

Actas del Décimo Tercer Congreso Nacional y
Quinto Congreso Internacional Hispanoamericano de
Historia de la construcción

Santo Domingo (Rep. Dominicana)
20 a 23 de marzo de 2024



Pontificia
Universidad Católica
Madre y Maestra

Universidad Nacional
Pedro Henríquez
Ureña

Sociedad Española de
Historia de la
Construcción

Organización del
Gran Caribe para los
Monumentos y Sitios

TEXTOS SOBRE TEORÍA E HISTORIA DE LAS CONSTRUCCIONES
Colección dirigida por Santiago Huerta

- M. Arenillas et al. (Eds.). **Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- F. Bores et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- A. Buchanan et al. (Eds.). **Robert Willis. Science, Technology and Architecture in the Nineteenth Century**
- A. Casas et al. (Eds.). **Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- A. Choisy. **El arte de construir en Roma**
- A. Choisy. **El arte de construir en Bizancio**
- A. Choisy. **El arte de construir en Egipto**
- A. Choisy. **Historia de la arquitectura**
- J. I. Del Cuento et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
- P. Fuentes e I. Wouters (Eds.). **Brick vaults and Beyond. Transformation of a historical structural system**
- I. J. Gil Crespo. (Ed.). **Historia, arquitectura y construcción fortificada**
- J. Girón y S. Huerta. (Eds.) **Auguste Choisy (1841-1909). L'architecture et l'art de bâtir**
- A. Graciani et al. (Eds.). **Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- R. Guastavino. **Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura**
- J. Heyman. **Análisis de estructuras: un estudio histórico**
- J. Heyman. **El arco de fábrica**
- J. Heyman. **El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica**
- J. Heyman. **Equilibrio de cáscaras**
- J. Heyman. **Geometry and Mechanics of Historic Structures**
- J. Heyman. **La ciencia de las estructuras**
- J. Heyman. **Teoría básica de estructuras**
- J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. 2 vols.**
- J. Heyman. **Vigas y pórticos**
- S. Huerta. **Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica**
- S. Huerta (Ed.). **Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- S. Huerta y F. López Ulloa (Eds.). **Actas del VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del XI Congreso Nacional de Historia de la Construcción**
- S. Huerta y P. Fuentes (Eds.). **Actas del I Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
- S. Huerta et al. (Eds.). **Actas del II Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
- S. Huerta (Ed.). **Las bóvedas de Guastavino en América**
- S. Huerta (Ed.). **Essays in the History of the Theory of Structures, in Honour of Jacques Heyman**
- S. Huerta (Ed.). **Proceedings of the 1st International Congress on Construction History**
- J. Ibáñez (Coord., Ed.). **Trazas, muestras y modelos de tradición gótica en la Península Ibérica, siglos XIII al XVI**
- J. Ibáñez (Coord., Ed.). **Diseños de tradición gótica en la Península Ibérica entre los siglos XVI y XVIII (en preparación)**
- J. Ibáñez y B. Alonso. **El cimborrio en la arquitectura hispánica medieval y moderna**
- J. M. Molero et al. (Eds.). **La construcción fortificada medieval**
- J. Monasterio. **Nueva teórica sobre el empuje de las bóvedas**
- J. R. Perronet. **La construcción de puentes en el siglo XVIII**
- P. Plasencia-Lozano et al. (Eds.). **Actas del IV Congreso Int. Hispanoamericano de Historia de la Construcción**
- G. E. Street. **La arquitectura gótica en España**
- H. Thunnissen. **Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura**
- A. Truñó. **Construcción de bóvedas tabicadas**
- E. Viollet-le-Duc. **La construcción medieval**
- R. Willis. **La construcción de las bóvedas en la Edad Media**

Actas del XIII Congreso Nacional y
V Congreso Internacional Hispanoamericano de
Historia de la Construcción

DÉCIMO TERCER CONGRESO NACIONAL Y QUINTO CONGRESO INTERNACIONAL HISPANOAMERICANO DE HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN. SANTO DOMINGO (REPÚBLICA DOMINICANA), 20–23 MARZO 2024

Organizado por

Sociedad Española de Historia de la Construcción
Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra,
PUCMM
Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, UNPHU

Organización del Gran Caribe para los Monumentos
y Sitios, CARIMOS
Instituto Juan de Herrera

Directores

Esteban Prieto Vicioso y Virginia Flores Sasso

Presidente de la SEDHC

Santiago Huerta

Comité de Honor

Secilio Espinal Espinal. *Rector de la Pontificia
Universidad Católica Madre y Maestra, PUCMM*
Miguel Fiallo Calderón. *Rector de la Universidad
Nacional Pedro Henríquez Ureña, UNPHU*

Antonio Pérez Hernández. *Embajador de España en
República Dominicana*
Ricardo Aroca Hernández-Ros. *Presidente del
Instituto Juan de Herrera*

Comité Organizador

Linda María Roca Pezzotti
Ignacio Javier Gil Crespo
Claudia Acra Despradel

Orisell Medina
Tania Fermín
Alfredo Calosci

Francisco Mamani-Fuentes
Luis Gabriel Ardila
Heidi De Moya

Comité Científico

Presidente: Santiago Huerta

NACIONAL

María del C. Adams Fernández
Antonio Almagro Gorbea
Ricardo Aroca Hernández-Ros
Jorge Bernabéu Larena
José Calvo López
Pepa Cassinello
Miguel Ángel Chamorro Trenado
Manuel Durán Fuentes
Paula Fuentes González
Rafael García García
Ignacio Javier Gil Crespo
Francisco Javier Girón Sierra
Amparo Graciani García
Rafael Marín Sánchez
Gaspar Muñoz Cosme
Elena Ortuela Hilberath
Francisco Pinto Puerto
Pedro Plasencia Lozano
Enrique Rabasa Díaz
Esther Redondo Martínez
Antonio Ruiz Hernando
Fernando Vela Cossío
Arturo Zaragoza Catalán

INTERNACIONAL

Bill Addis(Reino Unido)
Ignacio Arce (Jordania)
María de las Nieves Arias Incolla
(Argentina)
Eugenia Azevedo Salomao
(Brasil)
Tamara Blanes (Cuba)
María Teresa Como (Italia)
Dirk Bühler (Alemania)
Mónica Cejudo Collera (México)
Manuel Choy (Panamá)
Xavier Cortés de la Rocha
(México)
Beatriz del Cueto (Puerto Rico)
Juan Ignacio del Cueto (México)
Milagros Flores Román (Puerto
Rico)
Virginia Flores Sasso (República
Dominicana)
Jorge Galindo Díaz (Colombia)
Alberto Herrera (Colombia)
Pedro Augusto Hurtado Valdez
(Perú)

María Carlota Ibañez (Venezuela)
Benjamín Ibarra Sevilla (México,
EE. UU.)
Fabian López Ulloa (Ecuador)
Sandro Maino (Chile)
Joao Mascarenhas Mateus (Portugal)
Sandra Negro Tua (Perú)
John Ochsendorf (EE. UU.)
Esteban Prieto Vicioso (República
Dominicana)
María Isabel Sardón de Taboada
(Perú)
Mónica Silva Contreras (México)
Daniel Taboada Espinella (Cuba)
Isabel Rigol (Cuba)
Linda Roca Pezzotti (República
Dominicana)
Letzai Ruiz Valero (Venezuela)
Luis A. Torres Garibay (México)
David Wendland (Alemania)

Actas del Décimo Tercer Congreso Nacional y
Quinto Congreso Internacional Hispanoamericano de
Historia de la Construcción

Santo Domingo (República Dominicana), 20 – 23 de marzo de 2024

Edición a cargo de
Esteban Prieto Vicioso
Virginia Flores Sasso
Santiago Huerta

Prólogo
Esteban Prieto Vicioso
Virginia Flores Sasso

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA MADRE Y
MAESTRA

UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO HENRÍQUEZ
UREÑA

SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE HISTORIA DE LA
CONSTRUCCIÓN

ORGANIZACIÓN DEL
GRAN CARIBE PARA LOS
MONUMENTOS Y SITIOS

ORGANIZADORES



UNPHU
Universidad Nacional
Pedro Henríquez Ureña



PATROCINADORES



POPULAR



años cumpliendo
El Dorado de las Américas



FUNDACIÓN
GARCÍA ARBÚVALO



© Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, PUCMM. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, UNPHU. Sociedad Española de Historia de la Construcción, SEdHC. Organización del Gran Caribe para los Monumentos y Sitios. CARIMOS

ISBN: 978-9945-9028-4-6

Portada: Detalle de la Lámina 7 del Libro III, de B. F. Bélidor. *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et architecture civile*. Paris: Claude Jombert, 1729.

Fotocomposición: GRACEL ASOCIADOS S.L.L. (España).

Impresión: Amigos del Hogar (Santo Domingo)

Índice

Prólogo. *Esteban Prieto Vicioso y Virginia Flores Sasso* xi

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Rabasa Díaz, Enrique. Procesos constructivos y aparejos en bóvedas de piedra y de ladrillo. Límites difusos y denominaciones ambiguas 1

Gil Crespo, Ignacio Javier. Historia de la construcción y de la destrucción de las murallas de La Habana (1558-1863) 13

COMUNICACIONES

Arteaga Botero, Gustavo Adolfo. Arquitecturas vernáculas colombianas, la actividad sísmica como parámetro de diseño de estructuras de madera en el siglo XVII 37

Audefroy, Joel F. Contribución a la historia de las tecnologías apropiadas a partir de los años 70's 49

Ayala Ortega, Luis Alfredo. Espacios para la producción del azúcar en Michoacán, México 57

Azevedo Salomao, Eugenia María. Cambios constructivos en Morelia, Michoacán, México, en el siglo XIX y el impacto del ferrocarril 69

Batlle Pérez, José M. Antiguas evoluciones constructivas en la Ciudad Colonial de Santo Domingo: Primera fundación del Convento de Regina Angelorum (Siglo XVI) 79

Bautista Sandoval, Jesús Eduardo. Los ciclos de intervención en estructuras históricas: un enfoque en la protección sísmica 97

Castillo Valencia, William; William Pasuy Arciniegas. Evaluación científica de la construcción histórica religiosa 105

Cejudo Collera, Mónica. La participación de los ingenieros militares en obras civiles para el control económico. El caso de Félix Prósperi como consultor en la reconstrucción de un muelle en San Juan de Ulúa 115

Clemente San Román, Carlos; Elsy Zaldívar Morales. Técnicas constructivas y trazas de la muralla de Santo Domingo, a la luz de los proyectos y memorias constructivas de sus autores 125

Collado Espejo, Pedro Enrique. Carpintería de armar con lacería en la iglesia de La Purísima Concepción, en Caravaca de la Cruz (Murcia, España) 141

Contreras Padilla, Alejandra. El doble arco tranquilo y su huella en la arquitectura del siglo XVIII en México 149

Dameri, Annalisa. Al servicio del Rey de España: Francesco Prestino y la obra de construcción de los circuitos bastionados 157

- Del Cueto, Beatriz*. Edificar para perdurar: Purdy & Henderson Co. en Cuba 165
- Del Río-Calleja, Beatriz; José Ramón Aira-Zunzunegui; David Sanz-Arauz*. La Historia de la Construcción como base del pensamiento arquitectónico: de los suelos de Serlio al pabellón de la Serpentine Gallery 2005 179
- Dermitt Martínez, Pedro; Manuel Romero Bejarano; Francisco Pinto Puerto*. El tránsito de saberes y técnicas entre oficios: el maestro Fortun Ximenez de Bertendona, cantero y navegante 193
- Durán, Aarón*. Aproximaciones dialógicas a la conservación de sistemas y culturas constructivas de tierra 203
- Escobar González, Ana*. Construcción en la cultura maya. El arco por aproximación de hiladas 743
- Escobedo Hernández, Jorge Alberto; Jorge Bruzzese*. Los sistemas defensivos en la América Borbónica. Tres casos: Santiago de Cuba, Rocha y San Blas 209
- Fernández Correas, Lorena*. Una aproximación a la construcción de las murallas y sus torres en el imaginario medieval: la iconografía como espejo de las épocas 219
- Flores Román, Milagros*. Adelantos investigaciones sobre proyecto de estudio comparativo sobre los Sistemas Defensivos de Puerto Rico y Cuba siglo XIX 231
- Flores Sasso, Virginia*. Fábrica de una iglesia de principios del siglo XVII en la isla de Santo Domingo (1605). Iglesia de san Antonio de Monte Plata 245
- Font Arellano, Juana*. La construcción con tapia de tierra. Antecedentes, mitos y circunstancias reales 255
- García García, Rafael*. Losas nervadas singulares en España, 1960-1985 265
- García Gómez, Natalia*. Diseño de acueductos elevados de finales del siglo XVIII en México: el caso del que abastecía a la antigua Villa de Cuernavaca 277
- Hernández Hernández, Agustín*. Aplicación del toroide en cubiertas abovedadas de mampostería 287
- Hinarejos Martín, Nuria*. El acuartelamiento del ejército español en las Antillas Mayores en el siglo XIX: Algunos tipos destacados 299
- Huerta, Santiago*. Nota sobre los ensayos de arcos de Leonardo da Vinci 311
- Hurtado Valdez, Pedro; Chiara Umeres Francia; Brenda Garabito Maldonado*. Los manuscritos de Guamán Poma de Ayala y las técnicas constructivas de la arquitectura española del siglo XVI en Perú 317
- Ibarra, Benjamín*. Relaciones entre Ritual, Estructura y Geometría en el Monasterio de Santo Domingo de Guzmán, Oaxaca, México 329
- Lluís-Teruel, Cinta; Josep Lluís i Ginovart*. El trazado geométrico del ábside del gótico meridional de la catedral de Tortosa 345
- López García, J. Jesús*. Torre Telmex: Símbolo de la construcción moderna en Aguascalientes, México 359
- López Mozo, Ana; José Calvo López; Miguel Ángel Alonso Rodríguez; Licinia Aliberti; Ana González Uriel*. Tipos de bóvedas de ladrillo por hojas en la cuenca mediterránea 369
- López-Ulloa, Fabián S.* Sistemas constructivos republicanos de la ciudad de Ambato – Ecuador, entre 1830 y 1949 381
- Maino Ansaldo, Sandro; Constanza Sanchez Bustos; Matías Correa Díaz; Daniela Gil Brignardello*. El patentamiento de sistemas constructivos en Chile después del terremoto de Valparaíso de 1906 389
- Mamani Fuentes, Francisco*. Construir una iglesia en espacios coloniales. El Reino de Nueva Granada, 1629 401

- Marín Sánchez, Rafael.* La fortaleza de Caravaca de la Cruz: Crisol de técnicas constructivas 409
- Martín Domínguez, Beatriz; Miguel Sancho Mir.* Análisis de los forjados de las torres de las masías fortificadas del Maestrazgo 419
- Martínez Aguilar, Gladys.* La Fortaleza de San Juan de Ulúa y la evolución del uso del coral como material constructivo 427
- Molotla Xolalpa, Pedro Tlatoani; Enrique Martín Cano Murillo.* Tres proyectos para la catedral de Ciudad Juárez, Chihuahua (1941-1979). Procedimientos y sistemas constructivos. Aciertos, errores y propuestas 441
- Muñoz-Fernández, Francisco Javier.* Construcciones prefabricadas en la posguerra española: ensayos de viviendas y escuelas en Bilbao 453
- Muñoz Hernández, Ruslan.* Lecciones y saberes de la producción habitacional estatal en La Habana entre 1959 y 1964 465
- Muñoz Sánchez, Pedro A.* Los constructores indígenas durante el siglo XVI en Huejotzingo y Tlaxcala 473
- Negro, Sandra; Samuel Amorós.* La artificiosa estructura dieciochesca en la capilla de la hacienda San José de Nasca en Perú 481
- Orozco Barrera, Fabián Bernal.* La estabilidad de las bóvedas del presbiterio del templo de San Juan Bautista Coixtlahuaca. Bóvedas: traza, geometría, estereotomía estabilidad y sistemas de contrarresto Construcción en los siglos XV y XVI 491
- Ortueta Hilberath, Elena; Julio Martín Sánchez.* Escollera vs piedra artificial: el debate en la construcción de puertos (Revista de Obras Públicas, 1865) 501
- Pastrana, Tarsicio.* Materiales y procesos constructivos para aprovechamiento de agua pluvial en conventos novohispanos del siglo XVI 513
- Plasencia-Lozano, Pedro; Marina Bargón García; Rita Ruiz Fernández.* La presa de Marrón, en Cantabria, una obra hidráulica del siglo XIX 521
- Pons-Poblet, Josep Maria; Alba Arboix-Alió; Ruth Arribas-Blanco.* La introducción del Método de Cross en España. La figura de Don Carlos Fernández Casado (1905-1988) 529
- Prieto Prieto, Luis.* Fabricación artesanal del mortero de cal ‘opus signinum’ 537
- Prieto Vicioso, Esteban.* El uso de tabla de palma en la arquitectura vernácula del Caribe Hispano 547
- Quesada-García, Santiago; María Lozano-Gómez.* Técnicas y materiales de la presa andalusí del desfiladero o garganta del ciervo (s. XII): últimos hallazgos en una barrera fluvial de embalse de tradición constructiva oriental 555
- Redondo Martínez, Esther.* Bóvedas tabicadas en los pueblos del INC de la cuenca del Ebro 569
- Resano Resano, David.* Soluciones constructivas innovadoras en el cerramiento acristalado del Diario Pueblo, Rafael Aburto, Madrid 1964 587
- Rodrigues, Tiago.* El sistema defensivo abaluartado en el valle del río Miño: Identificación y caracterización de los distintos elementos militares 597
- Rodríguez García, Ana; Rafael Hernando de la Cuerda.* Bóvedas en una torre moderna. La singularidad del edificio Galería Rivadavia de Antoni Bonet Castellana 605

- Rojo Ferrer, Juan; Pablo Navarro Camallonga.* El trazado de arcos en esquina en el manuscrito «Secretos de Arquitectura». ¿Geometría o construcción? 617
- Roldán Garcés, Ana Miriam.* Evolución de la arquitectura habitacional histórica al poniente de la Ciudad de México, en los inicios del siglo XX 629
- Román Kalisch, Manuel Arturo.* Evolución de sistemas constructivos de finales del siglo XIX a principios del XX en Yucatán, México 637
- Rotaeché Gallano, Miguel.* El cierre de la boca occidental de la bahía de San Sebastián desde el siglo XVII 647
- Salvat, Jordi; Joan Fontas; Ester Gifra; Miquel Angel Chamorro.* Refuerzo y ornamento en las puertas tachonadas de los edificios gerundenses en los siglos XIV al XVIII (Girona-España) 657
- Sánchez Núñez, Giordano.* Recuperación de las técnicas tradicionales de intervención para la reconstrucción de la fachada del Palacio de los Condes de Jaruco, en la Plaza Vieja del Centro Histórico de La Habana 667
- Silvestre, Risoris.* Arquitectura Militar de la Española. Siglos XV-XVIII 677
- Teles Guimarães, Marcos Vinícius.* Técnicas constructivas na arquitetura tradicional brasileira: São João del-Rei (Minas Gerais), 1700-1880 689
- Téllez Alarcía, Diego.* El cubo del Revellín de Logroño (1522-1525): un ejemplo de cubo artillero de la fortificación de transición 701
- Torres Garibay, Luis Alberto.* Estereotomía de la Techumbre del Templo de Santiago Apóstol en Nurío, Michoacán. Incendio y reconstrucción 711
- Vargas Chávez, Jaime Alberto; Manuel Coria Guerrero.* Una cubierta de madera atípica en un edificio religioso de la región lacustre de Zirahuén, Michoacán-México 721
- Zúñiga Alfaro, Álvaro; Yemy Alemán Achata; Gonzalo Gómez Zanabria; Hugo Paniagua Gutiérrez; Gabriela Quequesana Vilchez.* Hibridación en la construcción del siglo XVI en el valle del Colca y la ciudad de Arequipa - Perú 733
- Índice de autores 753

Prólogo

La Historia de la Construcción, como una disciplina que es, reconstruye, comprende y explica el pasado de las soluciones constructivas y tecnológicas utilizadas, a partir de fuentes documentales y evidencias físicas. Para una correcta interpretación, los documentos y evidencias deben ser conectados con otros hechos que condicionan este proceso, como son las transformaciones científicas y tecnológicas, la función del edificio, así como los medios disponibles (materiales, herramientas, maquinarias y medios auxiliares y gráficos) que sólo se explican por una serie de factores climáticos, la dinámica socioeconómica y política, la cultura, las relaciones espaciales y los aspectos epistemológicos (teorías, experiencias empíricas, normas, reglamentos, etc.). La historia de la construcción también cumple la función de preservar y transmitir el patrimonio de los saberes locales.

Mediante el intercambio científico, los congresos de historia de la construcción buscan comprender, conocer, reconstruir y aprender del pasado constructivo que han seguido los seres humanos para dar soluciones a problemas concretos. El primer congreso que organizó de la Sociedad Española de Historia de la Construcción fue celebrado en Madrid en 1996 y luego de nueve congresos nacionales celebrados en diversas ciudades españolas, en 2015 se celebró en Segovia el primer Congreso Hispanoamericano y el segundo en 2017 en Donostia-San Sebastián.

La primera vez que se realizó un congreso fuera de territorio español fue en 2019, cuando se celebró el tercer Congreso Hispanoamericano de Historia de la Construcción, en la Ciudad de México. Es allí donde se anunció que el siguiente congreso se iba a realizar en la ciudad de Santo Domingo en 2021. Debido a la pandemia del COVID 19 se decidió posponer el congreso para 2022. Considerando que en ese año la situación del COVID todavía estaba delicada y temiendo que muchos no pudieran realizar viajes largos, se determinó que era mejor realizar el congreso de nuevo en España.

Por lo tanto y a pesar del poco tiempo que tuvieron para organizarlo, el Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, de la Escuela Politécnica de Mieres, Universidad de Oviedo, acogió organizar en el 2022, en la ciudad de Mieres, el IV Congreso Internacional Hispanoamericano y XII Congreso Nacional, donde se celebró con grandes éxitos.

Es así como llegamos a Santo Domingo, República Dominicana, a celebrar el V Congreso Hispanoamericano y XIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción, con 66 ponentes, provenientes de 15 países, repartidos entre Europa, Iberoamérica y el Caribe. Además, este congreso cuenta con tres ponentes magistrales: el historiador Frank Moya Pons y los arquitectos Ignacio Javier Gil Crespo y Enrique Rabasa Díaz.

En estas actas se abordan diferentes áreas de investigación ligadas a la historia de la construcción, específicamente: arquitectura militar, arquitectura prehispánica, arquitectura siglo XVI, arquitectura siglo XVII, obras públicas, arquitectura industrial, arquitectura sísmica, carpintería, arquitectura siglo XIX, arquitectura siglo XX y arquitectura tradicional.

Cabe destacar la presencia de una importante participación de países iberoamericanos lo que refleja el interés que ha obtenido la historia de la construcción en la región.

Esteban Prieto Vicioso Virginia Flores Sasso
Directores del CHAHC2024

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Procesos constructivos y aparejos en bóvedas de piedra y de ladrillo. Límites difusos y denominaciones ambiguas

Enrique Rabasa Díaz

La forma de una bóveda o los aspectos formales de su aparejo suelen servir para su clasificación. Pero sabemos que ambos están a menudo ligados a los recursos y medios auxiliares. Comentaremos primeramente aspectos referentes a estos medios, cuya disposición o falta puede dar lugar a tipos.

Para construir una bóveda con piedra o con ladrillo,¹ es necesario montar previamente una estructura auxiliar, que llamamos cimbra, palabra que tiene que ver con cintura y con centro.² Es decir, curiosamente, no es tanto la función de sostén como la definición formal de la curvatura de la bóveda lo que da lugar al término. Conocemos cimbras con entramados muy estudiados en sus detalles para construcciones de importancia, y esto puede sugerir que tal estructura previa debe ser proyectada con cuidado. El hecho de que queden pocas referencias a las cimbras realmente empleadas en las construcciones históricas convencionales puede apoyar este prejuicio. Por el contrario, la mayor parte de las cimbras construidas para sostener la bóveda antes de su conclusión se reducirían probablemente a los cuatro palos necesarios para mantener en su lugar los camones, o los forros, que definen la forma del intradós.

Por el conocido dibujo del manuscrito de Simón García sabemos que la construcción de las bóvedas góticas comenzaba por situar las claves en situación correcta, lo que no exige más que un pie derecho con la altura adecuada, colocado sobre el lugar que marca la planta. Los nervios se tienden después, de clave a

clave, o de enjarje a clave. Si los nervios no son muy largos, valdría cualquier apoyo, y en la mayor parte de los casos no se trataría de complejos cuchillos o cerchas, sino de tableros recortados. Esto, que parecería una idea accesible solo desde que se pueden mecanizar y recortar los tableros, podemos verlo en una de las ilustraciones del manuscrito de Richter (1500) (Figura 1).³

He podido asistir a algún un proyecto de restauración para el que fue definido el cimbrado con detalle, elaborando al efecto armaduras o cuchillos con barras y tirantes correctamente dispuestos, y cómo finalmente el constructor se limitó a fijar la forma del forro de apoyo de las dovelas solo con algunos puntales telescópicos. A confirmar esta idea viene el dibujo que conocemos de una cimbra no retirada para una bóveda gótica en Svanberg (1983); son solo unos puntales inclinados que sostienen las cerchas en las que descansan los nervios.

Los recursos para evitar total o parcialmente las cimbras han estado muy presentes en toda la historia, en bóvedas grandes y pequeñas. Es frecuente que un arco o bóveda avance por vuelos sucesivos en los arranques, y que requiera algún tipo de apeo, solo a partir de determinado momento y según su diseño. Sin embargo, el problema mecánico difiere según la longitud de las piezas y según las hiladas sean rectas o circulares.⁴ Muchos arcos de herradura árabes son en realidad todo lo contrario, arcos escarzanos, ya que las juntas horizontales se repiten hasta muy arri-

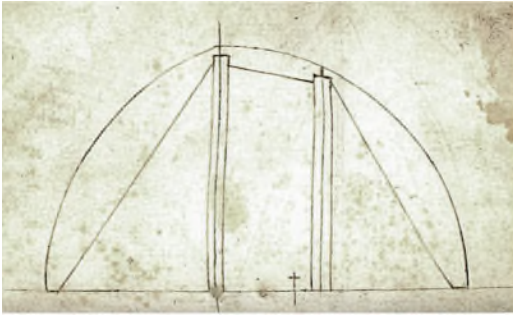


Figura 1
Cimbras en el manuscrito de Rixter (1500, 281)



Figura 2
Cúpula de una de las torres de El Escorial

ba. El arranque por hiladas horizontales es lo que caracteriza al enjarje gótico; los nervios de la bóveda están reunidos en esa zona y los lechos son horizontales. Pero ocurre también en bóvedas de cañón y semiesféricas. En las bóvedas de las torres y de la cúpula central de El Escorial, se puede ver cómo en el exterior una de las hiladas aparece con más altura, señalando el paso de lechos planos horizontales a lechos cónicos (Figura 2). En la capilla de la Comunión de la catedral de Santiago, al contrario, el intradós presenta una hilada que es de menor altura.

En una bóveda semiesférica, una vez terminada cada hilada no sería necesaria la cimbra; pero mientras se colocan las piezas hay que evitar su deslizamiento. El estudio de las juntas interiores y exteriores de la media naranja del crucero de la catedral de Segovia ha revelado cómo los lechos son troncocónicos y en las dovelas destaca un pequeño resalto al exterior, una ceja que podría servir de vierteaguas y

que podría ser también una manera de resolver el soporte de cada pieza. Ha tenido mucha difusión la idea de Fitchen (1961) según la cual una cuerda dispuesta adecuadamente con un peso podría retener la dovela recién colocada; quizá no sería tan fácil como aparenta.

Es probable que se inventaran otras estrategias. Las bóvedas vaídas de la Lonja de Sevilla fueron ideadas por Vandelvira, pero construidas en el siglo XVII, y sabemos que quien las levantaba, Juan de Zumalacárregui, presumía de emplear “grapas” para ahorrar cimbras (Pleguezuelo 1990, 28); podrían ser como muestra la Figura 3.

Volviendo al gótico, lo que llamamos plementería es una especie de tabique que rellena los huecos de la nervadura, generalmente triangulares, de la manera más eficaz posible. En las bóvedas más antiguas, la longitud de las hiladas que componen la plementería podría requerir una cimbra como la que propone

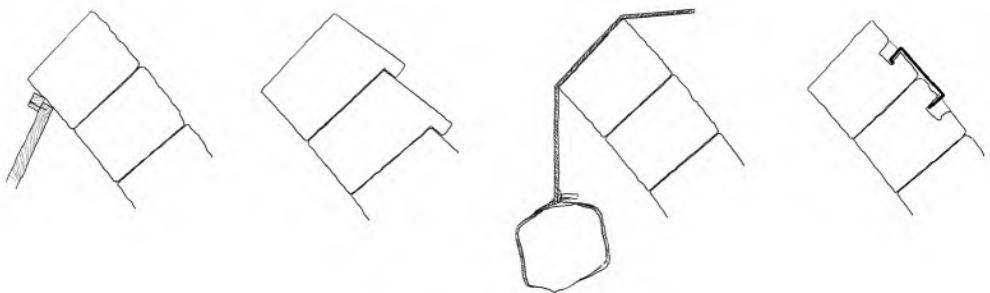


Figura 3
Varias maneras de evitar las cimbras en bóvedas de sillería

Choisy. (1899, II 275) Viollet-le-Duc (t. 4, 1867, 106) imaginó una “cercha móvil” de longitud variable, que se adaptaría para sostener cada una de las hiladas de sillarejos, que ya Fitchen (1961) criticó por compleja y débil. Pero en el gótico tardío los cascos de plementería son espacios pequeños, y muchos de ellos tienen una gran parte de su superficie en una pendiente muy ascendente, de manera que la colocación de hiladas de pequeñas piedras o de ladrillo resulta sencilla.

En algunos casos se sustituyeron las hiladas de la plementería por piezas de piedra tallada enterizas, de nervio a nervio. Se puede pensar que la talla de estas lajas supondría introducir una complejidad en la concepción de la forma y el trabajo de labra, en un lugar en el que precisamente se había conseguido resolver la cubrición con obra de albañilería. Pero el tratado de Gelabert nos explica, cómo dar forma a estas piezas. Sin dibujos, solo con texto, explica el proceso este cantero mallorquín (Rabasa 2011). Se trata de

dovelas alargadas que se apoyan en los extremos en elementos lineales distintos, líneas que se separan y que ascienden de manera diferente; así que, sobre una dovela previamente tallada con una forma convencional, hay que imprimir un alabeo. Es decir, Gelabert propone aproximarse a la forma corrigiendo en función de datos tomados sobre los nervios ya colocados. De esta manera, cierta habilidad canteril permite prescindir de medios auxiliares (Figura 4).

Si se trata de ladrillos, para estas pequeñas bóvedas entre nervios encontramos el recurso a dos tipos de colocación que prescinde de la cimbra, el ladrillo tabicado y el ladrillo por hojas. Y en centro Europa se extendió este último sistema a toda la bóveda para hacerlo que llaman bóvedas diamantadas o celulares, que prescinden de nervadura (David Wendland 2007).

Pensemos en un arco o bóveda sencilla, como las de la Figura 5. Cada pieza tiene tres dimensiones, de manera que la tabla, la cara más extensa, es un plano que puede encontrarse en tres posiciones: dos de can-

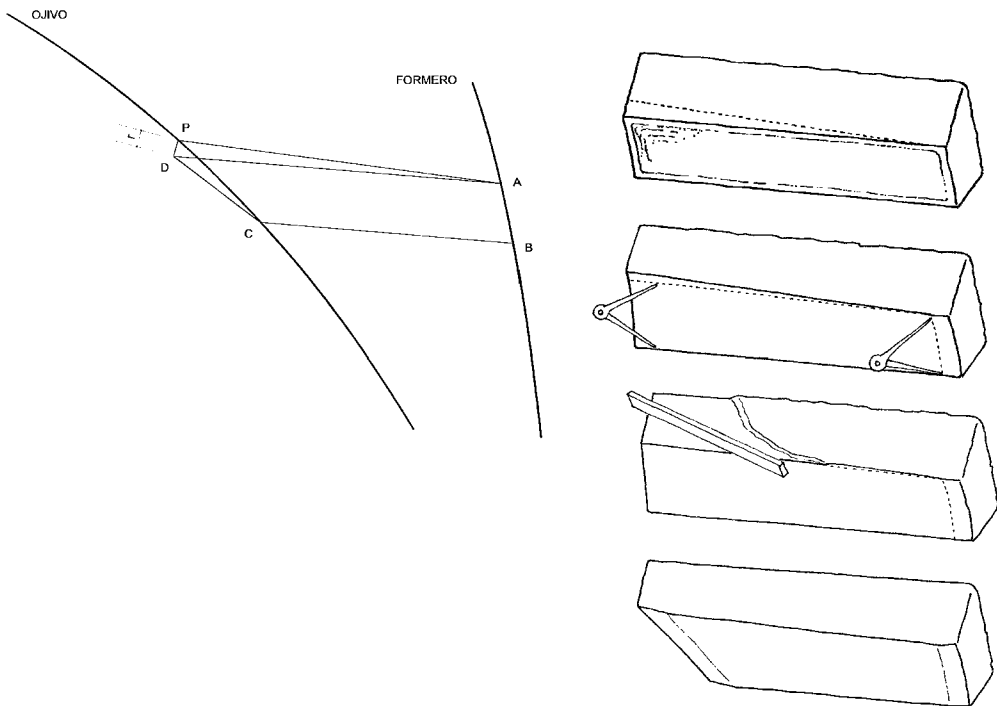


Figura 4

Ilustración del proceso que propone Gelabert para la talla de una laja para su apoyo en dos nervios (Rabasa 2011)

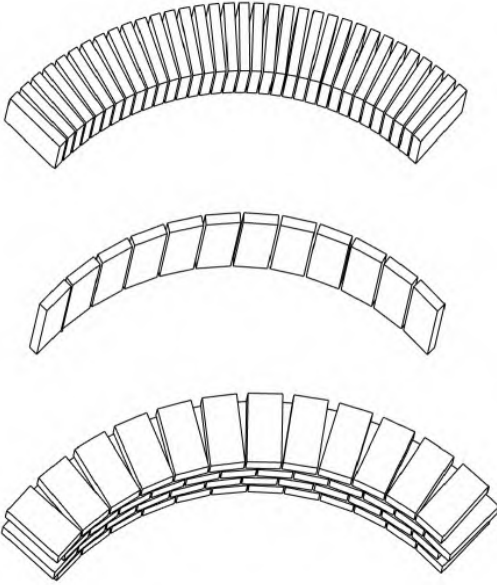


Figura 5
Tres posiciones del ladrillo en un arco o bóveda convencional: a rosca, tabicado y por hojas

to y una frontal. La primera, con la tabla dispuesta radialmente hacia el centro o el eje, es la más convencional, y, salvo las primeras hiladas de un cañón, que pueden tener aún poca inclinación, debe apoyarse en una cimbra. La segunda también necesitaría cimbra (y así se empleó en la antigua Roma), pero alguien, alguna vez, observó que, si cada ladrillo se recibía sobre los anteriores con yeso, era posible que se mantuviera en su lugar el tiempo suficiente para colocar el siguiente. Con una convergencia adecuada de circunstancias, el sistema prosperó y dio lugar a las bóvedas tabicadas.

LÍMITES INDEFINIDOS

Por último, también alguien, alguna vez, observó que un mortero de cal, o de barro, aplicado en la tabla, puede recibir el ladrillo con adherencia suficiente para mantenerlo en su lugar; en realidad se trata de una observación que está al alcance de cualquier albañil que coloque la pieza en un tabique convencional: la resistencia a levantarse cuando se tira de ella



Figura 6
Dos ladrillos recién recibidos con mortero de cal se adhieren hasta el punto de poder sostener el conjunto agarrando solamente el superior

puede ser superior a su peso. En la Figura 6 que es posible sostener un par de ladrillos recién unidos con mortero de cal, agarrando solo el superior.

En ambos casos se trata de técnicas de albañilería, que están más cerca de la artesanía que del proyecto del arquitecto. Por ese motivo no es fácil encontrar descripción de estos modos de hacer en la tratadística histórica.⁵ Las tabicadas han tenido más suerte, pues hay referencias en la obra de Fray Lorenzo de San Nicolás, y porque la sorpresa que produce que ofrezcan una gran fortaleza para pequeños espesores ha dado lugar a especulaciones sobre una supuesta calidad monolítica (Huerta 2006).

Estos sistemas para la disposición de ladrillos sin necesidad de cimbra son muy antiguos. No puede ser de otra manera, si pensamos que los ladrillos son piezas que tienen tres dimensiones, y por su forma paralelepédica, pueden ser acoplados a otros ladrillos en un número limitado de maneras, a las que puede llegar con facilidad quien se dedique a manejarlos.

Las bóvedas del tercer tipo fueron descritas por Choisy en su obra sobre la construcción bizantina, y

las denominó allí *par tranches*. Algunos autores españoles del siglo XIX habían empleado la expresión «por hojas» antes que Choisy. Como a veces los ladrillos no presentan la tabla completamente vertical, sino ligeramente inclinada, la estudiosa de la arquitectura romana Lynne Lancaster suele emplear la denominación *pitched bricks*. Desde Bizancio su uso se extendió por el Mediterráneo, finalmente saltó a Nueva España, y, sorprendentemente, en México no ha dejado de crecer en los últimos tiempos, dando lugar al término «ladrillo recargado», que también hace alusión a la pequeña inclinación que facilita el trabajo. En la región española de Extremadura ha permanecido este uso hasta el siglo XX. Aunque en el XIX se hablaba de bóvedas «por hojas», las últimas generaciones han empleado en Extremadura la expresión «bóveda de rosca», aludiendo a la rosca que forma cada hilada. Ya que, en otros lugares de España se entiende que la disposición a rosca es la radial y convencional, este uso puede dar lugar a cierta confusión. Lamentablemente, a pesar de lo interesante y extenso de la técnica, son pocos los que se dedican a estudiarla, y la diversidad de denominaciones probablemente permanecerá.

Sería deseable la unificación de la terminología que empleamos para designar estos tipos de aparejo, y naturalmente una clara definición y clasificación de sus variantes. Sin embargo, también en esto último se encuentran dificultades. El arquitecto extremeño Paredes escribió un manuscrito sobre las bóvedas por hojas con una explicación del comportamiento mecánico de las hiladas. Comienza observando un caso que es diferente pero que considera paradigmático, el de una bóveda plana formada por hiladas troncocónicas de ladrillo. Cada uno de los ladrillos se colocaría recibido como en las bóvedas por hojas, por adherencia y ligeramente inclinados. Al completar la hilada, como en las bóvedas semiesféricas de piedra o de ladrillo, el anillo queda comprimido y es estable. Existen algunas, aunque pocas, bóvedas de este tipo, por hiladas circulares y planas. Cada hilada forma un tronco de cono, como los lechos de las bóvedas planas de sillería. De esa manera la estabilidad se debe a la compresión del anillo (Figura 7).

En las bóvedas por hojas comunes, por ejemplo, para la formación de un cañón, el anillo aparente de la hilada, formado por el canto de los ladrillos que vemos, es vertical o ligeramente inclinado. Tanto si esa directriz es vertical como si es inclinada, los la-



Figura 7
Bóveda plana por hiladas circulares en la Galería de las Grutas de la Casa de Campo

drillos pueden encontrarse en ese mismo plano del canto visto, o bien pueden seguir un tronco de cono. De acuerdo con Choisy, en el caso de las construcciones bizantinas, ese tronco de cono presenta su convexidad del lado del ejecutor. Sin embargo, Paredes afirma que en las bóvedas extremeñas es el lado cóncavo el dirigido hacia el albañil (Figura 8).

La diferencia es relevante. Si las hiladas siguen una directriz vertical, sean planas o cónicas, cada vez que se cierra una hilada se forma un arco mecánico. Si, como es más habitual en los cañones, las directrices, es decir, las líneas aparentes en el trasdós, son inclinadas, se forma también un arco, que descansa sobre la hilada anterior por intermedio de un mortero. De esa manera, a la mayor o menor adherencia del mortero que separa las hojas se une la forma arqueada para colaborar en la estabilidad de la hilada. Pero si, como explica Paredes, los conos son cóncavos en su cara libre, descansando la cara convexa sobre la hilada anterior, en alguna medida se añade también una compresión de la hilada como en las bóvedas planas. Una hilada cóncava horizontal solo aprovecha esa compresión; una hilada cóncava ligeramente inclinada mantendrá algo de ese mecanismo; según se vaya verticalizando será menor la compresión y mayor la importancia del arco.

Las hiladas son troncos de cono horizontales, como decíamos, en las bóvedas planas, pero también en las bóvedas de media naranja. Mientras se colocan las piezas en las hiladas de una bóveda semiesférica, debemos confiar en la adherencia del mortero para

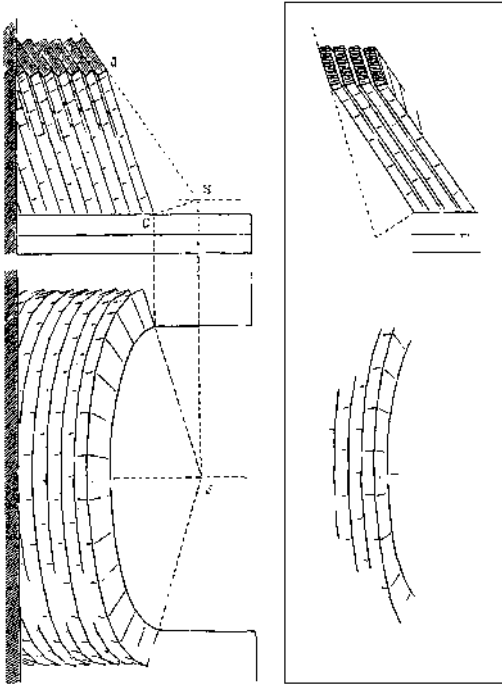


Figura 8
A la izquierda, hiladas troncocónicas en el dibujo de Choisy (1883) y a la derecha ilustración, con el mismo criterio gráfico, de la descripción de Paredes (1883)

que no deslicen. Pero, una vez completada la hilada, ésta es estable, sin formar arco. En consecuencia, la diferencia entre una bóveda de media naranja por hiladas redondas de ladrillo y sin cimbra y una bóveda de cañón por hojas no está en la confianza en la adherencia del mortero durante la ejecución de la hilada, sino en que en el segundo caso la hilada final no forma arco. A no ser que admitamos la línea de empujes circular horizontal como un arco mecánico. Clasificarlas de una manera o de otra dependerá del propósito de la clasificación.

También sería posible construir bóvedas planas de ladrillo formadas por rectángulos, es decir, con hiladas rectas, y de hecho existe alguna. En ese caso, cada hilada, según su longitud y la indeformabilidad de las juntas entre ladrillos, podría llegar a mantenerse como un arco adintelado; pero muy probablemente el conjunto de varias hiladas ya presentaría proble-

mas, al menos mientras el mortero estuviera fresco. Así que hemos de pensar que tales bóvedas se tendieron sobre una cimbra plana. Pero si la bóveda es de las llamadas en rincón de claustro, ya solo debe preocupar la estabilidad de cada hilada.

FORMA DE LA BÓVEDA

Parecidas a las bóvedas en rincón de claustro son la ochavadas. Presentan la ventaja de que los paños y la longitud de las hiladas son más cortos con relación a la luz total. Aquí también se pueden encontrar pequeñas diferencias que cambian el grupo al que se pueden adscribir. En Toledo existen aún muchos de los baños de rito judío que llamaban *mikvaot*. Casi todos ellos conservan bóvedas algo rebajadas con ocho paños cóncavos o gallones, dispuestas sobre recintos cuadrangulares.⁶ Cada uno de los paños está formado por hiladas de ladrillo de planta curva; la curvatura espacial de la hilada y la irregularidad de los gallones permite pensar que se construyeron sin cimbras, o al menos con solo algunas guías en las aristas; son, por tanto, bóvedas por hojas. (Figura 9). En la catedral de la República Dominicana hay bóvedas con formas muy diferentes a aquellas, pero que son similares en algunos aspectos. Son casi esféricas, pero no presentan hiladas redondas continuas, sino sutiles costuras que dividen la superficie en ocho paños y revelan el proceso de construcción (Figura 10). Otras son francamente ochavadas, con hiladas rectas y nervios de ladrillo aplantillado. Tanto las cos-



Figura 9
Bóveda ochavada en la llamada Casa de Bazanas, Toledo (fotografía de Elena Ruyra)



Figura 10
Bóveda esférica por husos en la catedral de Santo Domingo, República Dominicana

turas como los nervios hablan de cimbras limitadas a algunos camones que tendrían la función de guía. En todas ellas la adherencia del mortero de cal sería importante en buena medida. Las gallonadas de Brunelleschi son semejantes. Otras muchas mostrarían una serie con semejanzas de familia.

En Italia aparece durante el siglo xvi una buena cantidad de bóvedas semiesféricas y ochavadas que presentan un aparejo en espina de pez, probablemente derivado de la ingeniosa disposición ideada por Brunelleschi para el Duomo de Florencia. Son bóvedas en las que se puede ver líneas loxodrómicas generadas de forma natural al disponer periódicamente un ladrillo vertical, que en cada hilada se sitúa al lado del anterior (las proporciones del ladrillo pueden permitir que el vertical abarque un número entero de hiladas horizontales, 2 o 3). De esta manera, la distancia entre ladrillos verticales es pequeña, y se puede cubrir con facilidad con una hilada corta, arqueada y comprimida, que no necesita cimbra. La disposición, que puede contemplar dos series de espirales, una en cada sentido, formando una red, no es muy inmediata y exige una previsión cuidadosa; por ese motivo es uno de los aparejos de los que se podría rastrear un origen histórico y la transmisión del conocimiento que lo hace posible (Paris 2020).

Las bóvedas bizantinas sobre planta cuadrada o rectangular están formadas, explica Choisy, por cuatro sectores que parten de las diagonales. Estas diagonales son arcos de circunferencia, rebajados; de ellas parten las hiladas de ladrillos, girando todas al-

rededor de un mismo eje y formando por tanto superficies de revolución. Algunas veces estos sectores adoptan una forma compleja como resultado de ese procedimiento. No hay nombre definido para estas bóvedas, que, aunque muestran aristas salientes y se puede decir que son bóvedas de arista, no son la intersección de dos cilindros que podíamos encontrar en Roma. Pero también, y según la disposición de las diagonales, de este procedimiento puede resultar una bóveda vaída, es decir, los cuatro sectores formarían parte de la misma superficie esférica (Figura 11). En ese caso, la bóveda resultante es una vaída con hiladas que forman cuadrados o rectángulos concéntricos en planta. Traducido a piedra, es lo que un cantero del siglo xvi llamaría despiece «por hiladas cuadradas». En efecto, estas bóvedas de ladrillo son similares a otras en piedra, de la misma manera que la media naranja presenta la misma geometría y principios en fábrica de sillería o de ladrillo.

De hecho, las bóvedas vaídas de piedra tallada han sido ejecutadas de las dos maneras, por hiladas redondas o por hiladas cuadradas, pero sabemos que las más antiguas que se conservan son del segundo tipo. Sería fácil imaginar una bóveda semiesférica como la idea más primitiva, que, cortada por cuatro planos verticales da lugar a la bóveda vaída como caso particular, y, en coherencia con esta concepción ideal, que las primeras bóvedas vaídas en piedra son bóvedas por hiladas redondas adaptadas al cuadrado de la planta. Sin embargo, no es así. Si las más antiguas son por hiladas cuadradas, probablemente es porque permiten procedimientos que presentan alguna ventaja. En efecto, como en las bóvedas de ladrillo, las vaídas por hiladas cuadradas no son sino una serie de arcos. La colocación de los sillares de cada hilada no requeriría más apoyo que los necesarios para sostener un arco plano, y estos arcos serían más cortos según se va subiendo.

No es la única ventaja de las hiladas cuadradas para las bóvedas vaídas. Como ha señalado Ana López Mozo (2004), las irregularidades, las diferencias de altura en los cuatro arcos perimetrales, se disimulan eficazmente por este sistema —las hiladas redondas muestran de manera demasiado evidente el nivel a todo alrededor—. Por tanto, lo que guía los ensayos en la historia de la construcción no necesariamente es una idea geométrica abstracta. No son necesariamente primero las esferas y luego sus derivados. Ni siquiera la esfera, como idea matemática, está en la

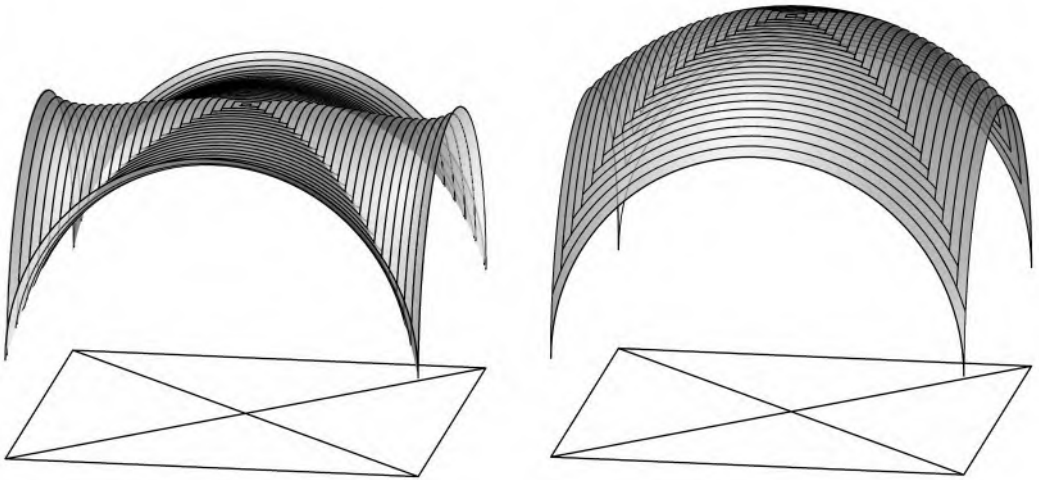


Figura 11

A la izquierda esquema de una bóveda de arista bizantina; a la derecha su transformación en vaída al disponer semicírculos en las diagonales

raíz de los procedimientos que guían la construcción de estas bóvedas. Una enorme cantidad de bóvedas vaídas de ladrillo, y muchas de piedra tallada, no son realmente esféricas, aunque lo aparenten. Y se apartan, a veces bastante, de la esfera, no porque estén hechas con poco cuidado, sino porque en el proceso no ha intervenido ningún método de control que lo garantice, probablemente desde la convicción de que no es algo relevante ni el objetivo a buscar. Muchas de las pechinas en Armenia y otros lugares, que hemos estudiado, distan bastante de ser superficies esféricas.

Nadie dice que la Tierra es esférica, entre otros motivos porque no lo es exactamente. En el lenguaje coloquial se dice que la Tierra es redonda. De igual manera debiéramos decir simplemente que las bóvedas vaídas son redondeadas, dejando para la matemática la idea abstracta de esfera con la equidistancia de todos los puntos respecto al centro; el diccionario de la RAE sigue esta concepción matemática ofreciendo así una definición clara y tranquilizadora, aunque falsa, de lo que es una bóveda vaída. Como decía Wittgenstein, tendemos a preferir que todo venga «envuelto en papel de celofán», pero la realidad es ambigua e irregular.

Las bóvedas extremeñas que se han construido en abundancia en los últimos tres siglos son más rebaja-

das que las bizantinas. Pero su forma también oscila entre la arista y la vaída, destacando más o menos las diagonales. Hay testimonios que explican que las aristas se materializaban con varas vegetales curvadas, pero el levantamiento de casos reales permite comprobar que no siempre existía esa guía; pudiera haber sido sustituida por el control visual, empleando una plomada.⁷ Por tanto, no hay aquí la misma definición de las aristas de que nos habla Choisy.

Naturalmente, hay también otros tipos, como la bóveda de arista o de cañón por hiladas según las generatrices rectas de los cilindros, que se pueden materializar en ladrillo o en piedra tallada. Estas hiladas rectas pueden progresar sin cimbra cuando la inclinación no es grande, y ya hemos mencionado el recurso a vuelos sucesivos en las primeras hiladas. Tal ocurre con piedra o con ladrillo. Pero interesan más aquí los casos mencionados, en los que la semejanza de problemas y soluciones puede hacer pensar en una transferencia de conocimientos.

TRANSMISIÓN DEL CONOCIMIENTO

Otro caso a citar en este sentido es el de las escaleras de caracol llamadas en cantería “en Vis de Saint Gilles”, que Vandelvira castellaniza como “viadesangil”,



Figura 12
Bóveda en las torres de Quart, Valencia



Figura 13
Bóveda de piedra en un pasaje de la ciudad de Aquisgrán

que se cubren con una especie de cañón que sube con la trayectoria helicoidal de la escalera. El despiece más común es por hiladas también helicoidales, y por tanto con dovelas retorcidas y complejas. Pero se han hecho también escaleras con forma semejante simplemente cortando por lechos horizontales. Choisy muestra una solución paralela en ladrillo en la construcción bizantina.

También hay una gran semejanza entre las soluciones ofrecidas por la albañilería y la cantería en el caso de algunas bóvedas de Francesc Baldomar (Figura 12) –gótico sin nervadura–, soluciones estereotómicas “de hiladas cuadradas giradas” y un tipo de bóvedas que abunda en centro Europa, con o sin arista –relacionadas en este sentido con las celulares o aristadas alemanas– y tanto en piedra como en ladrillo por hojas (Figura 13).⁸ En todas ellas se puede decir que se forman unos arcos diagonales particulares, de hiladas que aumentan y disminuyen su anchura; y en todos ellos los medios auxiliares podrían reducirse a lo necesario para sostener sucesivamente cada una de las hiladas.

Las bóvedas de Baldomar o las aristadas alemanas son una excepción al sistema que guía la construcción gótica, ya que no llevan nervios. La constitución canónica de una bóveda gótica con nervios y plementería simplifica de otra manera, como hemos mencionado, el ahorro en medios auxiliares. Desde el punto de vista de la transmisión del conocimiento, los procedimientos sistemáticos y sencillos para la talla de las elementos característicos –especialmente enjarjes y claves– tuvieron que avanzar por Europa en el seno de los gremios, o, más en el caso de Espa-

ña, en el ámbito familiar. Philibert de l’Orme y Rodrigo Gil de Hontañón nos explican que hay que verlo para aprenderlo.⁹

Una vez interiorizado el sistema, los constructores góticos estarían en condiciones de ensayar particularmente una enorme cantidad de variantes de trazado de nervaduras. Algunas tienen más éxito que otras. Si queremos seguir una vía de transmisión del conocimiento, puede ser bueno escoger un dibujo de nervadura que resulte poco inmediato, que exija algo de reflexión para reproducirlo. Eso ocurre, por ejemplo, con las bóvedas que llamamos asimétricas. Se trata de un trazado en planta muy singular, que no es fácil de recordar y reproducir, y sin embargo hemos podido trazar una faja que cruza toda Europa, que comienza en Polonia y termina en España, con ejemplos de este raro tipo de bóvedas nervadas (Figura 13). En este caso, la diversidad de soluciones de detalle hace pensar en que se copiaba un esquema visual, y no tanto un procedimiento constructivo –los procedimientos, por otra parte, eran ya comunes y bien conocidos por los canteros de toda Europa–.

Desde la existencia de fuentes escritas, y especialmente desde la revolución industrial los sistemas constructivos y los motivos de su difusión son fácilmente rastreables. Pero los más antiguos y los que han pervivido en el ámbito de los oficios ofrecen solo la evidencia de momentos de éxito de un procedimiento. Quizá sea esto lo realmente importante. No podemos examinar de igual manera las dos situaciones.

Es difícil saber en todos estos casos la vía concreta para la transmisión del conocimiento. De hecho, es

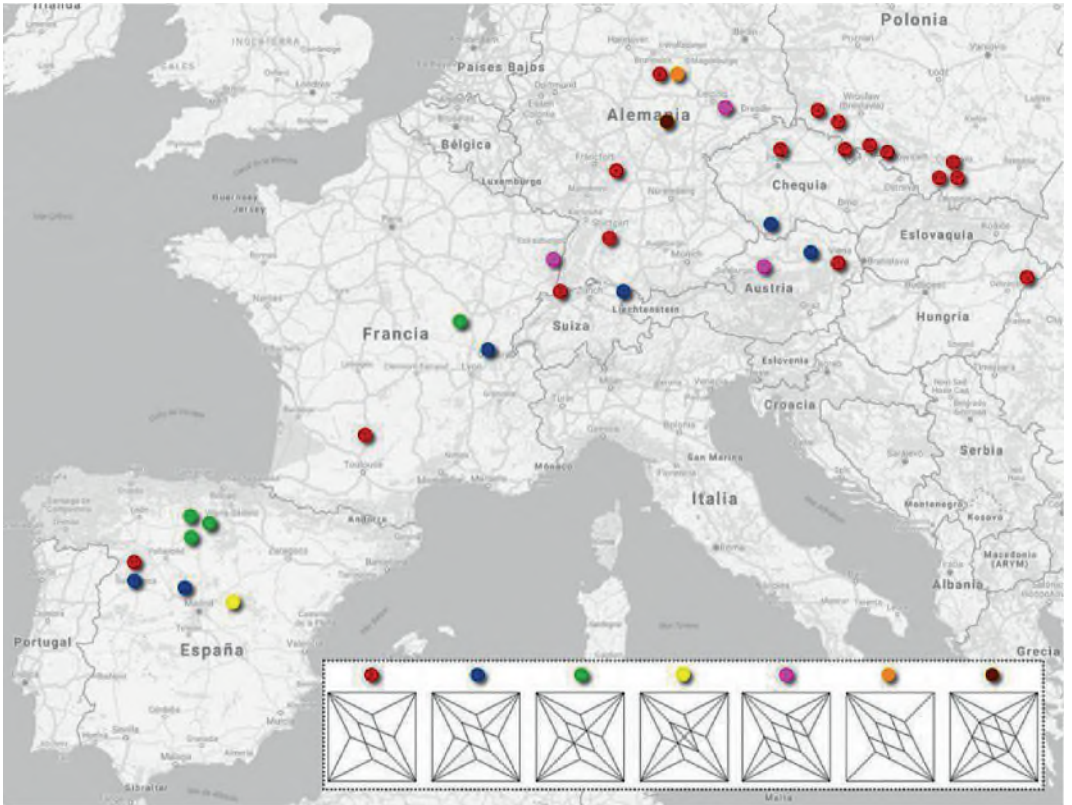


Figura 14
Bóvedas de cruceía asimétricas localizadas en Europa. (<http://vaults.aq.upm.es/TRANSGOT/base-de-datos/>)

posible que en ciertas ocasiones se diera lo que José Calvo ha llamado evolución convergente, por analogía con la historia natural. Algunas ideas son simples, o, no siéndolo tanto, podrían fácilmente presentarse con evidencia al constructor que practica continuamente. Así entraríamos en una antropología de los inventos. Por otra parte, una determinada solución puede revelarse por azar o ser deliberadamente transmitida, y sin embargo no prosperar. Eso es probablemente lo más relevante, el desarrollo fecundo de un sistema constructivo, que no puede ocurrir si no se dan las circunstancias sociales y materiales y si de él no se deriva un beneficio.

A pesar de que tenemos motivos para suponer que cierta cantidad de imaginación, poder inventivo y energía creadora ha sido más o menos constante a lo largo de la historia de la humanidad, esta combina-

ción sólo ha dado lugar a importantes mutaciones culturales en determinados períodos y lugares. Pues, para alcanzar ese resultado, los factores puramente psicológicos no bastan: antes, un número suficiente de individuos debe estar predispuesto en una dirección determinada para que el creador tenga un público; y esta condición depende a su vez de la combinación de un número considerable de otros factores, de naturaleza histórica, económica y sociológica. (Lévy-Strauss 1987)

Cuando un sistema se desarrolla de forma espectacular, se pueden rastrear los precedentes y fijar el camino por el que se ha recibido la herencia, pero para la historia de la construcción es imprescindible el entendimiento de las circunstancias que facilitan ese desarrollo, la manera en que el proceder constructivo es coherente con los medios y las necesidades.

NOTAS

1. Un grupo de investigación amplio al que pertenezco ha trabajado en bóvedas de piedra y está estudiando ahora las de ladrillo. Este trabajo es parte del proyecto de investigación “La construcción de bóvedas de ladrillo por hojas. Usos históricos y posibilidades actuales” PID2020-116191GB-I00, financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/.
2. En francés dicen *cintre*; en inglés existe *centering*, aunque en este ámbito pueda ser más adecuado emplear *falsework* y *formwork*. Cintra es, según el diccionario, la curvatura de la bóveda, pero esta es también la primera acepción de cimbra. También se dice cintrel para designar un elemento, un palo o una cuerda, que orienta la colocación, es decir sin oficio portante.
3. Rixner (1445-1515). Debo la observación a la profesora Ana López Mozo.
4. Pensemos en una bóveda como las mayas: antes de ser cerrada, una parte final podría volcar. No ocurre así en disposiciones como la del tesoro de Atreo, en donde cada anillo está comprimido, como en una bóveda semiesférica.
5. Sobre las fuentes para las bóvedas por hojas, ya del siglo XIX, puede verse Marín-Sánchez et al. (2021) y Rabasa et al. (2022).
6. Sobre esta disposición y otras semejantes se presenta a este congreso otra comunicación, encabezada por la profesora Ana López Mozo.
7. Así lo explica Paredes (2004).
8. Sobre este tema, véase también la comunicación a este congreso ya mencionada, que encabeza la profesora López Mozo.
9. Ambos autores nos advierten en términos semejantes de que es difícil explicar por escrito el proceso constructivo empleado para las bóvedas de crucería, y es necesario verlo.

LISTA DE REFERENCIAS

- Choisy, Auguste. 1883. *L'Art de bâtir chez les Byzantins*. Paris: Librairie de la Société Anonyme de Publications Periodiques.
- Choisy, Auguste. 1899. *Histoire de l'architecture*. Paris: Gauthier-Villars.
- Fitchen, John. 1961. *The Construction of Gothic Cathedrals*. Oxford: Clarendon Press.
- Huerta, Santiago. 2006. «La construcción tabicada y la teoría cohesiva de Rafael Guastavino», en Rafael Guastavino, *Escritos sobre la construcción cohesiva*, Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Lévy-Strauss, Claude. 1987. *Race et histoire*. Paris : Denöel.
- López Mozo, Ana. 2004. «Traza y construcción en la bóveda vaída de la cocina del convento del Monasterio de El Escorial», en Joaquín Casado de Amezúa y Antonio J. Gómez-Blanco, *Dibujar lo que no vemos: X Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Granada: Editorial Universidad de Granada. 1021-1031.
- Marín-Sánchez, Rafael, P. Navarro Camallonga, M. de Miguel Sánchez, y V. La Spina. 2021. «Compound brick vaults by slices in written sources», en Mascarenhas-Mateus, J., A.P. Pires, M.M. Caiado, y I. Veiga, *History of Construction Cultures History of Construction Cultures: Proceedings of the 7th International Congress on Construction History (7ICCH 2021)*, Lisboa: History of construction cultures, London: CRC Press, Taylor & Francis, Vol.2. 658-665.
- Paredes y Guillén, Vicente. ca. 1883. *Construcción sin cimbra de las bóvedas de ladrillo con toda clase de morteros* (manuscrito, Archivo Histórico Provincial de Cáceres, legado Paredes). Facsímil en Francisco Javier Pizarro Gómez y José Sánchez Leal (eds.) 2004. *Tratado de bóvedas sin cimbra de Vicente Paredes Guillén*. Badajoz: Consejería de Fomento de la Junta de Extremadura.
- Paris, Vittorio. 2020. «On the equilibrium of self-balanced shells under construction», tesis doctoral inédita, University of Bergamo.
- Pleguezuelo Hernández, A. (1990). «La Lonja de Mercaderes de Sevilla: de los proyectos a la ejecución». *Archivo español de arte* 63 (249). 15-42
- Rabasa Díaz, Enrique. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano y COA de Islas Baleares,
- Rabasa Díaz, Enrique, Ana López Mozo, y Miguel Á. Alonso Rodríguez. 2022. «Técnica y forma del sistema de bóvedas de ladrillo por hijas en las fuentes escritas españolas», en Pedro Plasencia Lozano, Ana Rodríguez García, Rafael Hernando de la Cuerda, Santiago Huerta Fernández, *Actas del Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción: Mieres, 4 - 8 de octubre de 2022*, Madrid: Instituto Juan de Herrera, 939-948
- Rixner , Wolfgang y Jerg Reiter. 1445–1599 (Rixner 1445–1515 y Reiter 1540–1599). *Bauhüttenbuch des Wolfgang Rixner*.manuscrito conservado en Viena, Albertina, Cim. VI, Nr. 5.
- Svanberg , Jan. 1983. *Master Masons*. Upsala: Carmina.
- Viollet-le-Duc, Eugène. 1867. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*. Tomo 4. París: Morel.
- Wendland, David. 2007c. “Traditional Vault Construction Without Formwork: Masonry Pattern and Vault Shape in the Historical Technical Literature and in Experimental Studies.” *International Journal of Architectural Heritage*, 1 (4): 311-365.

Historia de la construcción y de la destrucción de las murallas de La Habana (1558-1863)

Ignacio Javier Gil Crespo

La protección de la ciudad de La Habana fue un objetivo principal para la corona española, ya que era el puerto principal desde el cual los barcos retornaban de América hacia la metrópoli con valiosas mercancías. Por ese motivo, la fortificación de la entrada a la bahía fue una preocupación desde los primeros tiempos de la fundación de la ciudad, en 1519. La bocana de la bahía se fue progresivamente fortificando con un sistema de fuertes que la hacía impenetrable para un potencial enemigo (Gutiérrez 2005; Ramos Zúñiga 2006; Blanes Martín 2012). Sin embargo, existió otra preocupación aún mayor por parte de los ingenieros militares, que fue la fortificación de la ciudad por la parte de tierra. Por ese motivo, desde bien temprano se comenzó a levantar una muralla que, debido a las demoras en la construcción, quedó pronto obsoleta, por lo que hubo que implementar sucesivamente la capacidad defensiva. Así, en La Habana conviven sucesivas capas de sistemas fortificados. Cada uno de ellos, que complementa al anterior, responde a las necesidades de su época y al desarrollo de la artillería y las capacidades defensivas. Por este motivo, en La Habana se puede comprender la historia de la fortificación desde el siglo XVI hasta finales del XIX, siendo éste uno de los valores patrimoniales por los que la ciudad fue declarada, en 1982, Patrimonio Mundial junto con su sistema de fortificaciones.

Esta publicación desarrolla el análisis de las murallas de La Habana y los sucesivos sistemas y proyec-

tos de protección de la parte de tierra. Los fuertes de la bahía (San Salvador de la Punta, el Morro, la Real Fuerza y San Carlos de la Cabaña) han sido prolíficamente estudiados tanto como sistema como monográficamente. Sin embargo, la defensa de la parte de tierra y los problemas que tuvieron los ingenieros para defender esta parte de la ciudad es un tema que no ha sido tratado con la misma profundidad. Esta investigación utiliza, además de la documentación bibliográfica, material inédito de los archivos militares junto con la toma de datos *in situ* desarrollada durante varias campañas (Gil Crespo 2018; 2019a; 2019b; 2020b; 2020a).

PROYECTOS, TENTATIVAS Y CONSTRUCCIÓN DE LAS MURALLAS DE LA HABANA (1558-1740)

La situación geográfica de La Habana Vieja, en la boca de la bahía, hizo que la primera fortificación se desarrollase hacia la protección de la costa y la bocana del puerto. Sin embargo, una vez garantizada la defensa de ambas orillas de la entrada al puerto, surgió la preocupación por la parte oriental de la ciudad o parte de tierra. Desde mediados del siglo XVI (1558) se había planteado el amurallamiento de la ciudad ante el temor por el ataque de piratas, pero se fue postergando el proyecto. En 1572 se hizo un primer intento de cerrar la ciudad barreando las calles.



Figura 1
Cubo del Revellín de Logroño. (Colección del autor)

Un primer tramo de muralla enfrentada a mar abierto se construyó a finales del siglo XVI entre el fuerte de San Salvador de La Punta y el bosque. La primera construcción de este fuerte, levantada de manera provisional por Juan de Tejeda, estaba formada por trincheras con plataforma de fajinas y tierra, sobre la que dispondría de dos piezas de hierro traídas desde el castillo de La Fuerza. El fuerte comienza su construcción definitiva en 1588 siguiendo la traza de Bautista Antonelli, y dentro del diseño del sistema defensivo del Caribe (Flores Román 2013; 2017; Gil Albarracín 2019).

Será en 1601 cuando la Junta de Guerra, según la cédula del 27 de septiembre de 1601) recomienda realizar obras de defensa de la ciudad por la parte de tierra bien con un foso que corte desde la caleta de San Lázaro hasta la ensenada de Atarés o bien con trincheras.

El siguiente gobernador, Pedro Valdés (1602-1608), encargó al ingeniero Cristóbal de Roda el estudio de la fortificación de la ciudad. El proyecto de Roda planteaba una muralla con foso húmedo entre la costa y la bahía y con un área más amplia que la propuesta por Maldonado, denominada «cerca vieja». La muralla proyectada tendría cuatro pies de ancho y ocho de altura de muro de cantería más otros tres pies de ladrillo. A pesar de todo, Cristóbal de

Roda pensaba que no debía amurallarse la ciudad ya que no había población suficiente para defenderla y el coste era elevado, aun cuando se reservase la sillaría de piedra para las esquinas y las cortinas se hiciesen de tapia.

A pesar de la importancia del puerto de La Habana, la corona no se hace cargo de los gastos de la fortificación de la ciudad. Los vecinos no son capaces de aportar los medios, como aparece reflejado en las quejas de los gobernadores. Estos hechos hacen que el proyecto de amurallamiento se fuese continuamente posponiendo. A mediados del siglo XVII se vuelve a plantear la necesidad de cerrar la ciudad por la parte de tierra ante el temor de los ataques portugueses y holandeses. El gobernador Don Álvaro de Luna y Sarmiento (g. 1639-1646) encargó a Juan Bautista Antonelli el refuerzo y nueva construcción de las fortificaciones. El ingeniero considera más urgente la construcción de las torres costeras de Cojimar y la Chorrera antes que el amurallamiento, por lo que el proyecto fue postergado (Roig de Leuchsenring 1960; Weiss 1972, 80 e 154-55). El plan de amurallamiento se retrasa continuamente, ya que durante el gobierno de Francisco Gelder (1653-1654) se hizo la propuesta de abrir un canal desde la ensenada de Atarés hasta la caleta de San Lázaro acompañado de una trinchera y estacada

según la Real cédula de 21 de enero de 1656, «quedando aislada la población, y así más defendida y segura» (Arrate 1949, 58). Este canal sustituiría a la muralla y tendría un trazado más amplio que la finalmente construida, lo que, a juicio de Weiss (1972, 80), hubiese facilitado el crecimiento cómodo y libre de la ciudad.

Es con el siguiente gobernador, Juan Montaña Blázquez (1655-1656), cuando se inician las obras de construcción de la muralla definitiva, ante el temor de un ataque inglés tras la toma de Jamaica en 1655. Se proyecta una muralla de diez baluartes y dos medios baluartes en los extremos y se imponen tasas y obligaciones de contribución, contándose además con presupuesto de la Caja Real. Se replantea el trazado y se expropian algunas casas para derribarlas (compensando a sus propietarios), además de establecerse impuesto de sisa sobre el vino vendido. El regidor Ambrosio de Sotolongo es nombrado sobrestante de las obras y se comenzó a extraer piedra y a construir hornos de cal. También se preparan medios auxiliares y de transporte y herramientas. El vecindario había acordado contribuir con 9.000 peones. Con todo preparado para comenzar una gran obra, el gobernador fallece y se paraliza la construcción por falta de fondos y por la Cédula Real de 18 de septiembre de 1656 que ordena suspender todo trabajo en las murallas (Weiss 1972, 159-60).

La obra se sigue retrasando continuamente por falta de fondos. En 1667, el gobernador Francisco Dávila Orejón (1665-1670) hizo la propuesta de levantar una obra provisional de tierra y fajinas, siempre bajo el temor de ataques extranjeros por la parte de tierra de La Habana, pero ante la falta de capital Real proveniente de la caja de México se tiene que abandonar de nuevo la construcción (Real Cédula de 9 de mayo de 1672) (Roig de Leuchsenring 1960, 61)

El 3 de febrero de 1674, bajo el gobierno del maestre de campo Francisco Rodríguez Ledesma (1670-1680), de la orden de Santiago, se coloca una lápida que conmemoraba el comienzo de las obras de la muralla por su trazado meridional. Este gobernador consigue llevar a cabo la mayor parte de las obras de las murallas, con la mano de obra de los 9.000 peones comprometidos por el vecindario (Arrate 1949, 59). Nombra maestro mayor de la muralla a Francisco Pérez, que era el maestro mayor y alarife de la ciudad de La Habana (Weiss 1972, 83-

84). En 1675 hace traer al ingeniero Juan de Siscara Ibáñez. Había sido nombrado ayudante de ingeniero en 1663 y ese mismo año embarca y llega a Santiago de Cuba, donde trabajó en la reedificación de las fortificaciones arrasadas por los ingleses y otros trabajos. Será este ingeniero el que trabaje durante varios años en la construcción de la muralla habanera (Weiss 1972, 160).

La muralla termina por cerrar la parte de tierra durante el gobierno de Diego de Córdoba y Lazo de la Vega (1695-1702) (Weiss 1972, 80-81). Se cierra el tramo desde La Punta a la Tenaza y de aquí hasta el Hospital de San Francisco de Paula. En 1708, en tiempos del gobernador Laureano de Torres, marqués de Casa-Torres (1708-1711), se construye el baluarte de San Telmo entre La Punta y la Real Fuerza, pero acaba siendo derribado en 1730 ante su inutilidad (Arrate 1949, 60). En 1727 se cierran algunos tramos de la bahía. En 1734 se produce una alteración: adosado al extremo sur de la muralla, junto a la Tenaza, se emplazan los astilleros y se abre una nueva puerta para su acceso.

El cierre total de la ciudad finaliza en 1740, cuando gobernaba Juan Francisco Güemes y Horcasitas (1734-1746). Se demuele y se vuelve a reforzar el tramo entre la Tenaza y Paula y se continúa el frente de la bahía, dejando sin cerrar, con el fin de facilitar el movimiento de barcos, tan solo un tramo entre los muelles de Luz y Caballería. Como exclama Weiss (1972, 160): «¡ciento ochenta y dos años después de que por primera vez se pensó en construir las, y a un costo, según Pezuela, de tres millones de pesos!»

Tras la toma por los ingleses en 1762, con fuerte utilización de la artillería (Morón García 1997), se reparan algunos tramos que habían sido bombardeados. El final definitivo de la obra de fortificación no termina hasta 1797, cuando se excava el foso y se construye el camino cubierto.

La muralla cierra la ciudad desde el castillo de la Punta hasta la bahía. No obstante, esta muralla no presentaba una calidad defensiva apreciable, ya que el camino cubierto carecía de defensas adelantadas además de que el foso estaba mal proporcionado en cuanto a su base en relación a la profundidad. Las necesidades de la ciudad hicieron que el número de puertas creciese desde las dos iniciales y que el paso se realizase por puentes de buena construcción de cantería, lo cual era contraproducente a efectos de defensa.



Figura 2

Proyecto y desarrollo de la construcción de la muralla en el último cuarto del siglo XVII. La Habana en 1675, *Planta que remitió el Real Consejo* (AGI, MP-SD-70); La Habana en 1677, *Planta y discreción de toda la circunvalación echada y por hacer de la ciudad de la Havana* (AGI, MP-SD-7); La Habana en 1679, *Planta y fortificación de la ciudad de la Havana* (AGI, MP-SD-81); La Habana en 1691, (AGI, MP-SD-97)

La muralla, en palabras del regidor e historiador José Martín Félix de Arrate que la vio en el siglo XVIII, «aunque no es muy gruesa, es de buena canteoría, y tiene toda competente terraplén y regular foso; y en los baluartes hay garitones para el abrigo de centinelas, y ha cabalgada correspondiente de artillería» (Arrate 1949, 59-60). El historiador Pezuela, en su *Diccionario*, describe la muralla en los siguientes términos (Pezuela 1863, vol. 3, p. 59):

Consta su polígono de nueve baluartes y un semibaluarte, unidos por cortinas intermedias, pero reducidos, y sólo susceptibles de cuatro piezas en sus caras y dos en cada flanco. Los terraplenes constan por algunos lados de muros de contención, siendo las escarpas y parapetos de mampostería. Los fosos son de una

anchura desproporcionada a su poca profundidad. El camino cubierto, con sus correspondientes plazas de armas, carece de troneras, terrazas, caponeras y reவில்les, comunicándose con lo exterior por medio de seis puertas. Por las caras que miran al mar y al interior de la bahía, y por donde son más sólidos sus lienzos, el recinto se extiende por los límites de la misma playa formando paralelas y perpendiculares hacia el canal de entrada a la bahía.

También nos informa Pezuela de que la muralla, con cortinas de 250 varas de frente (unos 210 m), tenía un total de 180 piezas de artillería de todos los calibres. Desde el camino cubierto, comenzaba el glacis con una distancia de 1.500 varas (unos 1.250 m).

EL CRECIMIENTO DE LA CIUDAD Y LA REFORTIFICACIÓN DE LA PARTE DE TIERRA (1746-1779)

Con la muralla recién terminada, los ingenieros Antonio Arredondo y Bruno Caballero diseñan un nuevo trazado de las murallas, dado que el núcleo urbano original y cerrado por las murallas se había colmatado y comenzaba a sobrepasarlas (Gómez y López 2016). Este proyecto contemplaba la construcción de una gran obra seis baluartes con dos puertas y sendos revellines frente a ellas, foso, camino cubierto y glacis. Esta muralla estaría fuertemente artillada: cinco piezas en cada frente del baluarte, tres en la gola y diez en las cortinas. Arrancaba desde los astilleros reforzando la tenaza y el primer baluarte de la muralla primitiva y se volvía a unir en el baluarte de San José junto al castillo de la Punta, que quedaría anulado y sepultado por el glacis de la nueva obra.

Siendo gobernador Francisco Antonio Cagigal de la Vega (1747-1760), se retoma la idea de estudiar y reforzar la fortificación de la ciudad y para este cometido llega en

1757 el ingeniero Jorge Abarca. Éste muere en 1759 sin haber podido llevar a cabo la construcción de un fuerte en el alto de la Cabaña debido a la dilación burocrática de la administración española. Tras el episodio de la toma de la ciudad por los ingleses y habiendo quedado en evidencia la debilidad de la defensa precisamente en el alto la Cabaña se hace venir al hermano de este ingeniero. Silvestre Abarca llega a La Habana en 1763 con el gobierno de Ambrosio Funes de Villalpando, conde de Riela, que sustituye al gobernador inglés George Keppel, conde de Albermarle, y se postula como uno de los más grandes ingenieros militares del XVIII.

La preocupación del conde de Riela es la defensa de las partes más expuestas de la ciudad ante otro hipotético desembarco enemigo y por eso inicia un plan de fortificaciones dirigido por el ingeniero Abarca. Un primer proyecto plantea un refuerzo de la muralla consistente en una gran corona con medias lunas, un recinto exterior comunicado con la plaza mediante un camino cubierto y un extenso glacis, además de un canal entre la bahía y las cercanías de San Salvador de la Punta. Ya se plantea la fortifica-



Figura 3
Plano del nuevo proyecto para la muralla de La Habana por Antonio de Arredondo y Bruno Caballero (12 de junio de 1746) (SCE, 89)

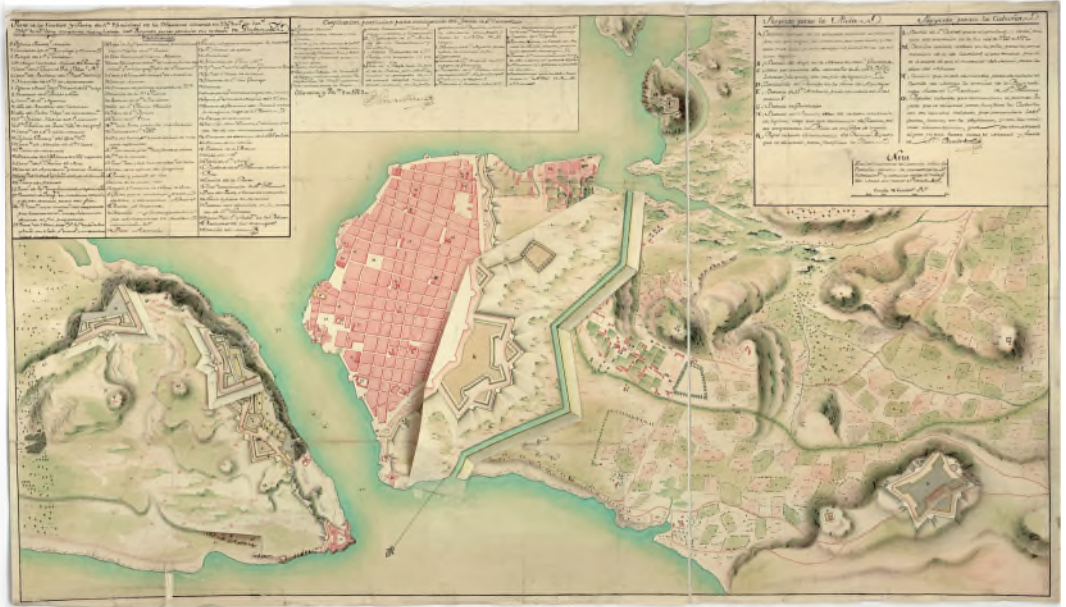


Figura 4
Proyecto de Silvestre Abarca para fortificar la parte de tierra de La Habana en 1763 (SCE Ar.J-T.5-C.4-111)

ción del alto de la Cabaña con diversos fuertes. Este proyecto se abandona, ya que hubiese supuesto un gasto excesivo y no hubiese permitido el crecimiento de la ciudad. En cambio, se construyen los fuertes de San Carlos de la Cabaña (1763-1774), sobre el promontorio que supuso el punto débil de la fortificación de la bahía y por el que se produjo el ataque inglés y la posterior toma de la ciudad, el Castillo del Príncipe (1767-1779) sobre la loma de Aróstegui como principal punto fuerte en la defensa por la parte de tierra, y el Castillo de Atarés (1763-1767), sobre la loma de Soto dominando la bahía (Gijón Granados 2014). En la construcción de estos dos últimos fuertes, que son los que refuerzan la defensa por la parte de tierra, participaron el ingeniero belga Agustín Crame y Luis Huet para el del Príncipe (Arjona 1982, 26-27).

El ingeniero soriano realizó un importante estudio para poner en estado de defensa las construcciones militares titulado *Defensa de La Habana y sus castillos (Proyecto de defensa de la Plaza de la Habana, y sus Castillos, hecho por el Brigadier, é ingeniero Director D. Silvestre Abarca en 31 de Diciembre de 1773)* (reproducido íntegramente por

Roig de Leuchsenring 1960). Abarca plantea las posibilidades de desembarco enemigo y estudia los impedimentos y defensas naturales, así como la manera de completarlos y aumentarlos con baterías de artillería, trincheras y fusilería (Abarca 1773, en Roig de Leuchsenring 1960, 99 y siguientes). La ubicación de los fuertes o castillos del Príncipe y de Atarés garantizaba el cruce de fuegos con los de los fuertes que ya existían en la ciudad «sin que nadie pueda arrimarse a ella sin ser ofendidos por los expresados fuertes» (Abarca 1773, en Roig de Leuchsenring 1960, 119). El castillo del Príncipe es un poderoso reduto que podía defenderse con cuatro compañías (300 hombres), mas si comenzaba un sitio podía albergar hasta 600 hombres. Por su parte, el castillo de Atarés, más pequeño, estaba artillado con 21 cañones de a veinte y cuatro montados (Abarca 1773, en Roig 1960, 115-120). El concepto de fortificación es completamente distinto a los proyectos anteriores: en lugar de una potente muralla se aboga por la ubicación de puntos fuertes que cruzan fuegos y que permiten el crecimiento de la ciudad. Este mismo debate se volverá a producir a mediados del siglo XIX.

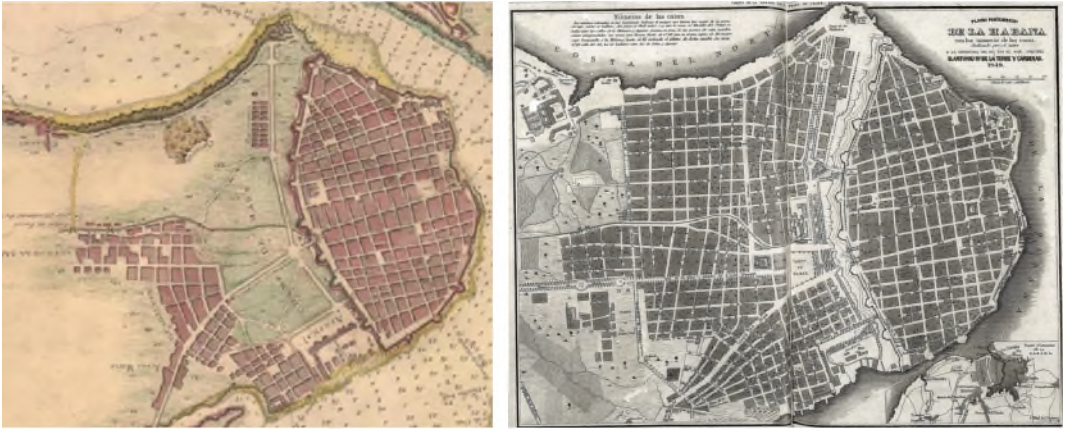


Figura 6

Crecimiento de la ciudad de La Habana entre 1798 y 1849. A la izquierda, descripción del puerto y la ciudad en 1798, de D. José del Río (Biblioteca Nacional de Cuba José Martí, MN, Secc. Cartog. XVI-A-2). A la derecha, *Plano pintoresco de La Habana*, de José María de la Torre y Cárdenas (1849).

del río Almendares, y que hacía de barrera de protección natural que impedía el acercamiento enemigo ya que se había prohibido, desde 1565, la apertura de caminos en su interior (Weiss 1972, 208, nota 2).

En un informe de 1817 se explica el «origen y causas del progreso de los Barrios extramuros» (AGMM, caja 2816, 174-1). La población crece por fuera del recinto proyectado y construido principalmente en el siglo XVII debido a que el puerto adquiere una gran importancia en el tránsito de mercancías y personas entre América y la Península Ibérica, ya que la bahía de La Habana era óptima para acoger las escuadras grandes. La prosperidad de Cuba y su capital a finales del XVIII se debe a la liberación del comercio de 1778. El crecimiento es tan rápido y la actividad del Arsenal Real de la Marina, la Real Factoría de Tabaco y el Arsenal de Correos es tan fuerte que los habitantes desbordan las murallas y comienzan con «la construcción de casas de paja y otros materiales combustibles a sus inmediaciones, muchos de ellos por el deseo de vivir próximos a sus talleres y ejercicios».

De la correspondencia entre los militares responsables de la defensa de la plaza de La Habana con el Gobierno de la Isla y de la metrópoli conservada en el Archivo General Militar de Madrid (AGMM), se pone en evidencia el problema de mantener en funcionamiento defensivo la muralla

ante el descontrol en el crecimiento de la ciudad. El celo de Abarca consiguió hacer cumplir la ley de no edificar a menos de 1.500 varas de la muralla (según las ordenanzas militares). La prohibición (Real Orden de 8 de octubre de 1802) de construir en zonas polémicas (hasta el alcance de un cañón) sólo se mantuvo durante los primeros años del siglo XIX. Aun así, fueron creciendo barrios extramuros (la Salud, Guadalupe y Jesús María, además del Arsenal) que con el tiempo se fueron consolidando y adquiriendo forma urbana y funcionamiento social al contar con ermitas y trama urbana definida desde las vías de comunicación que salían de La Habana (calzada de la reina, calzada del Monte y la Zanja Real) (Weiss 1972, 208-9). Durante el siglo XIX se colmatan esos vacíos y, durante el gobierno del general Miguel Tacón y Rosique, marqués de la Torre (1834-1838) y de su sucesor, Joaquín de Ezpeleta (1838-1840) se emprenden grandes obras y ordenaciones urbanas con nuevos paseos, calzadas y alamedas. En estos terrenos se comienzan a levantar edificios lúdicos y comerciales, como el teatro, la plaza de toros, el circo, salones de baile y el jardín botánico (González Fernández 1994, 235), saturando la franja del glacis progresivamente con usos recreativos y sociales e inutilizando la defensa de la muralla (Amigo Requejo 2014a; 2014b; Philippou 2014)

EL MAL ESTADO DE LAS MURALLAS Y EL DEBATE SOBRE SU (IN)UTILIDAD (1815-1850)

Los ingenieros velaban por mantener libres las zonas polémicas, ordenando la demolición de las construcciones erigidas en ellas y denunciando ante sus superiores el estado de abandono de las murallas. Tras los levantamientos de Santo Domingo (1808) y la pérdida de La Florida (1819), la situación de La Habana como puerto seguro quedaba debilitada y frente al poder naval y la presión de Estados Unidos. Se temía un posible levantamiento de las «castas de color», por lo que se comienza a debatir sobre la fortificación de la ciudad y sobre la utilidad efectiva de las murallas. Tras los años de la dominación francesa, la jura de la Constitución de Cádiz y la restauración de la monarquía de Fernando VII, siendo gobernador José Cienfuegos y Castellanos, se emiten una serie de Reales Decretos entre 1817 y 1819 que buscaban por un lado el aperturismo económico y por otro garantizar una base social española ante el aumento de la población de color. En este contexto, durante la primera mitad del siglo XIX, se redactaron diversos informes que demostraban la preocupación de los ingenieros con el mal estado de las murallas y las fortificaciones de La Habana (Gil Crespo 2018; 2019a).

El 21 febrero de 1815, el ingeniero Germán Montaña presenta una «Relación de los reparos que necesitan las obras de fortificación y edificios militares que constituyen las defensas de esta plaza y cálculo del costo a que próximamente podrán ascender» (AGMM, caja 2810, 171-1-1). El informe estudia las fortificaciones habaneras exponiendo sus daños y cómo se debería reparar, así como su coste. En cuanto a la muralla, se menciona que hay partes que deben ser demolidas por su estado de ruina:

En toda la existencia de la muralla hay una infinidad de boquetes, los cuales, cada día se van haciendo mayores, y de no repararlos en tiempo sucedería lo que ha sucedido con la cortina del frente de la plaza de San Fran[cis] co que con solo un boquete que tenía se ha caído casi toda, y el resto que ha quedado en pie no tiene otro remedio que demolerlo para hacerla toda de nueva.

El 12 de agosto de ese mismo año, el ingeniero director Antonio Ventura Bocarro redacta su «Relación descriptiva de la plaza de la Habana con referencia a un plano q. manifiesta el deplorable estado e inutilidad

de su defensa y la de sus fuertes, ocasionada por varias causas, principalmente por sus barrios extramuros: origen y motivos del progreso de estos, y los medios que se han propuesto por los Jefes Superiores de esta isla para la defensa de ellos en el irremediable extremo en que se hallan» (AGMM, caja 2816, 174-1). En este informe se menciona que la muralla o magistral tiene un estado indefenso y «es tan defectuoso que casi toda ella necesita un recalzo gral, especialmente la parte que mira al mar que a flor de agua está falto de varios sillares, y otros desprendidos, de modo que algunos Baluartes y Cuerpos de guardia se hallan apuntalados». La ruina también afecta al foso de la parte de tierra, que «se halla informe» así como a la contraescarpa y al parapeto del camino cubierto. Denuncia que los vecinos construyen apoyándose en la propia muralla, inutilizando el camino de ronda que queda interceptado por los muros.

Tras explicar los motivos por los que ha crecido la ciudad, y la previsión de prosperidad que hará que siga en crecimiento, y de proponer una nueva muralla acompañada de un foso, Bocarro concluye que la vieja muralla quedaría inutilizada tras la construcción de la nueva. Expone que sería oportuno demolerla para aprovechar los materiales en la nueva fortificación y propone la venta del suelo resultante. El producto de la venta sería, en opinión de Bocarro, suficiente para levantar la nueva obra con, incluso, sobrante que ingresaría en el Real Erario:

con motivo de la traslación de la magistral a otro punto, sería preciso desbaratarla, cuyos materiales podrían aprovecharse en la nueva, terraplenándose el foso al pie de la antigua, y podrían venderse al público multitud de solares que encierra su vasto terreno, con el que ocupa el glacis, camino cubierto y explanadas, tal vez á 2.500 pesos o 3.000 cada uno, componiendo quizá un total de 300.000 pesos a favor del Real Erario, y cuya cantidad sobrava [sic] en mi concepto para fabricar la proyectada.

La propuesta es tomada en serio y, al año siguiente, el gobernador José Cienfuegos y Castaño (1816-1819) envía al ingeniero Bocarro con recomendaciones para la obra de la nueva fortificación:

como para las obras de semejante naturaleza son necesarios multitud de operarios que en este País juzgo difícil encontrar de modo que se aceleren según conviene, me parece sería muy del caso admitir un número de negros, que acaso prestarían gustosos muchos de los dueños de

las casas fabricadas, descontando de su respectiva cuota el valor de sus trabajos, pero entregados al ramo de fortificaciones mientras esta durase.

Presenta su preocupación de que el sistema de defensa adoptado deje indefensa la plaza por lo lejano que está de ella. Habla sobre la venta de terrenos. Solicita un «padrón exacto de todos los edificios» y su valor, «y que de ese producto se empiezen a formar los considerables acopios de máquinas, instrumentos y materiales que han de ser precisos para cuando S.M. tenga a bien resolver sobre todos los particulares».

En agosto y noviembre de 1819 se informa sobre un pleito con el Ayuntamiento y la Capitanía General sobre el acordamiento de parcelas y la ocupación de los solares cercanos a la muralla, debido a que la población está creciendo y se están ocupando los terrenos extramuros. Se solicita realizar un plano de delimitación y de nivelación del terreno. El pleito llega a Madrid y se emite una Real Orden de 30 de septiembre de 1819 por la que se decreta diseñar un «plan o proyecto de aumentar y perfeccionar las defensas de aquella plaza» instando al ministro de la Guerra para que dé empuje al proyecto (AGMM, caja 2810, 171-1-1).

El asunto parece olvidado hasta que el crecimiento desmesurado de la población hace de las murallas una incomodidad urbana y una separación social. Veinte años más tarde se produce una discusión en cierto modo tensa y con malentendidos que involucra a varios ministerios y se tienen que producir rectificaciones, pero que no deja de reflejar el sentimiento que había entre la población habanera por las murallas de la parte de tierra. El cinco de febrero de 1839, el Mariscal de Campo Narciso López firma una carta dirigida al gobierno en la que comienza exaltando su patriotismo («la suerte y ventura de la patria ha sido el primero y constante objeto de mis afanes y desvelos») y la importancia de la plaza («La ciudad de la Habana, a cuya prosperidad y elementos fecundos ha debido tanto la Metrópoli en muchos de sus agovios [sic]») para, en seguida, pasar a argumentar sobre la inutilidad de las murallas (AGMM, caja 2810, 171-1-3, 5-2-1839/12-9-1843):

En aquella pingüe ciudad ecsiste [sic] hoy día una muralla antigua, casi arruinada, ineficaz para el objeto de su construcción; pues formada en tiempos en que estaban reducidos a la mitad los límites de aquella población, no puede ya defender este punto que con el aumento de ve-

cindario ha dejado aquel muro en el centro de la ciudad. Lejos de favorecer, perjudica más bien esta muralla; sin la cual recibiría la Habana un desahogo y ensanche que tanto ecsige [sic] el aumento rápido de su población.

La finalidad del informe es la conveniencia económica de demoler las murallas, aprovechando la opinión pública que lo demandaba por cuestiones urbanísticas y también quizá por haber adquirido un significado discriminatorio entre los habitantes de intramuros y extramuros. Aprovechando este escenario, López se apresta para hacerle al gobierno una oferta que no podría rechazar:

No siendo necesaria aquella derruida obra, parece que la prudencia y el interés aconsejan que se saque de ella todas las ventajas que fuesen posibles... Con tal que el Gobierno de S.M. se muestre dispuesto a verificar la venta de aquel muro, su terreno anejo, y el jardín social que está contiguo, y que ninguna utilidad produce, yo me prometo reunir con el apoyo de algunas casas respetables la cantidad de cuarenta millones de reales, y aun tal vez alguna suma de mayor monta, aplicando a la amortización o pago del préstamo los productos... En esta operación, Excmo. Sor, el Gobierno de S.M. no arriesga nada; porque la enagenación [sic] de las fincas que forman la base de este negocio, sobre ser aquellas de todo punto inútiles, no se verificará hasta que se tenga seguridad más completa de percibir su importe... En cambio, ni un solo real tiene que desembolsar el erario.

La cuantía de 40.000.000 de reales (2.000.000 de pesos, lo que casi septuplica la estimación de 300.000 pesos que había hecho Bocarro en 1817) parece seducir al gobierno a través del Ministerio de Hacienda y la idea comienza a circular por el Consejo de Ministros. Bien pronto, tras el recibo del informe de López (llega a Madrid el 26 de febrero), el dos de marzo de 1839 el Consejo de Ministros emite una Real Orden por la que se daba autorización «a la Comisión Regia de la Habana para que si encontraba conveniente la venta de la referida muralla y sus terrenos adyacentes, pudiese desde luego llevarla a efecto, destinando la mitad del producto a las fortificaciones y la otra mitad al erario público», que es trasladada del Ministerio de Marina, Comercio y Gobernación de Ultramar al de la Guerra.

Ante la oposición «con fortísimas razones a la demolición de la muralla» por parte del Ingeniero General, el Ministerio de la Guerra informa a Su Majestad y el 18 de abril se resuelve una Real Orden para



Figura 7
Estado de las murallas hacia 1850 (Fototeca de Cuba)

que «no se llevase a efecto la referida venta de la muralla vieja de la Habana, por ser dicha operación enteramente contraria a la conservación de la isla de Cuba, opuesta a todo principio de defensa y altamente impolítica, por las consecuencias que inmediatamente harían más complicado y difícil el mando de aquella parte rica de las posesiones ultramarinas». La carta que el Ingeniero General había enviado al Secretario del Despacho de la Guerra el 16 de marzo de 1839 sobre el oficio del Ministerio de Hacienda y representación hecha el mismo por el General Narciso López proponiendo la venta de la fortificación de la Habana expresaba en primer lugar su malestar por lo inoportuno de este debate y que se haya tenido en consideración:

no puedo por menos de decir que no se sabe qué deba llamar más la atención y causar más extrañeza si el ver a un militar dirigirse al Ministerio de Hacienda con la propuesta de que se destruya y venda una fortificación, o que el citado Ministerio admita esta exposición.

Y continúa más adelante explicando la situación de las murallas como elemento militar respecto a la presión urbanística (AGMM, caja 2810, 171-1-3, 5-2-1839/12-9-1843):

V.E. y sus antecesores saben bien los esfuerzos que he hecho para que se ponga un coto a los abusos de edificación y que se dege espedito al menos el glacis de una fortificación que es la única defensa que tiene la Habana por aquella parte, y aunque el celo del Cuerpo de Ingenieros no haya podido contrarrestar el embate del in-

terés privado, patrocinado o mal contenido por quien debiera oponerse a él, aún subsisten aquellas defensas y la prohibición de edificar en su inmediación y aún pueden servir para sostener la plaza y para tener en respeto a quien intentase apoderarse de ella, siquiera se abrigase en el mismo caserío ilegalmente construido en su frente.

Desde el ramo militar se sigue argumentando sobre la necesidad de conservar la muralla y se muestra oposición al derribo y venta de solares. El 29 de julio de 1839 el Capitán General de la Isla de Cuba emite un informe al Secretario de Estado y del Despacho de Guerra en el que le comunica que es la única defensa que La Habana tiene por la parte de tierra y que es necesaria «en el caso desgraciado de una agresión extranjera o de algún alzamiento o sublevación en los campos o inmediaciones de extramuros». No obstante, también deja claro que se están proyectando nuevas defensas, pero que hasta que no se construyan la muralla sigue siendo un elemento de defensa necesario. Para la construcción de las nuevas defensas, que no deja claro su tipo (nueva muralla como en proyectos del XVIII o conjunto de fortines y trincheras), pero sí advierte de la necesidad de que se reserve una zona militar de 120 varas antes de que la edificación siga colmatando el terreno.

Mientras se producen estos cruces de opiniones entre los ministerios de Hacienda y Guerra en Madrid, la Comisión Regia de Cuba no tiene claro cómo proceder ante el conflicto generado por la emisión de reales órdenes de distintos ministerios con instrucciones contrarias, por lo que realiza una consulta. Así, el 31 de mayo de 1841 se resuelve la situación expresando que la venta sería «inoportuna, peligrosa y extemporánea».

A partir de 1841, el ayuntamiento solicita a la Corona la concesión de los terrenos que ocupan las murallas para ofrecer dotaciones públicas a la ciudad. Esta solicitud se repite en varias ocasiones (González Fernández 1994, 237).

El 27 de febrero de 1842 el Director Subinspector de Ingenieros Mariano Carrillo envía un informe al Capitán General de la Isla de Cuba sobre el estado de las defensas de La Habana (AGMM, caja 2810, 171-1-2). En este informe comunica que «estaba la muralla al mar en ruinas y aún queda una parte de ella y precisamente la más inmediata a la boca del



Figura 8

La zona alrededor de las murallas fue paulatinamente siendo urbanizada, perdiendo su carácter militar y transformándose en un paseo urbano. En la figura, las puertas de Monserrate a mediados del siglo XIX en el *Álbum pintoresco de la Isla de Cuba* (May 18--)

puerto en este triste estado?... “los parapetos de las obras, las explanadas, los pisos de los torreones, los almacenes y repuestos de pólvora, todo exigía recomposiciones inmediatas». La mayor potencia de las bocas de fuego producía vibraciones en la fábrica y había provocado algunos desperfectos. El temor del ingeniero es que en un momento crítico un ataque les pillase «con las manos en la masa», por lo que apremia a que se realicen las obras de reparación necesarias, derribando lo viejo para edificar nuevos tramos adecuados en su construcción a las nuevas exigencias.

LOS PROYECTOS DE FORTIFICACIÓN POR PARTE DE TIERRA (1817-1861)

Paralelamente al estudio de las posibles reparaciones de la muralla y al debate sobre lo oportuno de su demolición, se van redactando sucesivos proyectos de ampliación de las defensas de la parte de tierra de La Habana.

El proyecto de Bocarro (1817)

En el informe de Bocarro de 1817 citado antes se había planteado la posibilidad de construir una nueva muralla que cerrase la ciudad vieja y los barrios periféricos desde la caleta de San Lázaro hasta el puente de Chávez (AGMM, caja 2816, 174-1). Esta muralla estaría precedida por un foso-canal, a pesar de lo descomunal del proyecto, pero:

cuya obra la han considerado utilísima, tanto por otra razón, como por la que teniendo el puerto este desagüe al mar de fuera, no harán las lluvias los tristes efectos que se han observado en los sedimentos de tierras y basuras, asegurándose llega a dos pulgadas anuales la pérdida que va haciendo de su profundidad; dicho canal podrá servir de antefoso en caso de que S. M. dispusiera la fortificación en regla de la plaza con sus barrios, sin que sea un grande obstáculo la zanja que conduce el agua para las fuentes, y es el agente de las sierras del R. Arsenal, pues podría pasar por un acueducto.

La necesidad de reforzar el flanco occidental de la ciudad hace que se emita una Real Orden el 30 de di-

ciembre de 1817 en la que Su Majestad resuelve que el Capitán General de la Isla de Cuba «se encargue de meditar detenidamente y exponer el medio de realizar este interesante problema [variar el actual sistema de su fortificación ensanchando su población con la traslación de sus defensas a la línea que tiene por límites los puntos de Sn. Lázaro y Puente de Chaves por medio de un foso de agua] ... un proyecto tan trascendental y que tantas ventajas puede proporcionar aquella posesión» (AGMM, caja 2816, 174-1.) La recurrente idea del foso-canal que convirtiéndose La Habana en una isla vuelve a surgir después de los intentos y proyectos del siglo XVII.

Resurgimiento de la preocupación por la defensa occidental de La Habana (1850-1852)

Los acontecimientos sucedidos a partir de 1850, con alzamientos y rebeliones, obligaron a repensar el sistema defensivo de La Habana. Asumiendo que el flanco occidental de la ciudad de La Habana es el más débil y que la defensa en esta parte —la muralla— se ha quedado obsoleta y que tarde o temprano se procedería con su demolición, desde la Capitanía General de Cuba y la Subdirección de Ingenieros se elaboran sucesivos planes de fortificación. Ante el reclamo civil del derribo de la muralla y el conocimiento por parte de los militares de su mal estado e inutilidad, se proponen diversos proyectos de fortificación de gran escala y magnitud que tratan de abrazar y defender la ciudad por la parte de tierra, a la vez que se mejoran y adaptan los fuertes de la bahía (El Morro, La Cabaña, Atarés...).

En julio de 1852 se emite un Dictamen de la Comisión de la Junta de Generales sobre el proyecto de fortificación, donde se describe la isla, los habitantes por departamentos y “castas”, las comunicaciones, las fortificaciones de los puertos y los edificios militares. De cada fortificación ofrece una descripción de sus problemas y una propuesta de soluciones. Sobre la muralla expresa que «a pesar de los patentes vicios de la muralla vieja, debe conservarse arreglando sus terraplenes y fosos» (AGMM, caja 2810, 172-1).

Hacia 1844 se habría propuesto adelantar una línea abaluartada, a juzgar por la oposición que mostró el general Carrillo en 1852 en el dictamen mencionado, que se elabora un plan de defensa por el que se aprovecharan y reforman las defensas existentes a la vez

que propone la construcción de nuevas baterías. Se trata de un informe realista en el que se asume que la obra a realizar debe ser de poca entidad, pero de gran efectividad artillera y fusilera.

Respecto a la parte oriental al otro lado del puerto, el dictamen considera que el castillo de San Carlos de la Cabaña viene a desempeñar la función de ciudadela de La Habana y, después de varias reflexiones sobre ella, propone «que se ocupe con obras destacadas de campaña por el momento, y acaso permanentes después, la parte superior de las alturas que constituyen la angostura de la Península en cuyo fin se halla situado aquel castillo y el del Morro, escapando la caída del mismo terreno [h]acia la ensenada de Triscornia».

La respuesta del Conde de Miranda que presidía la Comisión apunta unos aspectos relevantes en lo referente a la política de defensa de la isla y su capital. Este documento menciona el «proceder hostil de aquel Gobierno [de los Estados Unidos] desde mucho tiempo ha» que ya se ve como una amenaza real, y sienta las bases de cómo debe ser la defensa no sólo de La Habana sino de la isla de Cuba en su conjunto: «respecto de la defensa general sienta la base de que la isla de Cuba se funda en que el enemigo no ponga el pie en tierra».

Entiende que, dado que las condiciones de la población de La Habana han cambiado, la vieja muralla ha quedado obsoleta. La «conveniencia y la justicia de abrazar en la defensa la población de extramuros» sugiere construir otra línea defensiva más adelantada. Sin embargo, el mantenimiento de dos líneas no era posible ni útil «por los padrastrós que cuenta y por que fuera costoso y de dudosas ventajas ponerla en estado de que pudiera defenderse», por lo que concluye que la vieja muralla «debe derribarse y vender oportunamente sus terrenos aplicando su producto al auxilio y desahogo de las cajas públicas».

Para la nueva línea defensiva, el informe considera que no debe coincidir con el caserío, sino que se debería adelantar hasta los puntos militares más dominantes situados en la parte de tierra entre el mar abierto y la bahía, esto es: desde la batería de Santa Clara, pasando por el Castillo del Príncipe hasta alcanzar el de Atarés. Esos tres puntos fuertes ya estaban en uso y propone construir otros dos en el cerro de las Ánimas y en la loma de los Jesuitas, de los cuales «este último resultaría ventajosamente amenazado a retaguardia de esta última línea» (AGMM, caja 2810, 172-1).



Figura 9
Planta general de la gran muralla fusilera con sus cuarteles y reductos entre San Lázaro y Atarés (AGMM, caja 2810, 171-3-1)



Figura 10
Batería de la Reina, primer punto fortificado del nuevo sistema diseñado en 1855 y que fue abandonado debido a su obsolescencia por el avance técnico de la artillería (fotografía de 1899-1903)

El proyecto para una nueva muralla fuertemente artillada (1855)

Entre febrero y junio de 1855, el coronel Juan de Ramón y Carbonell, el comandante Juan Álvares de Sotomayor y el comandante capitán Francisco Javier de Zaragoza redactan un proyecto de recinto continuo con reductos acasamatados, cuarteles defensivos, caponeras y un potente muro aspillero con escarpas y poternas que cerraba, a modo de muralla compleja y fuertemente artillada, los nuevos barrios que habían surgido extramuros de La Habana desde la caleta de San Lázaro hasta el castillo de Atarés (AGMM, caja 2811, 171-5-1). Este proyecto se aprueba por Real Orden de 12 de diciembre de 1855 e inicia su construcción con la batería de la Reina.

La nueva fortificación es un sistema artillado de fuertes aislados conectados por escarpas artilladas formando una suerte de gran muralla. Se proyectan seis grandes baluartes, un semibaluarte y una tenaza, con medias lunas y traveses adelantados. Tras los baluartes se sitúan edificios y defensas con capacidad para un gran número de efectivos de infantería. Los edificios están acasamatados y fuertemente artillados. Toda la cortina es un gran frente artillado y aspillero con escarpa, foso, camino cubierto, contraescarpa y glacis. Las potentes bóvedas de hormigón se cubren con una gruesa capa de tierra de unos 150 cm de espesor para amortiguamiento de los impactos sobre ellas (Gil Crespo 2019b).

Esta gran fortificación tiene un frente de unos 3.500 m y se complementa con obras exteriores como la batería de Santa Clara, la batería de San Nazario, el castillo del Príncipe que construyó Abarca en 1767, el fuerte en el alto de los Jesuitas que ya había sido propuesto en otros proyectos anteriores, además de otras obras avanzadas y de campaña.

El concepto general de esta fortificación seguía siendo el de cerrar La Habana con una muralla, adaptada en su diseño y construcción a la nueva artillería y al extensivo uso de la fusilería. Esta idea volvía a colocar un impedimento ante el ulterior crecimiento de la ciudad y requería un gran campo despejado en todo su frente. Sin embargo, los propios autores del proyecto reconocen que no les agrada plenamente esta solución denominada línea exterior, ya que se cortan las comunicaciones con el resto de la isla a la vez que todavía deja barrios extramuros que podrían ser tomados como posiciones para un enemigo en caso de un asedio.

El abandono de la idea de una nueva muralla: un sistema de fortificaciones exteriores (1861)

El gran avance de la artillería que se va desarrollando a lo largo del siglo XIX, con mayor potencia de tiro, alcance y puntería hace que la fortificación se adapte a las nuevas técnicas y evolucione su teoría. Por Real Orden de 29 de noviembre de 1858, se adopta en España el uso de la artillería rayada. En 1859 se comienzan a fabricar los primeros cañones rayados, que hizo cambiar el tipo de proyectil esférico a otro alargado. Paralelamente, la pólvora se modifica para que su reacción sea más lenta y progresiva. Los alcances pasan de los 2.000-3.000 m hasta los 5.000-6.000 m, llegándose a alcanzar los 7.500 m durante el sitio de París de 1870-71 por los cañones prusianos.

Este nuevo desarrollo artillero hace cambiar profundamente el concepto de la fortificación hacia el fuerte poligonal atenazado fuertemente artillado como grandes baterías. Los fuertes combinan el ataque artillero directo para distancias largas, la defensa de flancos desde caponeras y la apertura de muros aspilleros para un gran número de fusiles (Vigón 1947; Sailhan 1991, 179-80; Valdés Sánchez 1994; García de Madariaga 2018; Ramos Zúñiga 2020).

En 1861, el coronel ingeniero Nicolás Valdés presenta un nuevo proyecto de mayor amplitud y com-



Figura 11

Planta general del proyecto de Nicolás Valdés, que consiste en la distribución de fuertes poligonales en la parte de tierra (AGMM, caja 2810-02). Obsérvese que el ingeniero dibuja el área barrida por la artillería desde este sistema de fuertes mediante arcos de circunferencia de 2.500 m de radio, equivalentes al alcance efectivo medio de la nueva artillería de ánima rayada

plejidad para la defensa de la parte de tierra de La Habana (AGMM, caja 2810, 171-4-2). Este ingeniero, de azarosa y viajada vida y gran conocimiento y cuya figura ya hemos analizado en una publicación monográfica (Gil Crespo 2020b), desarrolla un proyecto consistente en varios fuertes y reductos que cierran en cinturón la extensión de los nuevos barrios que iban creciendo al oeste de la muralla vieja. El viejo debate de Silvestre Abarca, entre una potente muralla y un sistema de fuertes exteriores (que es lo que se construyó con los castillos de El Príncipe, Atarés y San Carlos de la Cabaña), vuelve a surgir. El proyecto de Valdés es de una envergadura mucho mayor que el de 1855 y da defensa a un área mucho mayor a la vez que abandona definitivamente la idea

de una nueva muralla. La propuesta, más moderna, ya no es un recinto más o menos continuo en forma de muralla, sino la construcción una serie de fuertes levantados sobre las lomas que se elevan al oeste y sur de La Habana y dispuestos de manera que cruzan sus fuegos, a la vez que albergan una gran cantidad de efectivos de tropa de infantería. Se sitúan estratégicamente defendiendo pasos y comunicaciones, entre ellas las del ferrocarril.

El proyecto estudia con detenimiento los perfiles de las baterías, fosos y alturas para calcular los alcances y las desenfiladas. El ingeniero, a pesar de que lo que presenta es un proyecto donde prima el estudio de la artillería y la poliorcética, sugiere la parte constructiva y esboza algunos detalles. La

construcción se realiza con gruesos muros y bóvedas de hormigón, de 1 m de espesor. Sobre las bóvedas se tiende una capa de amortiguamiento de hasta 3 m de tierra. Las baterías se blindan con entramados metálicos cubiertos por una capa de tierra de 140 cm de espesor. Las escarpas y taludes, como parte expuesta, se revisten. Valdés ofrece dos soluciones: con piedra en seco y con ladrillo a soga. En ambos casos, el aparejo dibuja una serie de arcos de descarga superpuestos que permiten que en caso de impacto no se desmorone todo el muro y su reparación sea rápida (Gil Crespo 2019b).

Precisamente ese año de 1861 (el 1 de febrero) entran en vigor las ordenanzas municipales de La Habana. Un año antes se había aprobado el crecimiento ordenado de El Vedado y estas ordenanzas recogían toda la normativa aplicable a la construcción civil en este barrio y el resto de la ciudad (Alfonso González 2014, 10-11). La tensión entre la autoridad civil municipal y el gobierno y la ingeniería militar es evidente.

LA DEMOLICIÓN DE LAS MURALLAS (1863 EN ADELANTE)

A pesar de todos los esfuerzos realizados por los ingenieros militares a lo largo de 305 años para defender la parte terrestre de La Habana, finalmente el deseo y la necesidad de la ciudad de liberarse del corsé que ello suponía para su crecimiento y comunicación entre barrios, y dado el mal estado de conservación, el recinto amurallado fue demolido en 1863.

A mediados del siglo XIX, las ciudades españolas vieron crecer su población debido a la emigración del campo a la ciudad, a la mejora de las comunicaciones con el ferrocarril y a otros motivos socioeconómicos (Terán 1999, 42 y ss.). En 1861 sólo el 26,7% de la población de La Habana vivía dentro del recinto amurallado, habiendo también una clara separación social (Pérez-Fuentes y Valverde 1999, 155-56). En esta época se estaba produciendo un fenómeno generalizado de transformación, modernización y ennoblecimiento común a muchas ciudades. Con argumentos higienistas, y habida cuenta de su obsolescencia, se promovió el derribo de ciudadelas, fortificaciones, puertas y murallas (Navascués Palacio 2000) en ciudades como Barcelona, Pamplona (Martínez Ruíz 2011), Palma de Mallorca o La Habana. La desaparición de las murallas venía acompañada de la pavimentación y saneamiento de las calles, la plantación de hilos de arbolado, la instalación de alumbrado público y el embellecimiento con fuentes, ornamentos y mobiliario urbano (Terán 1999, 54). Esta transformación, que ya venía produciéndose desde finales del siglo XVIII, conlleva a la generación de nuevos espacios públicos, denominados salones, donde los ciudadanos paseaban y se relacionaban. La concurrencia era masiva y fueron reclamados en todas las ciudades.

Una Real Orden de 22 de mayo de 1863, ampliada el 11 de junio, decretaba el derribo de las murallas; no hay que esperar ni dos meses para que comience la demolición. Sin haberse construido ninguno de estos proyectos de fortificación y defensa de la parte de tierra, el fin de la historia de las murallas de La Ha-

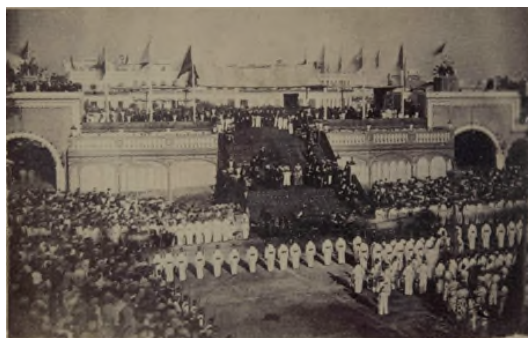


Figura 12
Ceremonia de la demolición de las murallas. Fotografía coetánea y dibujo del periódico satírico *Don Junípero* (9 de agosto de 1863)



Figura 13
Fotografía de 1889 mostrando el avance de los trabajos de demolición de las murallas en la Avenida de Miraflores, con la iglesia de Paula al fondo (Fototeca de Cuba).



Figura 14
Baluarte de Paula, uno de los pocos vestigios del recinto amurallado de La Habana, junto a la iglesia de Paula y el Museo de la Revolución (antiguo Palacio Presidencial) y el famoso SAU-100.

baña arranca el 8 de agosto de 1863 cuando, con solemne fiesta pública, jolgorio popular, bendición eclesiástica y preocupación militar, se inicia el derribo (Bianchi Ross 2017). Era gobernador entonces Domingo Dulce y Garay, marqués de Castel-Florit (1862-1866) y se vio como una apertura de la ciudad y una oportunidad de crecimiento y embellecimiento urbano no exenta de su dosis de especulación con la venta de los solares de que ocupó la muralla. La inauguración de la demolición salió reflejada en la prensa de la época, donde además de recoger los discursos del alcalde de la ciudad, el conde de Cañongo, y del capitán general Domingo Dulce, se publican sátiras y tiras cómicas sobre los fastos de la ceremonia (Gil Crespo 2018; 2019a).

El proceso de demolición comenzó por liberar las embocaduras de las calles del casco intramuros para darles continuidad allende los muros. Paulatinamente se fueron derribando los tramos comprendidos en frente de las manzanas a medida que se iba construyendo. El proceso se dilató durante el resto de dominio español en la isla hasta tiempos de la República (Roig 1963, 133; Weiss 2002, 366).

El vacío dejado por las murallas, así como la extensión del glacis —que ya se había empezado a colmar— se parcelan en seguida y se elaboran ordenanzas urbanas. En menos de veinte años ya se inicia la construcción de edificios monumentales y representativos. Jean Claude Nicolas Forestier desarrolla un proyecto de mejoramiento urbano del que solo se

ejecutó el Paseo del Prado y la Avenida de las Misiones (Martín Zequeira y Rodríguez Fernández 1988, 133). Del ‘reparto’ de las murallas surgieron algunos de los edificios más significativos de la ciudad: el Centro Gallego, el Centro Asturiano, la Sociedad de Dependientes del Comercio y el Casino Español. Como indica Weiss (1972, 346): el estilo arquitectónico propio de esta área urbana «se distingue por sus portales de arquerías, no sólo en las calles longitudinales sino en las transversales, rodeando todas las manzanas; el más destacado ejemplar de este género es el antiguo palacio Villalba... construido por el arquitecto Rayneri y Sorrentino».

EPÍLOGO. LA NECESIDAD DEFENSIVA CONTINÚA: FORTIFICACIONES DE LAS ÚLTIMAS GUERRAS (1858-1898)

La segunda mitad del siglo XIX se caracterizó por un permanente estado de guerra en la isla de Cuba, donde se sucedían diversos levantamientos, enfrentamientos y rebeldías. Las ansias de independencia se mezclaban con los intereses estadounidenses y con la codicia de algunos militares españoles. En esta época se desarrollan hasta cuatro guerras, algunas de ellas se desarrollaron simultáneamente con otras guerras civiles en el suelo peninsular: Guerra de los Diez Años (1858-1868), Guerra Chiquita (1879-1880), Guerra de la Independencia Cubana (1895-1898) y Guerra entre Estados Unidos y España (1898).

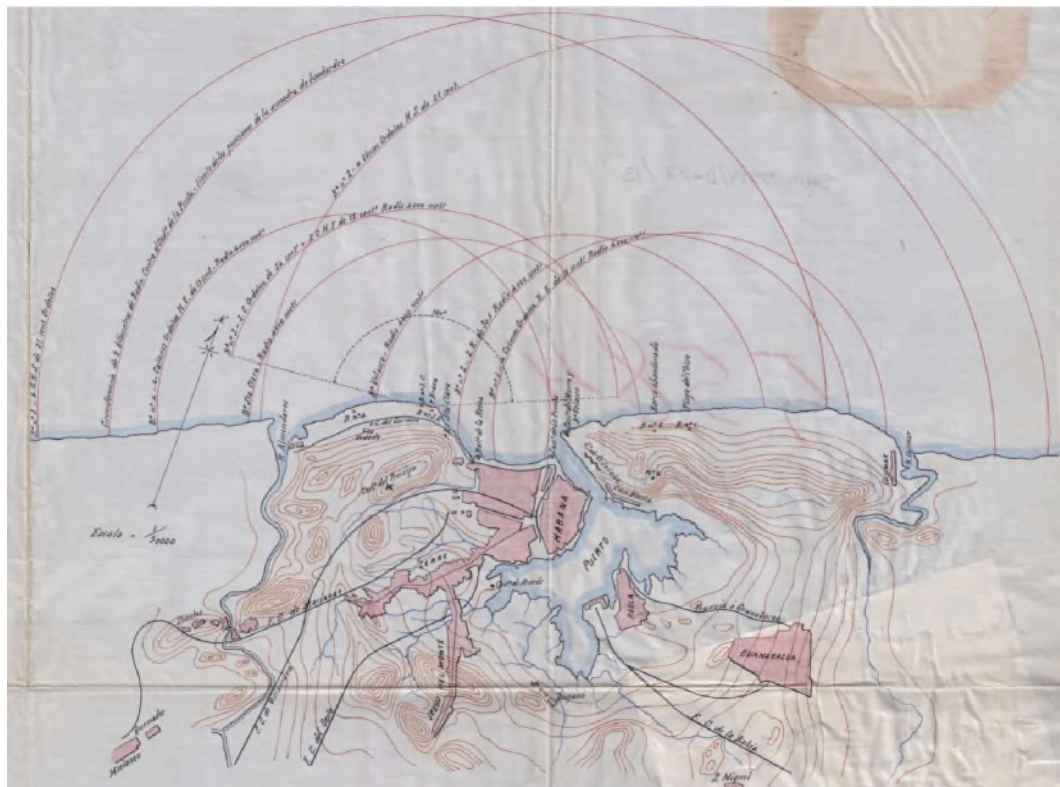


Figura 15

Proyecto para la Batería n° 3 (en Punta Brava) para 2 C.H.E. de 24 cm e 2 C.H.E. de 15 cm (todos de sistema Ordóñez) (AGMM, CUB-168/8, hoja n° 1). Los alcances efectivos de esta nueva artillería están dibujados con arcos de circunferencia de 4 y 9 km de radio

Ya no se esperaba un avance enemigo por tierra, sino que se elaboró un plan (en realidad, varios planes sucesivos y, como siempre, perdidos en burocracia y opiniones) para la defensa de la isla desde la costa, ya que lo que se esperaba —como era natural en un territorio insular— era un ataque naval con el consiguiente desembarco de tropas. Las mejoras en el alcance y precisión de los cañones y el uso de torpedos submarinos hicieron evolucionar de nuevo el concepto de fortificación, lo que llevó a la construcción de una serie de baterías costeras con cañones Krupp y Ordóñez enviados desde tierra firme.

En el caso de La Habana se desarrollaron proyectos y obras de fortificación. Se excavaron trincheras entre los castillos del Morro y La Cabaña, y se instalaron baterías con cañones de largo alcance (4 y 9 ki-

lómetros) a lo largo de la costa. Esta fortificación de baterías de largo alcance se complementó con otros trabajos de campo (AGMM, Caja 5058), como en el caso de Guanabacoa (Suárez Fernández 2017).

CONCLUSIONES

La superposición de sistemas fortificados en La Habana responde a las necesidades defensivas de tan importante ciudad y puerto. Durante los casi 400 años de presencia española, desde su fundación en 1519 hasta la independencia en 1898, los ingenieros militares se preocuparon por la funcionalidad de las defensas, que fueron progresivamente construidas, adaptadas y ampliadas, mientras la falta de manteni-

miento, la expansión de la ciudad y los avances políticos las dejaban continuamente obsoletas. Así, el estudio de la historia de las fortificaciones de La Habana, especialmente en lo que se refiere a la defensa de la parte terrestre (la menos estudiada y menos comprendida), es el estudio de la evolución de las técnicas defensivas en paralelo a las técnicas ofensivas y al desarrollo de la artillería.

Las murallas de La Habana son, quizá, el elemento fortificado que menos atención monográfica ha tenido dentro del conjunto de su sistema de fortificaciones. Y lo ha sido porque han desaparecido. Hoy sólo se conservan algunos testimonios inconexos y algo maltratados. Afortunadamente, la arqueología está rescatando las bases de algunas partes como el frente de la bahía en la calle Tacón (entre San Salvador de la Punta y la Real Fuerza) o las casamatas y cimentaciones en obras de nuevos edificios.

La historia de la construcción y de la destrucción de las murallas de La Habana es la historia de la fortificación de 400 años, donde la tecnología obliga a desarrollar el diseño y la construcción, pero también donde los proyectos técnicos, debates municipales, preocupaciones militares, especulaciones económicas y corrupciones políticas se suceden enriqueciendo esa historia.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación no hubiera sido posible sin el apoyo personal y económico de Javier de Cárdenas y Chávare y de la Fundación Cárdenas, a través de la cual se han llevado a cabo sucesivos proyectos de investigación: «Documentación sobre la fortificación de La Habana en el siglo XIX en los archivos militares de Madrid y Segovia» (PI-17-01) en 2017 y «Las murallas y la fortificación de la parte terrestre de La Habana entre los siglos XVI y XIX» (PI-18-01) en 2018. En compañía de Javier de Cárdenas, el autor pudo realizar trabajo de campo y documentación in situ en 2008, 2015 y 2018, así como contactos y entrevistas con personalidades como Eusebio Leal Spengler y Daniel Taboada Espiniella. También queremos agradecer a la Asociación de Amigos del Castillo de Monjuïc su apoyo en el proyecto de investigación «Revisión de archivos para ampliar la exposición» Juan Martín Zermeño y las fortificaciones del siglo XVIII en 2017, que nos permitió establecer un primer contacto con material

documental del Archivo General Militar de Madrid. En La Habana, contactamos con estudiosos de sus fortificaciones, como Tamara Blanes e Ignacio Suárez, con quienes mantuvimos interesantes conversaciones y realizamos visitas técnicas a las fortificaciones y compartimos información, documentación e impresiones. Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento al personal de los archivos militares de Madrid y Segovia, que siempre, con dedicación y amabilidad, ayudan a los investigadores a hacer su trabajo más fácil, ameno y fructífero.

LISTA DE REFERENCIAS

Abreviaturas:

AGMM	Archivo General Militar de Madrid
AGI	Archivo General de Indias (Sevilla)
SCE	Servicio Cartográfico del Ejército

- Alfonso González, Alfonso. 2014. «Legislación y patrimonio inmueble. Antecedentes y aplicación en La Habana». *Arquitectura y Urbanismo* 25 (2): 5-18.
- Amigo Requejo, Ana. 2014a. «El abastecimiento y la creación de nuevos espacios públicos en La Habana del siglo XIX». *Quiroga* 5: 28-47.
- 2014b. «El Teatro Principal: ingenieros militares y especulación en La Habana del siglo XIX». *Quiroga* 5: 12-27.
- Arjona, Marta (dir.). 1982. *Fortificaciones coloniales de la ciudad de La Habana*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- Arrate, José Martín Félix de. 1949. *Llave del nuevo mundo, antemural de las Indias occidentales. La Habana descrita: noticias de su fundación, aumentos y estado*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Bianchi Ross, Ciro. 2017. «Cómo se derribaron las murallas». *Juventud rebelde. Diario de la juventud cubana*, 24 de diciembre de 2017.
- Blanes Martín, Juana Tamara. 2012. «La fortificación española en la América caribeña. De los orígenes a nuestros días». *Castillos de España*, n.º 167-168-169-170: 75-86.
- Flores Román, Milagros. 2013. «Antonelli y el Caribe fortificado». En *The Americas Fortifications; Research, Preservation, Assessment and Management*, 43-48. La Habana y Santiago de Cuba: ICOMOS.
- 2017. «Bautista Antonelli y su legado en el Caribe fortificado». En *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Donostia-San Sebastián, 3 - 7 octubre 2017*, editado por Santiago Huerta Fernández, Paula Fuentes González, y Ignacio Javier Gil Crespo, 553-58. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

- García de Madariaga, Agustín. 2018. *La fortificación en Europa en el siglo XIX*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Militar.
- Gijón Granados, Juan de Ávila. 2014. «Las fortalezas en la defensa de La Habana (Cuba) a finales del siglo XVIII». *Hisória, histórias* 2 (3): 72-91.
- Gil Albarraçín, Antonio. 2019. *Los Antonelli. Ingenieros al servicio de España en tres continentes*. 2 vols. Almería-Barcelona: GBG Editora.
- Gil Crespo, Ignacio Javier. 2018. «Military reports about the walls and fortification projects in Havana, 19th century». En *Studies in the History of Services and Construction. The Proceedings of the Fifth Conference of the Construction History Society*, editado por James WP Campbell, Nina Baker, Amy Boyington, Michael Driver, Michael Heaton, Yiting Pan, Henrik Schoenefeldt, Michael Tutton, y David Yeomans. Cambridge: Construction History Society.
- 2019a. «La defensa occidental de La Habana en la primera mitad del siglo XIX: las murallas y el debate sobre su (in)utilidad». En *Congreso Internacional Icofort 2018. Actas. Entre el fin del arte abaluartado y el inicio del poligonal*, 203-13. Madrid: Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica.
- 2019b. «Los proyectos de fortificación de La Habana de 1855 y 1861». En *III Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, editado por Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, Valeria M. Méndez Pineda, y Santiago Huerta, 409-20. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- 2020a. «Las murallas de La Habana en un informe militar de 1875». *Nuevo Boletín de la Asociación Española de Amigos de los Castillos* 1: 13-16.
- 2020b. «Nicolás Valdés Fernández (1819-1872): semblanza de un investigador e ingeniero militar global». En *Actas del Congreso Internacional Icofort 2019*, editado por Óscar Mansergas Sellens. Madrid: Ministerio de Defensa.
- Gómez, Consuelo, y Jesús López. 2016. «Los proyectos del Ingeniero Bruno Caballero en la plaza de La Habana, entre la tradición y el nuevo sistema de ejercer la profesión». *ArcHistoR* 6: 37-63.
- González Fernández, Alfredo. 1994. «Repercusiones espaciales de la fortificación colonial en La Habana». *Eria* 35: 225-40.
- Gutiérrez, Ramón. 2005. *Fortificaciones en Iberoamérica*. Madrid: Ediciones El Viso, Fundación Iberdrola.
- Martín Zequeira, María Elena, y Eduardo Luis Rodríguez Fernández. 1988. *Guía de arquitectura. La Habana Colonial*. Sevilla: Junta de Andalucía.
- Martinena Ruiz, Juan José. 2011. *The citadel of Pamplona*. Pamplona: Ayuntamiento de Pamplona.
- May, B. 18---. *Album pintoresco de la isla de Cuba*. [La Habana]: B. May y C^a.
- Morón García, Juan José. 1997. «La artillería en el sitio de La Habana 1762». *Militaria. Revista de cultura militar* 10: 117-24.
- Navascués Palacio, Pedro. 2000. «¡Abajo las murallas!» *Descubrir el Arte*, n.º 19: 116-18.
- Pérez-Fuentes, Pilar, y Lola Valverde. 1999. «La población de La Habana a mediados del siglo XIX: relaciones sexuales y matrimonio». *Historia Contemporánea* 19: 155-79.
- Pezuela, Jacobo de la. 1863. *Diccionario geográfico, estadístico, histórico, de la isla de Cuba*. Madrid: Imprenta del Establecimiento de Mellado.
- Philippou, Styliane. 2014. «La Habana del siglo XIX: “todo lo sólido se desvanece en el aire”». *Quiroga* 5: 110-27.
- Ramos Zúñiga, Antonio. 2006. *La ciudad de los castillos. La Habana*. Estados Unidos, México: Asociación Cubana de Amigos de los Castillos.
- 2020. *Montalembert en Cuba. La fortificación poligonal del siglo XIX*. Estados Unidos, México: Asociación Cubana de Amigos de los Castillos.
- Roig de Leuchsenring, Emilio. 1960. *Los monumentos nacionales de la República de Cuba, vol. 3 (Fortalezas coloniales de La Habana)*. La Habana: Junta Nacional de Arqueología y Etnología.
- Sailhan, Pierre. 1991. *La fortification. Histoire et dictionnaire*. París: Tallandier.
- Suárez Fernández, Jesús Ignacio. 2017. «Las defensas de Guanabacoa (1898)». *Verde olivo. Revista de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de la República de Cuba* 3: 52-54.
- Terán, Fernando de. 1999. *Historia del urbanismo en España III: siglos XIX y XX*. Madrid: Cátedra.
- Valdés Sánchez, Aurelio. 1994. *Al pie de los cañones. La artillería española*. Madrid: Tabapress.
- Vigón, Jorge. 1947. *Historia de la artillería española*. 3 vols. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto Jerónimo Zurita.
- Weiss, Joaquín E. 1972. *Arquitectura colonial cubana*. La Habana-Sevilla: Letras Cubanas, Agencia Española de Cooperación Internacional, Junta de Andalucía.

COMUNICACIONES

Arquitecturas vernáculas colombianas, la actividad sísmica como parámetro de diseño de estructuras de madera en el siglo XVII

Gustavo Adolfo Arteaga Botero

Durante el siglo XVI diferentes procesos técnicos se dieron en los territorios denominados Terra Firme. Desde 1492 el poblamiento de estas superficies trajo diferentes tradiciones culturales, y lo existente entró en contacto con otras condiciones. Las rutinas técnicas fueron escenario especial de estos intercambios, en este marco el trópico americano fue un elemento determinante de los procesos. Como nuevo espacio cultural obligó a profundizar y acelerar desarrollos, siendo cada proceso un tipo de creación inducida por las nuevas necesidades. Se pueden observar aportes diversos que denotan la convergencia de miradas, y en el caso de la arquitectura, el trópico y la actividad sísmica de los Andes fueron realidades de magnitud para las transiciones técnicas. Lo sísmico, en las estructuras de las edificaciones, demandó desarrollos en las ideas llegadas con los europeos; los cambios técnicos vistos desde “soluciones aplicadas”, al conservar prácticas, materiales y procesos de lo nativo, sugieren desarrollos novedosos. Como hipótesis el marco sugiere que observar las soluciones vernáculas como categoría posible, hace que el paso dado a los estilos de las arquitecturas coloniales señale puntos especiales por ser abordados.

EL MARCO HISTÓRICO PARA LA APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

El contexto de la investigación se inscribe en las evidencias de la alta demanda de recursos exóticos y es-

casos por parte de las nacientes sociedades comerciales que, incorporando las ideas de valor a sus rutinas económicas, iniciaron una transformación cultural antes del siglo XV. El oro y la plata movilizaron los intereses y particularmente al hacerse global con la exploración y la navegación, marcaron un cambio de las formas culturales con rutinas particulares en donde la conexión de los territorios en la escala global supuso el eje de la transformación. Con el interés comercial y económico el asunto es determinante, por ende, abordar cuestiones con esta perspectiva suponen observar partes de los procesos en donde lo técnico permite abordar de otra manera los hechos, por ejemplo, lo ocurrido en Terra Firme después de 1492.

La *globalización temprana* (Bonialian, 2018, 2019; Hausberger, 2019) como respaldo teórico, permite contrastar algunas situaciones particulares que emergen con los nuevos espacios de búsqueda generados por la perspectiva de lo global económico y cuando se coloca la referencia del poblamiento en las colonias, las consideraciones adquieren espesores que sugieren que el comercio en esa escala generó procesos diversos y como productos de sociedades técnicas y tecnológicas movilizadas, produjeron espacios culturales nuevos. En la convergencia de los intereses económicos se explica la movilización geográfica acelerada y se visualiza al abordar las abundantes fuentes y la historiografía, pero el matiz de lo *global temprano* introduce cuestiones y momentos que evidencian otros espacios sociales con otros ac-

tores, poderes e intereses que actuando independiente de los poderes reconocibles y saliendo de la referencia española solaparon procesos que por las observaciones hechas pasan como hechos, algunos menores o anécdotas, al interior de las versiones producidas. Con este enfoque otros escenarios culturales se advierten al hacer la pesquisa en las versiones, desplegando un campo de estudio que sugiere la necesidad de otras miradas, puesto que, como procesos -socio-técnicos o tecnológicos resultado de interacciones entre diversos factores, obliga analizar otras partes y producir la definición de contextos específicos.

Advirtiendo esta necesidad, el desarrollo metodológico que acompañe la perspectiva temporal se debe proponer para definir también los elementos de referencia para la observación de acontecimientos espe-

cíficos, pero es importante mantener la relación con las realidades diversas que hacen de los procesos, por ejemplo, el de poblamiento, ejes para identificar los orígenes y las tradiciones que interactuaron y así definir las líneas de profundización desde el mismo planteamiento metodológico. Sin embargo, establecer que el interés económico es el movilizador geográfico de esas tradiciones propone el marco general para la búsqueda en primera medida de las comunidades productoras de fenómenos sociales fuera del marco de poder hispano.

Pensar en estas diversidades dando soluciones a las nuevas necesidades (entendidas también como adaptaciones) supone el encuentro de conocimientos lo que hace de las tradiciones un aspecto determinante. Esta reflexión produce la dimensión que hace de

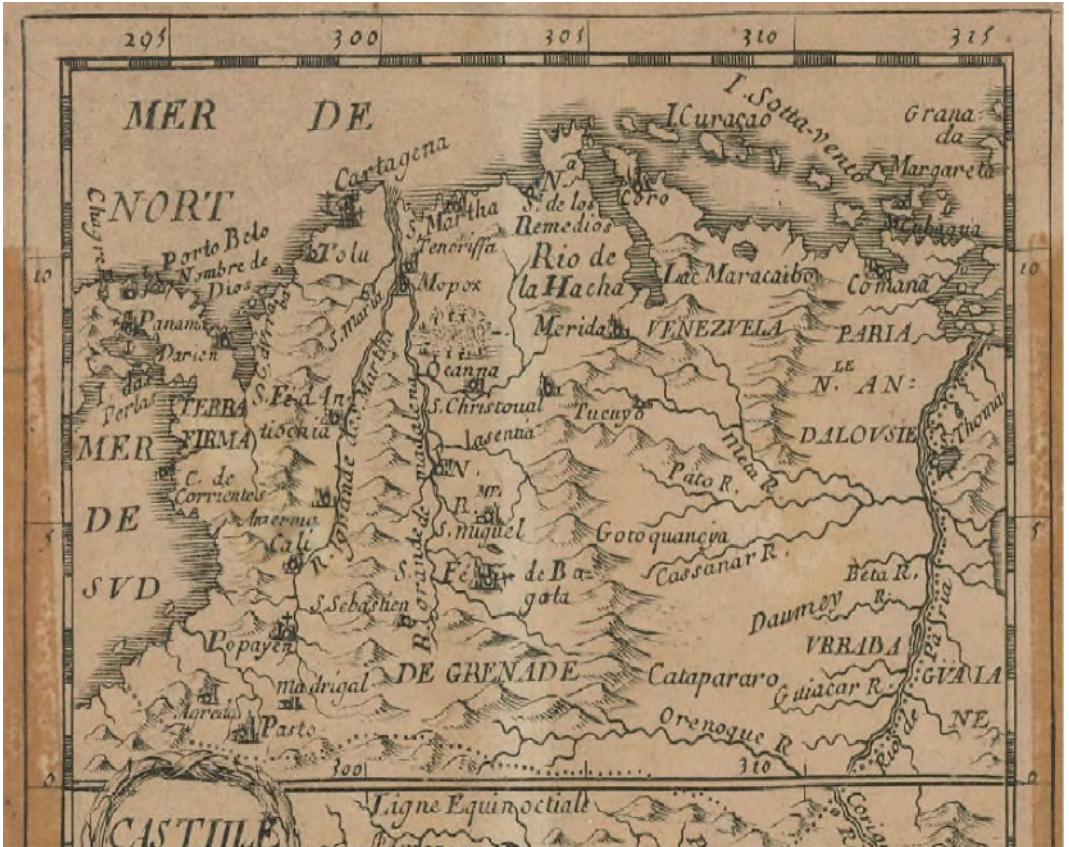


Figura 1
Castille d'or 1500. (Fuente: Banco de la República. Anónimo, 1500)

los atributos del nuevo lugar la condición para las formas de adaptación producidas y como condiciones son ejes de interés para el estudio de los procesos culturales especiales, según lo planteado el habitar es la primera necesidad. Para el caso de Castilla de Oro en la figura mapa 1 ese escenario medio ambiental entrega detalles de las condiciones comunes para la convergencia de las soluciones y también, desde las diferencias, entrega las particularidades que hacen de los aspectos como: la topografía, la hidrografía o la geología los puntos para continuar por permitir el contraste de las formas de los procesos producidos desde el origen y las tradiciones de las comunidades. Esta relación es la variable de interés, puesto que, el entendimiento de “cómo poblar” o “los modos de habitar” son particularidades y es en la estructura de esta relación que la técnica en el territorio es un aspecto de las formas culturales llegadas a los lugares, el segundo sería cómo se adaptan las ideas técnicas, y con ello, desde la idea de habitar, cómo se desarrollan los elementos para permitir o potenciar las actividades que, con el enfoque de lo global tienen perspectiva productiva. En resumen:

- Las formas culturales llegadas a los lugares.
- Adaptar las ideas y desarrollos técnicos.
- Desarrollo de elementos para las rutinas productivas globales.
- Las formas culturales llegadas a los lugares

Los tres marcos de búsqueda generan los escenarios de convergencias técnicas con el sentido de origen y con ello las fuentes históricas y la historiografía aportan evidencias. La posibilidad de múltiples formas culturales explorando el territorio de Castilla de Oro toma magnitud y estudios recientes que consideran las evidencias actuales en territorios como el Pacífico y el Caribe colombiano dan respaldo a esta posibilidad. Las evidencias colocan en cuestión teorías desarrolladas y la propuesta de la “penetración andina” de norte a sur (Aprile-Gnisset, 2016), los reguero de pueblos en el sur de Colombia (Romero Vergara, 2017) y las épocas inciertas de los conflictos sociales coloniales (Navarrete, 2017) dan soporte para interrogar asuntos de la misma colonia temprana, momento que establece la llegadas de las comunidades.

La historia en Colombia con otro debate profundiza estos cuestionamientos y la transcripción de los

viajes de Juan de Vadillo (Caicedo, 2013, 2017) produjeron referencias que dan cuenta de la acción exploratoria diferente a la de los conquistadores al servicio de la corona española más referenciados como Jorge Robledo o Sebastián de Belalcázar. En el horizonte de los procesos ocurridos hay acontecimientos que señalan actores de jerarquía tomando posición y control de territorios mineros décadas antes a las fundaciones reconocidas como hispanas. Son las fundaciones, por lo tanto, un marco de referencia de las convergencias mencionadas. Los procesos técnicos que emergen señalan el campo de búsqueda y con el planteamiento que las comunidades según las geografías responden técnicamente, es ahí donde las tradiciones aportan elementos determinantes. Acá se destaca un aspecto que vincula las transiciones técnicas y según lo tratado para los actores de la empresa global antes que la fundación de poblados, es el control de los territorios de interés minero el escenario de la interacción, por lo tanto, con Juan de Vadillo los “reales de minas” son el punto que, por proximidad a las fundaciones de poblados la consecuencia de un proceso que cuenta con situaciones previas. Con esta hipótesis las fundaciones de: Anserma, Arma, Riosucio, Supía, Cartago entre otras, responden a una dimensión espacial en donde la adaptación se hace urgente para generar riqueza desde la explotación de los metales preciosos.

La evidencia trabajada con el horizonte de las situaciones descritas en la transcripción de los viajes de Juan de Vadillo, lo señalan responsable y ejecutor de la conexión sur con el Perú siguiendo el occidente de Colombia, en paralelo al borde costero pacífico y utilizando el valle del río Cauca. Tomando el control de los territorios auríferos y conectándolos, identificó los puertos como la necesidad para la entrega de los recursos a las redes globales y, en síntesis, con este argumento se puede proponer que es la realidad inicial para la llegada de las otras formas sociales a Terra Firme desde temprano. Antes que fundar poblados la necesidad es explotar las minas, establecer la conexión con puertos y transportar (por el Pacífico en la medida de lo posible) a mercados compradores.

En esta realidad paralela a la española, la necesidad de fundar poblados sería la consecuencia del control territorial pero no significa ser una constante, los territorios sin un poblado identificable pueden ser explotados bajo otras formas lo que define un rasgo particular de las maneras de la empresa global. Esta realidad es

coincidente con el proceso dado en la fundación tardía de Riosucio, lugar encontrado por Juan de Vadillo cercano a las grandes minas de La Montaña y Quebralamo que solo se fundó en 1819, siglos después del hallazgo de Vadillo (cerca de 1535) para superar la confrontación entre comunidades mineras originalmente establecidas por Vadillo con colonos europeos que fueron controlando los territorios próximos para la producción de oro, direccionado a redes de contrabando según las constantes denuncias realizadas en las Audiencias y hecho que coloca matiz en las rutas que hacen de Panamá, Perú y Veracruz el límite global comercial que se conecta según las investigaciones de Bonialian o las referencias del Galeón de Manila (Strabucchi & Johannes, 2020)

La navegación, los puertos y las minas son la realidad territorial de la empresa global temprana, en su fase de exploración y colonia temprana señala que los portugueses, en su condición comercial e imperial, son particularidad para el momento referenciado. Como navegantes dominadores por siglos con redes consolidadas desde el siglo X y conectados con África y Asia otro escenario emerge, cuando la necesidad de mano de obra, elemento no mencionado hasta el momento y determinante para la producción de la riqueza en los territorios controlados bajo el tercer aspecto: Desarrollo de elementos para las rutinas productivas globales. Las alianzas en los territorios africanos desde antes del siglo X les entregó conocimientos amplios que en Castilla de Oro los colocó en ventaja durante la colonia. Las africanías de las comunidades se hace un universo en los territorios mencionados y como comunidades establecen puntos en que el mundo Caribe y la Trata son aspecto para continuar.

ADAPTAR LAS IDEAS Y DESARROLLOS TÉCNICOS

La referencia de la Trata como hecho que emerge hace del sujeto esclavizado conformador de comunidades bajo determinantes sociales especiales, poblador al límite de las estructuras de poder es una de sus formas y por las condiciones previas (tradiciones culturales) y el volumen de individuos llegados (o traídos) estas comunidades colocaron en crisis los poderes establecidos que los sometían, españoles principalmente. Como procesos de resistencia el cimarronismo (Navarrete, 2006) se hace

parte de las ideas del poblar y con los palenques, como ejemplo, surgen condiciones de producción social técnica poco vista en la magnitud de otros procesos coloniales. El tratamiento bajo la idea de lo rural asume poca consideración, pero en la realidad de tomar distancia de las formas de poder y buscar establecer una territorialidad autónoma hay una perspectiva por vincular que cuenta con tratamientos y teorías en el país. Con esta relación, y bajo la actividad minera, la autonomía es el escenario por abordar, el oro en lo global como valor transmitía poder lo que supone una relación que afecta las formas sociales. Las comunidades mineras poseían formas de obtención de riqueza en escala de valor global lo que no es un hecho menor.

Con este matiz observar el poblamiento supone un giro que destaca en los puntos mineros las áreas de influencia en conjunto con las conexiones y redes productivas en lo global, son el espacio de actividad social. Si se entienden estas formas los puntos urbanos (asociados más a las fundaciones españolas) parecen complementar el marco para lo colonial temprano, pero en los primeros momentos estas redes productivas son hechos que, visto en la perspectiva de la empresa global, están primero, eso quiere decir controlan los territorios y generando riquezas indujeron las posteriores fundaciones bajo intereses de diversos actores que con poder económico podían contener o cambiar las determinaciones reales. En la fundación de Cartagena de Indias, Anserma, Cali, entre otras se podría afirmar que son actos españoles para manifestar la toma de control en las regiones lo que visto en las investigaciones de María Cristina Navarrete, al sugerir los “palenques andinos” en el área de influencia de los polos mineros de Zaragoza, en el actual departamento de Antioquia y los “tratados de paz” en que los poderes españoles pactaron con comunidades en resistencia son evidencia de la posibilidad (Navarrete, 1989, 2001, 2003, 2006, 2017b, 2017a). Con este horizonte la magnitud de la Trata en cuanto los flujos y destinos (Black, 2015) son también referencia para comprender la escala del proceso de poblamiento, con lo que la actividad minera vinculada al habitar de estas comunidades se hace foco especial que encuentra límite para la transferencia de condiciones técnicas en donde los nativos, los españoles, los portugueses son actores y con la Trata, los africanos traídos y esclavizados convergen.

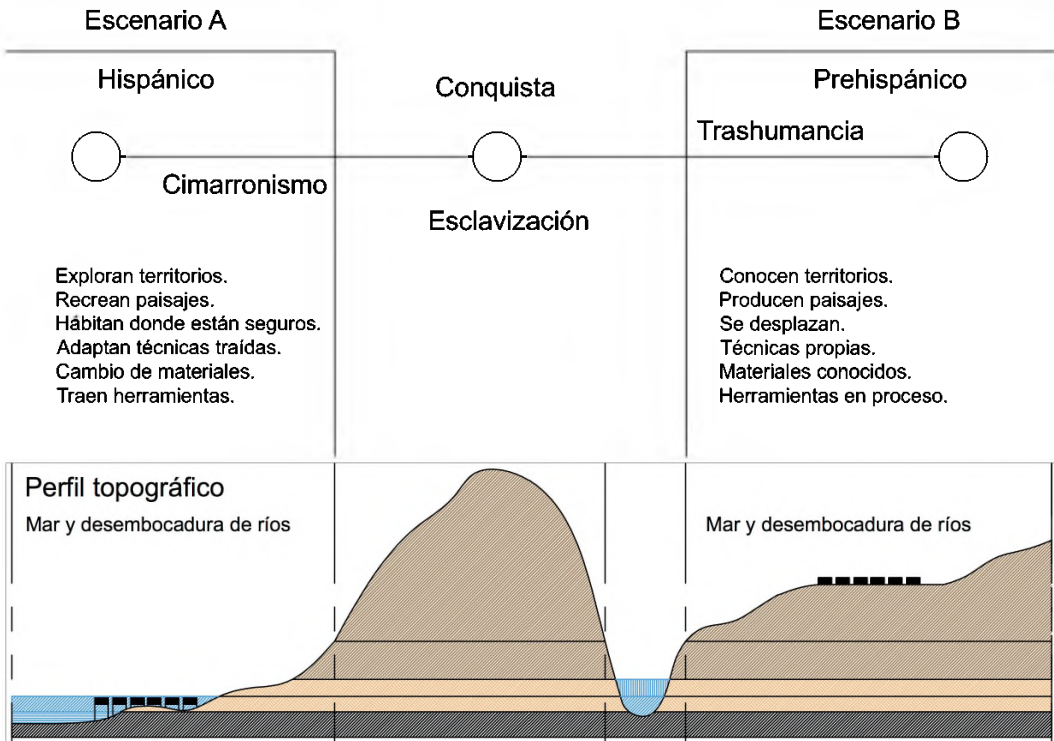


Figura 2
Escenarios A y B según la matriz de integración. (Fuente: Elaboración propia 2021)

Con estos actores: a) los escenarios, b) los marcos de interacción social y c) los momentos, permiten generar una propuesta de integración para continuar con la pesquisa desde lo señalado de construir un contexto de búsqueda. Como variables de los procesos de poblamiento se suman a los tres marcos en que la transferencia y desarrollos se pudieron dar y al tener el territorio y sus geografías como determinantes se pueden desarrollar una integración. En la figura 2 se desarrolla teniendo dos realidades como base: A) lo hispanico y B) lo prehispanico. Los dos marcos como idea cronológica definen un límite y subordinan las ideas propias de los procesos sociales generados. Con esta relación el entendimiento del hábitat emerge para cada momento y como frontera territorial señala las formas de afectación a lo físico ambiental.

Con la ilustración la relación con el agua (que permite identificar actores) se encuentra con las realidades del medio físico de los Andes, el sistema

montañoso. El escenario de la presencia del oro, las minas en el valle del río Cauca, une las consideraciones. Viendo en primera medida la transición topográfica en la ilustración, se puede señalar que los fenómenos costeros vinculados con tradiciones africanas en el Caribe siguieron y continuaron a los polos mineros viajando con las comunidades llegadas, las nativas podían estar, pero su disminución por la afectación de la salud por el contacto y la confrontación permite señalar que no fue constante. Con este supuesto la proximidad a la costa pacífica de los reales de minas referenciados en la colonia temprana como: Quebralomo o La Montaña que, coincidiendo con las rutas que Vadillo establecía, muestran coincidencia con lo señalado y la relación establece que las tradiciones se conectaron y lo visto en el Caribe y recientemente en el pacífico son procesos que entraron a la cuenca del río Cauca bajo el interés minero. Por lo tanto, el cambio de medio generó una

transición y adaptación técnica que puede ser observada si se despliegan sus atributos.

LA TRANSICIÓN TÉCNICA

Reflexionar sobre cuáles fueron los aportes generados por las comunidades lejos de las costas definen el campo de la transición, este es un hallazgo en donde investigaciones realizadas recientemente señalan que del Caribe las arquitecturas vernáculas y sus patrones de agrupación (Arteaga Botero et al., 2019) son condición que viajó con las comunidades en dirección al sur. Ideas como lo Creole (Carey, 2016; Edwards, 1994, 2006) son referencias para analizar aspectos técnicos constructivos de la tradición movilizadas y este sentido señala que los procesos del Pacífico, los conjuntos de “aldeas” (Mosquera Torres, 2014) son otro origen de lo movilizadas como tradición técnica. Acá la permanencia y vigencia de los procesos culturales amplían las posibilidades, ya que, en la observación se pueden seguir, desde la idea de un amplio espectro temporal, los fenómenos de las adaptaciones técnicas contrastadas. El hallazgo de estas arquitecturas vernáculas en sentido de procesos localizados en territorios identificables permite hacer análisis de lo tipológico constructivo, generando la condición para establecer las referencias de estudio y desplegar los atributos en los escenarios abordados.

Se puede señalar como otro hallazgo que el tipo de suelo (ver figura 2), la superficie o territorio de establecimiento de los hábitats son puntos iniciales para las reflexiones. Lo visto en la ilustración de manera abstracta y buscando sintetizar las evidencias de las fuentes se transforman en la referencia para localizar el escenario geográfico, el sentido de la adaptación y de la transición de las tradiciones técnico-constructivas en la colonia temprana se hace campo.

LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Según la pesquisa la localización del conjunto habitable modifica los atributos de lo natural, del medio, y lo construido es el elemento que destaca por la artificialidad, por ende, es la característica que permite ver otros elementos y también cómo se modificaron o adaptaron. Se señaló que el suelo es el primer elemento que cambia, por lo tanto, es la característica

inicial de interés y aspecto para desplegar las otras referencias. En la relación -agua y territorio o superficie de cimentación- se da cuenta de las determinantes del desarrollo técnico y son tres los escenarios desde la relación:

Escenario A: Sobre la tierra firme.

Escenario B: Sobre suelo inundables.

Escenario C: Sobre el agua.

En los tres escenarios, según el tipo de superficie de asentamiento de las estructuras, hay dos tipos de soporte:

Tipo A: Cimentado en aguas.

Tipo B: Cimentado en tierra.

Y por las condiciones medio ambientales la cubierta es elemento de importancia y son dos los tipos por la sencillez de las construcciones:

Tipo A: Cubierta a dos aguas.

Tipo B: Cubierta a un agua.

Para integrar estas referencias constructivas al contexto de la producción se utiliza el concepto de *paisaje*, entendiéndolo desde un marco especial, el producto de la relación entre elementos de la naturaleza artificial y lo presente en un medio. Como una interacción con un actor (individuo o comunidad) la transformación es la evidencia de los procesos de adaptación y en el caso específico la modificación del medio para habitarlo es la síntesis que se puede abstraer o formular:

Paisaje = (Elementos artificiales + Elementos pre-existentes) + un actor

Unificando son tres los paisajes para observar los diferentes atributos y las variaciones:

Paisaje = Elementos artificiales + Elementos pre-existentes.

Escenario del paisaje A: Sobre la tierra firme.

Tipo A: Cubierta a dos aguas.

Tipo B: Cubierta a un agua.

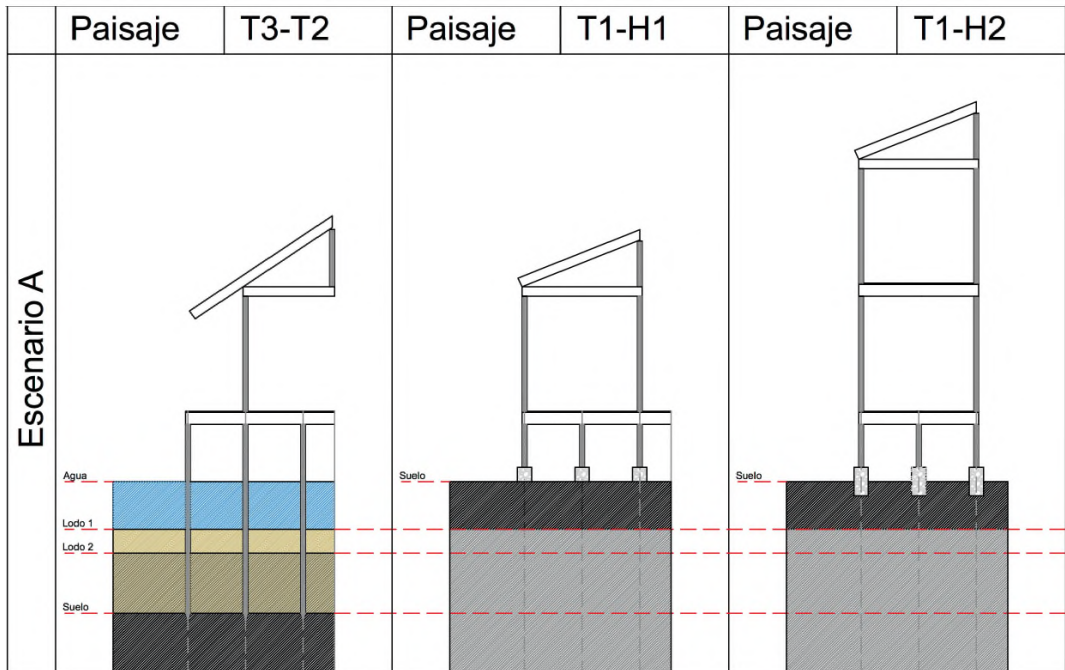
Paisaje = Elementos artificiales + Elementos pre-existentes.

Escenario del paisaje B: Sobre suelo inundables.

Tipo A: Cubierta a dos aguas.

Tipo B: Cubierta a un agua.

Paisaje = Elementos artificiales + Elementos pre-existentes



Plano 1

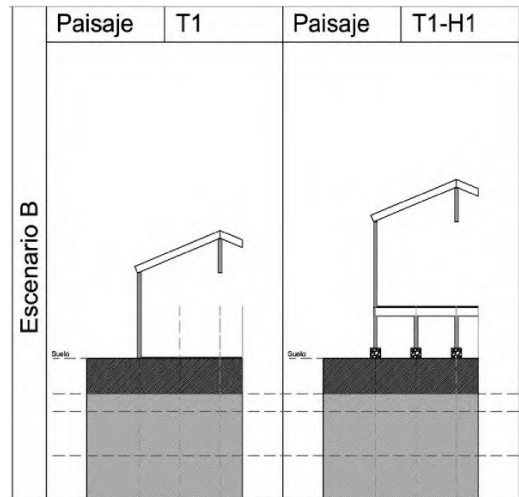
Alzados del escenario A. (Fuente: Elaboración propia 2021)

Escenario del paisaje C: Sobre el agua.

Tipo A: Cubierta a dos aguas.

Tipo B: Cubierta a un agua.

Siguiendo con la propuesta de los escenarios A y B de la figura 2 y con el interés de pasar a los aspectos propios de los sistemas constructivos se producen los planos 1 y 2. En ellos se visualiza cómo el tipo de superficie en que se establece la estructura cambia y adapta la idea del cimientado. Este hallazgo propone observar cuándo las estructuras son requeridas con más de un piso, hecho que ocurre al construirse fuera del agua. En el plano 1 se puede observar que cuando la altura del conjunto estructural aumenta la demanda del cimientado adquiere atención por parte del constructor. La adaptación del cimientado se traduce en una mayor superficie y sección (altura, ancho o profundidad) además de dureza para que los elementos columnares verticales se puedan apuntalar dando resistencia al conjunto. Las consideraciones anteriores suponen la



Plano 2

Alzados del escenario A. (Fuente: Elaboración propia 2021)



FRONT ELEVATION

NOTES
 Base color scheme on white and red in French
 Corridor, entrance, hallway, kitchen, parlor and
 sleeping, red with; base color
 woodwork, exterior grey
 roof/shingles red asphalt

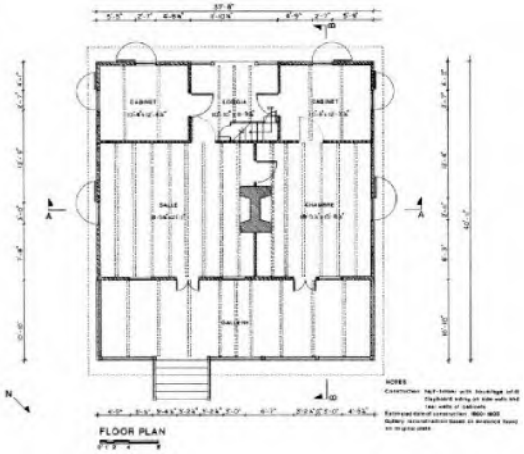
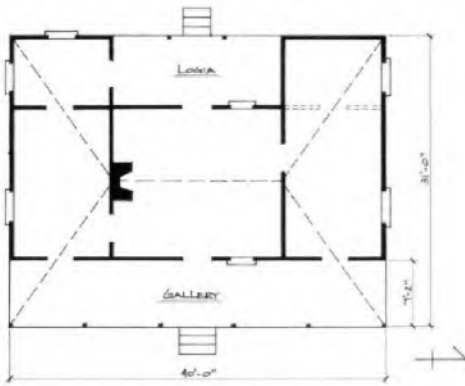


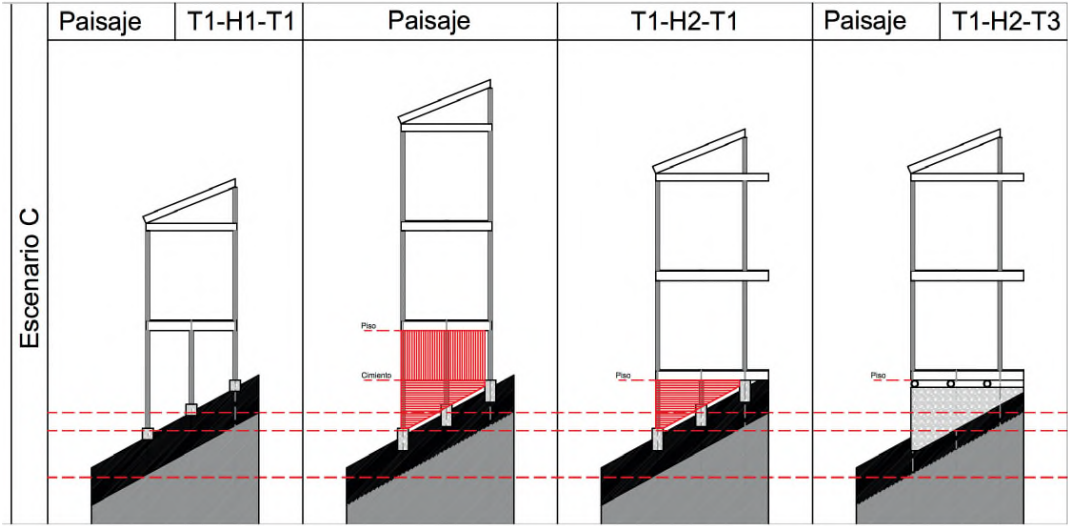
Figura 3
 Venus house, Grand Prairie, St. Landry Parish, La., probably constructed before 1790. (Photo, Historic American Buildings Survey; Drawing, Jay D. Edwards.) y Kleinpeter-Knox house, Baton Rouge, ca. 1800. (Fred B. Kniffen Cultural Resources Laboratory, Louisiana State University: Drawings, Kat (Edwards, 1994, p. 159)

superficie con topografía plana, sin pendiente, y en lo visto en la figura 2, al alejarse de los bordes costeros, la topografía montañosa de los Andes es cada vez más pronunciada, en la región minera el atributo topográfico es la constante y enmarca las minas y las áreas de influencia de los nodos mineros.

Con esta referencia nuevamente el cimiento es eje y el que las comunidades utilizaron en las regiones costeras del Caribe o Pacífico se modifica, el entendimiento de un plano de fundación o de cimentación emerge siendo un hallazgo de valor. Es con este plano que se pueden localizar las estructuras independientemente de la inclinación del terreno. Se puede señalar que las arquitecturas palafíticas que usan este plano de cimentación sobre los pilotes hincados directamente en el agua es un referente, pero la condición también se puede observar en la arquitectura

Creole del sur de los Estados Unidos. En la figura 3 se puede observar y al traer la referencia la idea de modulación o geometría de organización que se deriva de la localización de los elementos de apoyo y la conformación del plano de fundación emerge. Dicho de otra manera, hay un rasgo tipológico que el plano de cimentación y el sistema de fundación hacen evidente, la lógica para la distribución de las cargas y además pasa a la organización de los espacios arquitectónicos interiores, esto supone un hallazgo.

Retomando la referencia de la figura 2 de los dos escenarios A y B se genera la figura 4 para observar la lógica del plano de fundación en detalle y como toma distancia de lo que podrían ser sistemas producidos por los nativos al cimentar en tierra y en geografías con algún alejamiento del agua. El plano elevado de la tierra (o el agua) produce una geometría



Plano 3

Alzados del escenario A. (Fuente: Elaboración propia 2021)

particular. La conformación de los elementos estructurales, para producir el espacio habitable, denota el entendimiento diferente de las necesidades constructivas. Los lugares como el nuevo elemento de las posibilidades estructurales y de los materiales (tema que hasta ahora no se abordó) emerge. Esta relación es otra condicionante por referenciar en la medida que la descripción de los elementos y atributos lo obligué.

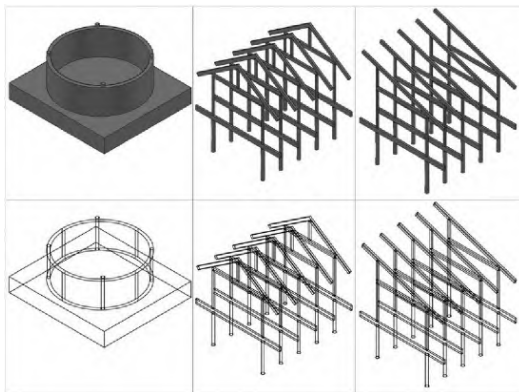
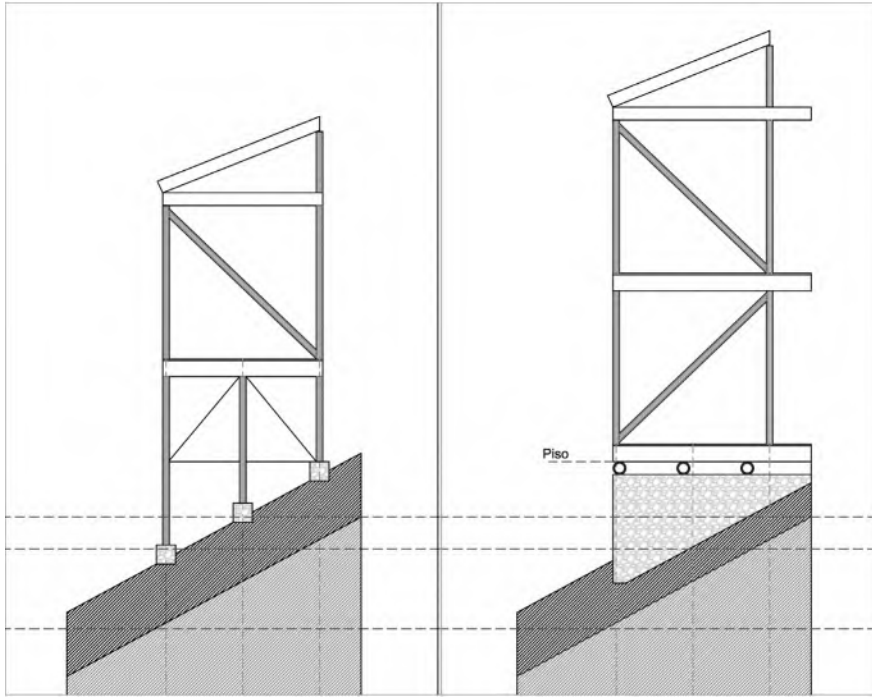


Figura 4

Tipos de estructuras de madera. (Fuente: Elaboración propia 2021)

Con la figura 4 emergen una síntesis que puede ser llamada la lógica constructiva de la adaptación de los elementos del conjunto estructural y bajo las consideraciones hechas sobre la adaptación del cimiento según la topografía, el plano de fundación y los materiales surge la necesidad de desplegar los escenarios A y B abordados. En el plano 3 se producen cuatro secciones adicionales que el marco de relaciones técnicas y localización generarían. Como resultante de la adaptación o del proceso de desarrollo del conjunto estructural se puede observar cómo la inclinación del terreno demanda especialmente la estructura y que con la altura emerge un reto técnico considerable que debía ser superado, si tenemos en cuenta los tipos de estructuras que se han conservado y dan cuenta de la transición.

Con la figura 3 como representación de una arquitectura vernácula de origen africano construida en el sur de los Estados Unidos la evidencia de coincidencia con elementos de arquitecturas realizadas en el Caribe desde el siglo XVI lo Creole define la dimensión de contraste. Según lo desarrollado estas arquitecturas poseen formas tipológicas en que las adaptaciones se pueden observar cuando las variables, por ejemplo, de la topografía, se introducen en el análisis. Se puede establecer cómo la adaptación de algunos elementos del conjunto denota desarrollos o



Plano 4

Alzados del escenario A. (Fuente: Elaboración propia 2021)

adaptaciones y con las evidencias abordadas se pudo ver un proceso cuando las arquitecturas se desplazaron a los centros mineros de la cuenca media del río Cauca. Los elementos desarrollados establecen una línea del proceso de adaptación en que es de interés comprender que el cemento determinó aspectos del desarrollo y con el abordaje, según los hallazgos, se pudo definir desde las etapas del proceso de poblamiento; las regiones destino de lo que puede ser llamado migraciones técnicas. Por la coincidencia de los factores tratados se encuentra una relación con la arquitectura vernácula que se denomina en Colombia como de la Colonización Antioqueña y en este período los desarrollos investigativos parecen aislados de las realidades socio económicas cuando lo global temprano se hizo perspectiva. Sumar este campo teórico hace que la referencia hecha a materiales también aporte condiciones de interés y la guadua como un tipo de caña bambú de altas prestaciones constructivas emerge como aspecto por referencias. Al ser un material no conocido en Europa en las condicio-

nes endémicas del trópico supone que la adaptación para la incorporación de este material constructivo responde a otras tradiciones y si bien en los nativos americanos su uso se encuentra documentado la manera en que se encuentra en las regiones andinas altas supone una transición que se aproxima a lo señalado sobre el entendimiento de estructuras ligeras y desarrolladas desde lógicas modulares.

Con este enfoque en el plano 4 se genera el esquema de condiciones que se debieron integrar para el desarrollo y los análisis recientes sobre estos conjuntos desde el marco de arquitecturas de la colonización antioqueña señalan aportes en cuanto el entendimiento del sistema para una demanda adicional, la presencia de actividad sísmica. Al ver el conjunto desarrollado desde esta necesidad hay autores que destacan que el incorporar este tipo de demandas en la época colonial supone una vanguardia que hace de los constructores conocedores de respuestas técnicas que solo se integraron a las ideas de sistemas constructivos cerca de finales del siglo XVII.

La aparición de la guadua para remplazar las maderas macizas es el aspecto que da cuenta de la transición desde el entendimiento del material que conforma el sistema desarrollado para una geografía particular. La idea de estructuras ligeras, modulares, y elaborada con materiales fáciles de transportar y obtenidos en proximidad de los asentamientos da cuenta de una experiencia técnica que decantó en las arquitecturas vernáculas campesinas andinas. Los hallazgos según el tratamiento dado dan cuenta de un proceso de apropiación, desarrollo y convergencia de saberes de comunidades rurales con procesos culturales propios que entraron en contacto desde las rutinas comerciales inducidas por la globalización temprana.

Al observar las secciones del plano 4 en la perspectiva de la figura 2 se encuentran vínculos a tradiciones que tratadas como Creole en el sur de los Estados Unidos hacen de la africanía un asunto determinante para revisar las teorías que abordan el desarrollo técnico constructivo de las arquitecturas populares o vernáculas. En este sentido la producción de arquitecturas rurales en Colombia debe ser desplegado, las evidencias desarrolladas para la colonia temprana hace que lo sucedido después adquiera otro matiz y se observe como una parte del proceso de poblamiento, uno que se enmarca en los fenómenos hispánicos que tienen en el río Magdalena, Cartagena de indias y Santa Fe de Bogotá una espacialidad, pero lo Caribe Pacífico conectado desde el golfo de Urabá hasta Perú es una espacialidad con determinantes únicas.

A manera de conclusión y con la necesidad de dar indicios para continuar la revisión se quiere señalar que con la consulta de materiales en las fuentes históricas se encontraron acuarelas y dibujos realizados por observadores europeos que parecen retratar escenas de la realidad descrita. En la figura 5, por ejemplo, el paisaje representado da cuenta de muchos de los elementos tratados y la aparición de comunidades anfingas, navegantes y de apariencia mestiza (no nativa o indígena) advierte sobre el campo de posibilidades que supone el estudio sistemático de este tipo de material. Para el ejemplo, su nombre y localización, río San Juan en Chocó (Pacífico colombiano) la tipología del edificio que se puede observar, el sistema constructivo y los materiales dan un marco para estudio y al hacer referencia que la actividad de navegación en esa escala y con esos elementos se denomina



Figura 5
Navegación por el río San Juan, Chocó, Cauca. Fuente: Banco de la República de Colombia (Gutiérrez de Alba, 1875)

“Bogas”. La africanía en la costa norte de Colombia de esta actividad se vincula con el poblamiento palafítico, por ejemplo de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Arteaga Botero et al., 2019), con lo que lo representado adquiere un espesor de documento que puesto en la magnitud de lo abordado da cuenta de los acontecimientos generados por lo global temprano al introducir comunidades que cambiaron conocimientos los que con el tiempo se combinaron hasta conformar una de las tradiciones de las arquitecturas campesinas rurales lo que para la teoría de estudio supone desplegar un nuevo campo, el de las arquitecturas mestizas y sus desarrollos técnicos.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aprile-Gnisset, J. 2016. *La Ciudad Colombiana. La formación espacial de la conquista siglos XVI - XVII*. Universidad del Valle.
- Arteaga Botero, G. A., López Pérez, C., & Medina Garzón, H. 2019. *Análisis de patrones morfológicos en conjunto de vivienda palafítica. Vivienda vernácula en el corregimiento del Morro (Nueva Venecia), municipio de Sitionuevo, Magdalena-Colombia*. <https://doi.org/10.5821/SIU.6484>
- Black, J. 2015. The Atlantic slave trade in world history. In *The Atlantic Slave Trade in World History*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315732299>
- Edwards, J. D. 1994. The Origins of Creole Architecture. *Winterthur Portfolio*, 29(2/3), 155–189. <https://doi.org/10.1086/496659>

- Gutiérrez de Alba, J. M. 1875. *Navegación por el río San Juan, Chocó, Cauca*. Láminas. <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll16/id/447>
- Mosquera Torres, G. 2014. *Vivienda Y Arquitectura Tradicional en el Pacífico Colombiano. Patrimonio Cultural Afrodescendiente*. 39–181. https://books.google.com.co/books/about/Vivienda_y_arquitectura_tradicional_en_e.html?id=5O9JDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Navarrete, M. C. 2006. *Génesis y desarrollo de la esclavitud en Colombia. siglos XVI y XVII*. Universidad del Valle.
- Navarrete, M. C. 2017. Los años inciertos del comercio esclavista a los Reinos de Indias: 1640-1680. *Historia Y Espacio*, 11(45), 11. <https://doi.org/10.25100/hye.v11i45.1188>
- Romero Vergara, M. D. 2017. *Poblamiento y sociedad en el Pacífico colombiano siglos XVI al XVIII* (U. del Val, Vol. 1).
- Strabucchi, M. M., & Johannes, R. 2020. Del Galeón de Manila a la IED: rutas de intercambio entre China y América Latina. *Revista Asia América Latina*, 5(8), 8–31. <https://doi.org/10.33177/8.3>

Contribución a la historia de las tecnologías apropiadas a partir de los años 70's

Joel F. Audefroy

A partir de los años 1970, en Europa, la crisis del petróleo que encareció los precios de la energía obligó a los profesionales de la construcción a repensar la forma de construir altamente consumidora de energía y contaminante. Esto fue solamente derivado de una causa económica, pero no permite entender solamente con ella el origen de las tecnologías apropiadas o alternativas. En los años que siguieron al final de la segunda guerra mundial, empezaron a surgir en el medio de los intelectuales europeos, algunas reflexiones en torno al concepto de técnica. Uno de los precursores fue Jacques Ellul (1914-1994), un abogado que enseñaba derecho en la universidad de Burdeos. Estudió la técnica como un fenómeno social del mundo de la posguerra, su primera obra, que encontró muchas dificultades para publicarse, ya que no interesaba a nadie en los años 50, se llamó "La technique ou l'enjeu du siècle" (1954). Según él, el capital ya no era el motor de desarrollo, sino más bien la técnica. Caracterizaba la técnica como un fenómeno moderno, como "artificialidad", el proceso técnico reemplazaba al medio natural, y parecía ampliarse según sus propias leyes independiente de los "fines humanos", y la "universalidad", era la técnica la que estaba progresivamente en todas partes. Ellul presentaba el impacto de la técnica sobre la sociedad, en una época en donde la técnica era sinónimo de progreso. En los años 70 esta creencia casi religiosa va a estar cambiando a partir de las publicaciones de Schumacher en 1973, Iván Illich en 1974 y Denis Meadows en 1972 en donde se plantean por primera vez los límites al crecimiento, en diferentes sectores como la

economía, la salud, la educación, etc. Con estos nuevos planteamientos en esta época, añadidos a la problemática de la vivienda en los países del Sur, entonces llamados "países en desarrollo", en donde los sectores de bajos ingresos no tenían acceso a una vivienda digna y trataban de (auto) construir con los materiales que encontraban en lugares a veces en riesgo, la problemática de la vivienda se agudizó. Esta problemática identificada entonces por las organizaciones no gubernamentales de varios países se planteó en la 1era cumbre HÁBITAT de Naciones Unidas en 1976 en Vancouver en donde por primera vez estas organizaciones pudieron encontrarse y compartir sus experiencias. Es en este contexto internacional que varias organizaciones de la sociedad civil del Norte y del Sur empezaron a reflexionar y proponer soluciones tecnológicas en torno a los asentamientos humanos. Además, entre 1976 y 1987, durante este periodo, varias organizaciones y movimientos sociales de África, Asia y América Latina, desarrollaron formas innovadoras de trabajo con grupos de bajos ingresos para mejorar sus condiciones de vivienda y tratar de incidir en las decisiones gubernamentales para que respondieran a sus necesidades de vivienda.

¿QUÉ SON LAS TECNOLOGÍAS ADECUADAS PARA EL HÁBITAT?

Al principio, las tecnologías alternativas, también llamadas "tecnologías apropiadas" o "adecuadas" habían

sido concebidas para las poblaciones de bajos ingresos en una época - los años 60-70 – donde no había mucha conciencia acerca de la protección del medio ambiente y todavía no había habido una crisis de energía basada principalmente en los recursos fósiles (petróleo y gas principalmente). Se consideraba que estas tecnologías, de bajo consumo de energía, no tenían mucho futuro, y no le interesaban al mercado de los materiales de construcción basado en la producción del cemento y sus derivados. Los principales ejes directores de estas tecnologías nuevas eran la protección del medio ambiente y la participación social en la producción del hábitat. Si bien estas tecnologías fueron promovidas y desarrolladas por pequeños grupos de profesionistas, en varios continentes, sus experiencias fueron desarrolladas en comunidades rurales y urbanas que no tenían acceso al mercado formal de la construcción y que no tenían los recursos suficientes para adquirir sus productos. A partir de los años 80's estos grupos de profesionistas fueron denominados "organizaciones no gubernamentales" por parte de las agencias de las Naciones Unidas y empezaron a obtener fondos de las fundaciones, de algunas agencias internacionales y de los gobiernos. Esto explica en parte, el desarrollo de estas tecnologías para el hábitat en varios continentes. Es interesante observar que todas estas actividades se llevaron a cabo al margen de las universidades, con muy pocas excepciones.

El primero de los principios básicos, es la utilización de recursos naturales renovables: sol, agua, viento, tierra, madera, y biomasa. El segundo es la escala: siempre se llevaron a cabo experiencias en comunidades pequeñas y organizadas, controladas por los mismos habitantes, con un alto grado de participación social. Los criterios de las técnicas y herramientas de las tecnologías adecuadas han sido mejor definidos por Ken Darrow (1980, 19):

- Tienen un bajo costo de capital;
- Hacen uso de materiales locales siempre que sea posible;
- Crean empleos que aprovechen la mano de obra local;
- Son suficientemente pequeñas para que grupos reducidos las puedan costear.
- Son controladas, comprendidas y conservadas por los habitantes, a pesar de no tener un alto nivel de educación;
- Pueden ser producidas en un pequeño taller;

- Parten de que las personas pueden trabajar y tomar decisiones juntas (participación social);
- Involucran energías renovables y descentralizadas (viento, agua, solar, etc.);
- Son flexibles de modo que pueden ser utilizadas y adaptadas a los contextos locales;
- No necesitan patentes, regalías o impuestos de importación;
- Están en armonía con las tradiciones culturales del área, lo que no contradice los valores de la gente: la tecnología se adapta a la cultura más fácilmente que la cultura a la tecnología.

Todas estas ideas y principios surgen de *Small is beautiful* de Schumacher (1973) y de otros menos conocidos, como: *Sharing smaller pies* de Tom Bender (1975); de *Appropriate technology: problems and promises* de Nicolas Jequier (1976). Cabe mencionar que las ideas en torno a las tecnologías adecuadas eran también una manera de evitar la dependencia de los países del Sur de las tecnologías costosas importadas de los países del Norte. Sin embargo, en los años 70's, estas tecnologías del Norte eran consideradas como un obstáculo al desarrollo. Fue más adelante cuando se empezó a poner en tela de juicio a la misma idea de "desarrollo". En los años 70's las tecnologías adecuadas eran consideradas como un facilitador del desarrollo. Nicolas Jequier (1976) describió la tecnología adecuada como prueba de que hay una revolución cultural en las ideas sobre el desarrollo. Los elementos centrales de este enfoque como la autosuficiencia, la iniciativa y el control local tienen implicaciones muy importantes cuando se aplican al contexto de desarrollo actual capitalista. La tecnología adecuada se debe entender como un enfoque en el cual el sistema (software) puede ser tan intensivo en capital (social, humano, natural) como el equipo material (hardware) y puede ser igualmente inadecuado si está mal aplicado. Por ejemplo, querer construir con madera en una región sin árboles o construir con tierra en una zona rocosa... N. Jequier observa que el principal grupo practicante de tecnología adecuada son los millones de artesanos en el mundo que están innovando y creando la tecnología más adecuada por definición, ya que ha evolucionado dentro del contexto cultural con los recursos y habilidades existentes. Los ejemplos en el campo del hábitat son numerosos, la adaptación de las construcciones tradicionales al clima es un ejemplo de estas

primicias creadas dentro de un sistema cultural preciso. El problema es que estos conocimientos empíricos se han ido perdiendo a lo largo del tiempo.

El tema de la participación de la gente proviene en parte de la filosofía que mide el desarrollo en términos de las habilidades de las personas y de su capacidad para resolver sus propios problemas y no en términos del PIB. Solo así se puede llegar a la autonomía y al control local por los propios habitantes. La asistencia técnica externa solo favorece el acceso a los recursos y a la información. De ahí el papel importante de las organizaciones no gubernamentales en el desarrollo de los proyectos de hábitat. En el *Handbook on appropriate technology* (1976), también se insiste en el rol de la participación social en la tecnología (citado por Ken Darrow, 1980, 31):

Uno de los factores más importantes que determina si una tecnología va a tener éxito o no, es el grado de participación real de la comunidad en la concepción y desarrollo de tal tecnología. Es sumamente importante que el catalizador de la tecnología adecuada trabaje junto con los líderes locales y con los miembros de la comunidad durante todo el proceso completo de introducción de una tecnología, desde su concepción hasta su instalación y uso.

LOS PRECURSORES DE LAS TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS

Lo que plantea E.F. Schumacher en 1973 en su libro "Small is Beautiful", está basado en la tecnología intermedia o apropiada. Es un economista fundador del "Grupo de Desarrollo de la tecnología intermedia" en Inglaterra. Sus reflexiones sobre la técnica lo han conducido a poner en tela de juicio la tecnología misma del mundo supuestamente "desarrollado" muy consumidora de capital y poco aplicable en los países del sur. Propone una "tecnología intermedia" poco consumidora de capital, pero sí de mano de obra. Tomamos el ejemplo de la fabricación de bloques de tierra compactada: se requiere de poco capital (una maquina manual) y de mano de obra para fabricar los bloques.

Para Schumacher (1973, 105) las soluciones a los problemas económicos deben de tener cuatro cualidades: lo pequeño, lo simple, lo que ahorra capital y la no violencia. Para lograr esto, es el uso de la tecnología adecuada en los países del sur lo que permite dar respuesta parcial a los problemas globales como la pobreza, la enajenación y la escasez de energía. El

objetivo entonces es facilitar la creación de pequeños lugares de trabajo, talleres, pequeñas empresas con poco capital y mucha mano de obra. Asimismo, adelanta cuatro proposiciones:

- a) Es necesario crear lugares de trabajo en las zonas en las que vive la gente y no en las zonas metropolitanas a las que tiene que emigrar.
- b) Estos lugares de trabajo deben ser en su mayoría lo suficientemente baratos como para que se creen muchos, sin que para ello se requieran niveles inalcanzables de formación de capital y de importaciones.
- c) Los métodos de producción que se empleen deben ser relativamente sencillos de modo que se reduzca al mínimo la demanda de capacitación elevada, no solo en el proceso de producción, sino también en lo que toca a asuntos de organización, abastecimiento de materias primas, financiamiento, comercialización, etc.
- d) La producción deberá ser principalmente a partir de materiales locales y para uso local.

En 1976 aparece el libro de Nicolas Jequier como producto de una conferencia de la OCDE (1) sobre tecnología de bajo costo. En su introducción Jequier describe la tecnología adecuada como una revolución cultural en el campo del desarrollo y menciona implicaciones sociales, económicas y políticas por el uso de estas tecnologías. Señala el peligro de que sean grupos de investigadores de los países ricos quienes emprendan las investigaciones sobre esta tecnología, en detrimento de los investigadores de los países del sur, lo que podría conducir a la misma dependencia tecnológica. Compara la investigación sobre tecnología descentralizada con la centralizada, lo que es muy cercano a las tesis de Ivan Illich y explora muchos otros problemas y perspectivas del movimiento de las tecnologías adecuadas. Es un precursor en el sentido de que introduce el pensamiento sobre el desarrollo ya no desde la tecnología intensiva en capital de los países del norte, sino más bien a partir de las tecnologías inventadas a partir de las comunidades de los países del sur.

Ivan Illich es también un precursor porque contribuyó al desarrollo de una filosofía de la tecnología adecuada. En varios de sus libros y artículos (1988) formula una crítica al sistema de la industrialización que destruye la capacidad de la gente para hacer las

cosas por sí misma. Considera que la “ayuda mutua” es uno de los valores, que aún se conserva en las pequeñas comunidades, pero que se ha perdido trágicamente en los procesos de la industrialización. En *La convivencia* (2006, 434), Illich comenta sobre la industrialización de la construcción en América Latina: “No costaría caro prefabricar elementos para viviendas y construcciones de servicios comunes fáciles de ubicar. La gente podría construirse moradas más duraderas, más confortables y salubre, al mismo tiempo que aprendería el empleo de nuevos materiales y de nuevos sistemas. En vez de ello, en vez de estimular la aptitud innata de las personas para moldear su propio ambiente los gobiernos encajan en esas barriadas servicios comunes concebidos para una población instalada en casas de tipo moderno”. No es lo mismo promover el derecho a una vivienda-cochera, lo que significa para los políticos, el derecho a una vivienda digna construida por profesionales, que el derecho a un hábitat comunal en el que cada comunidad pueda asentarse y vivir de acuerdo con su propia cultura y capacidad.

Tom Bender también ha contribuido a la difusión de las tecnologías apropiadas, en su libro *Sharing smaller pies* (1975). Este folleto es un poco la respuesta norteamericana a *Small is beautiful*. A través de once puntos, Bender conceptualiza en concordancia con la teoría de Schumacher, por ejemplo: “Administración, no progreso”, “Responsabilidades, no derechos”, “Localización, no centralización”. Afirma también que “necesitamos tecnologías que desarrollen las capacidades y no tecnologías que ahorren mano de obra”. Formula un conjunto de nuevos valores contrarios a los de la sociedad estadounidense del estado de bienestar, “herramientas, no máquinas” es un lema que estará aplicado en varios proyectos de desarrollo comunitario y tiene raíces tanto filosóficas como espirituales. Insiste en que debemos tener la capacidad para la autosuficiencia, así como la capacidad de contribuir con nuestras habilidades al desarrollo de relaciones interdependientes que puedan beneficiar a todos. Este folleto incluye una disertación en algunas páginas sobre el significado de la tecnología adecuada para las naciones hiper-industrializadas. Revisa cuidadosamente lo que ha fallado en la sociedad altamente tecnificada de Estados Unidos y explica un nuevo conjunto de valores para lograr alcanzar una sociedad “suficiente, no excedente”.

Lloyd Kahn publicó en 1973 “Shelter”, proponiendo viviendas simples, con materiales naturales y recursos humanos. Los “shelters” son algo más que un techo para protegerse y proponen una multitud de soluciones con profusión de fotografías y dibujos, son un tributo a los estilos de construcción nativos y tradicionales, a la vez racionales e innovadores. El libro muestra cuánto hay que aprender de la sabiduría del pasado, sus técnicas y materiales tradicionales. Asimismo, Lloyd Kahn publicó la serie de los “Domebook” en 1971 (figura 1) en donde se encuentran aplicadas las ideas del arquitecto Buckminster Fuller (1895-1983) por numerosos grupos de arquitectos y profesionistas. La serie de los “Domebook” contrasta con “Shelter” (figura 2) porque rompe con la arquitectura tradicional siguiendo la teoría de B. Fuller que exploró los patrones de la naturaleza como punto de partida desde el cual se trata de concebir una relación más armónica entre lo natural y lo artificial. B. Fuller considera que la tecnología de la posguerra es accesible solo para un 40% de la población, y propone soluciones tecnológicas de construcción que podrían alcanzar al 100% de la población. Sus investigaciones desde los años 1927, en el campo estructural consistían en desarrollar un amplio abanico de posibilidades formales y materiales relativas a domos geodésicos, domos de aluminio, contrachapados, domos de cartón y fibra de vidrio (2).

CONSTRUIR CON LA GENTE: EXPERIENCIAS EXITOSAS

Las iniciativas exitosas de construcción de vivienda han sido elaboradas en menor o mayor medida a partir de las teorías de los precursores de las tecnologías alternativas. Es realmente a partir de los años 70's cuando empezaron a desarrollarse en varias partes del mundo experiencias colectivas de producción de viviendas, ya sea a raíz de desastres, o en respuesta a solicitantes de viviendas organizados y organizaciones sociales cuyos miembros estaban excluidos de los programas gubernamentales por estar vinculados al mercado informal. Estas organizaciones sociales, aliadas con grupos de profesionistas, luego llamados organizaciones no gubernamentales (ONG) que son organizaciones de la sociedad civil, lograron producir viviendas por medio de un proceso llamado “producción y gestión social del hábitat”, utilizando sistemas constructivos alternativos a los utilizados por el



Figura 1
Portada del *Domebook* N° 2 (foto del autor)

sector convencional de la construcción con el fin de abaratar los costos y tener menos impactos sobre el medio ambiente. Estas experiencias tienen en común los principios siguientes:

- La vivienda es considerada como un proceso más que un producto;
- Las personas pobladoras son consideradas como sujetos activos en el proceso participativo de diseño y construcción del hábitat.
- El hábitat es un derecho humano determinado por las necesidades, sueños y capacidades del habitante, más que un producto comercial;

En México una de las primeras experiencias se llevó a cabo en los años 70s en la Ciudad de México fue la experiencia de Palo Alto, una cooperativa de vivienda creada por COPEVI (3) con un grupo de habitantes en Cuajimalpa. La tecnología empleada para abaratar costos fue diseñada por el uruguayo Carlos

Acuña, y consiste en colar en sitio pisos y techos prefabricados a base de ladrillos y cemento, sistema constructivo que los mismos habitantes podían fabricar con asistencia técnica. A partir de esta experiencia hubo muchas más en medios urbanos y rurales. En 1976, en la Conferencia Hábitat 1 de Naciones Unidas, las organizaciones de producción de vivienda como COPEVI se reunieron en Vancouver en el Foro Hábitat y tuvieron un diálogo fecundo como lo dice Enrique Ortiz en su artículo "HIC en Hábitat I" (2018) (4). Entre los participantes estaba John Turner que desde los años 60's había estudiado los procesos de asentamientos espontáneos en las barriadas de Lima y "reconocía que en el proceso de habitar los pobladores son los principales actores y que, en consecuencia, deben tener la libertad de tomar las decisiones convenientes a su hábitat, lo que se hace imposible cuando éstas son controladas centralmente por los organismos públicos" (Ortiz, 2018). En 1987, Naciones Unidas celebró el "Año Internacional de Vivienda para los Sin Techo", en esta ocasión el Consejo Internacional para el Hábitat (HIC) documentó unas 341 experiencias de ONG y organizaciones de base de 75 países con el fin de dar a conocer las experiencias



Figura 2
Portada de *Shelter* de Lloyd Kahn. (foto del autor)

exitosas de las comunidades en el mejoramiento de sus barrios y viviendas. Estas experiencias expresan el potencial de la gente, su capacidad de producir más con menos, construir comunidades, lo que exige autonomía local y apoyos institucionales.

Lo importante en estas experiencias es el control directo de la organizaciones y grupos sociales que habitan estos barrios sobre los procesos de construcción, mejoramiento, actividades productivas, lo que ha contribuido a generar ciudadanía activa y responsable. Con estos casos encontramos aplicados los conceptos enunciados por Ivan Illich, como la autonomía en vez de la heteronomía de los conjuntos habitacionales mercantilizados, la ayuda mutua y las ideas de John Turner sobre la posibilidad de los habitantes de decidir sobre su espacio construido. Si bien estas experiencias no son masivas, han demostrado lo bien fundado de las teorías de Illich y Turner algunos decenios después.

EL PAPEL DE LAS ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES

Las organizaciones no gubernamentales (ONG) son un tipo particular de organizaciones que no dependen ni económica ni institucionalmente del estado, que se dedican a tareas de promoción social, educación, capacitación, gestión e investigación/experimentación con grupos organizados principalmente, sin fines de lucro y cuyo objetivo final es el mejoramiento de la calidad de vida de los sectores marginados. El papel de las ONG en los proyectos es múltiple:

- Diseñan y construyen viviendas con los habitantes;
- Instalan servicios de agua y saneamiento;
- Mejoran viviendas y barrios;
- Enfrentan los desastres, inundaciones y terremotos;
- Atienden las necesidades de alimentación y salud;
- Imparten cursos, capacitación técnica;
- Formulan y gestionan proyectos sociales;
- Formulan propuestas, estudios, diagnósticos;
- Suministran asesoría técnica y económica para acceso a créditos;
- Elaboran política de desarrollo territorial, planificación participativa;

- Dinamizan circuitos económicos barriales;
- Actúan como facilitadoras entre el gobierno y las organizaciones de base.

Al principio de los años 80's se consideraba a las ONG como proveedoras de servicios, papel que desempeñaron de forma muy eficiente e innovadora en comparación con los gobiernos. Pero poco a poco las ONG se encontraron comprometidas con una diversidad de papeles que hasta cierto punto lo determina el contexto del país y la ciudad. Probablemente la función más tradicional de las ONG fue crear vínculos entre las organizaciones y las instancias gubernamentales. A medida que pasaba el tiempo, dichos vínculos experimentaron un cambio profundo debido, probablemente a la solidez y madurez de la interacción ONG-organización de base. Ambas partes reconocieron la necesidad que tienen de cooperar y trabajar en forma conjunta. A través de los años, numerosas organizaciones de base se fortalecieron y exigieron a las ONG que su legitimidad se ejerciera a través de una mejor capacidad. Existen ejemplos en particular en América Latina de nuevas alianzas entre estos diferentes actores.

Otro papel fundamental que ejercen las ONG es el de consultores técnicos para las organizaciones de base y los organismos gubernamentales. Con el ingreso de profesionistas en el ámbito de las ONG, éstas empezaron a funcionar como consultoras en varias disciplinas: arquitectura, economía local, derecho, etc... (Meera Mehta, in Ortiz, 1998, 37). Estos profesionistas aportaron nuevos enfoques y enriquecieron los mecanismos de apoyo a los proyectos de las organizaciones de base, aportando metodologías específicas para la gestión y realización de los proyectos.

Un papel que ha sido muy poco destacado tiene su origen en la capacidad de las ONG de incidir en las políticas y programas de los gobiernos. Si bien los casos exitosos son limitados a nivel internacional, esta función fue relegada en segundo plano. Crear un espacio de diálogo con las autoridades es un elemento clave para lograr influir. El caso más emblemático se encuentra en la Ciudad de México en donde una ONG (FOSOVÍ A.C.) (5) y una organización social (UPREZ) (6) lograron, a partir de un pequeño proyecto de mejoramiento de vivienda incidir en la política del Gobierno de la Ciudad (INVI) (7), el cual, con mayores recursos, diseñó un programa de mejo-

ramiento de vivienda con pequeños créditos para las familias propietarias de sus viviendas, pero en condiciones precarias.

Los papeles de las ONG se han diversificado y especializado desde los años 70's. Pero existen ahora nuevas funciones, que surgen de la necesidad de crear redes entre las diversas ONG. Algunas organizaciones son las ONG de apoyo que proporcionan servicios especializados a otras ONG y se concentran en la capacidad de desarrollo del sector. En el sector del hábitat algunas están especializadas en agua y saneamiento alternativo, otras en la construcción de viviendas, o en el fortalecimiento de la economía local. Así, el papel desempeñado por las ONG se desplazó de ser facilitadoras entre el gobierno y las organizaciones sociales, hacia la consultoría técnica y de ahí a la tarea actual de apoyar la institucionalización de sistemas e influir sobre la definición de políticas y programas (Meera Mehta, 1998, 50).

CONCLUSIONES: LECCIONES APRENDIDAS

El reto fue que las tecnologías adecuadas fueran adecuadas para los habitantes a través de un proceso de apropiación, a través de asesorías, talleres comunitarios, capacitación, implementación, difusión, etc. Las tecnologías apropiadas son un medio y no y fin comercial en sí mismo. Esta diferencia con las formas convencionales de construir es fundamental ya que las tecnologías apropiadas son también un medio para fortalecer a los grupos sociales en sus organizaciones, y su empoderamiento frente a las instituciones públicas y a los gobiernos locales. Cuando una tecnología forma parte de un proceso colectivo y participativo de producción social del hábitat, tanto los fines (producto-proceso), como los medios (tecnología aplicada) deben ser discutidos y consensuados de manera conjunta entre los diversos actores involucrados (G. Romero et al., 2007). El proceso de transferencia de tecnología es lo contrario de las tecnologías convencionales impuestas que no buscan transferir, sin más bien vender tecnología. La transferencia de tecnología es un proceso de transferencia de conocimientos y habilidades que permite a una comunidad apropiarse del conocimiento en forma colectiva, y por lo tanto ser capaz de reproducir esta tecnología.

Desde las publicaciones de Schumacher, Jequier, Illich y Turner en los años 70's un largo camino ha

sido recorrido y muchos avances han sido logrados con las ONG y las organizaciones sociales. Ahora estas premisas teóricas han sido demostradas y aplicadas en numerosos proyectos utilizando tecnologías apropiadas en la producción social de vivienda. Si bien las primeras experiencias solo contaban con ONG y organizaciones sociales, ahora son numerosas las experiencias en las que participan los gobiernos locales y las instituciones públicas tales como en las experiencias a partir de la reconstrucción en 2017 a raíz de los sismos en México.

A partir de las experiencias realizadas, podemos surgir algunas propuestas dirigidas hacia los diferentes actores:

- Hacia los gobiernos locales y nacionales: es importante descentralizar los poderes, fortalecer la autonomía local y ampliar la cooperación Gobiernos/ONG.
- Hacia las organizaciones sociales y ONG: abrir las organizaciones de base al diálogo, fortalecer las metodologías de las ONG, involucrar a las comunidades en los proyectos, tratar de multiplicar las experiencias masivas, y crear estructuras organizativas independientes.

Ahora bien, las tecnologías apropiadas también han sido progresivamente mejoradas y mejor adaptadas a las familias de bajos recursos. Por ejemplo, a partir del *clivus* (sanitario seco) de los años 70's, ahora algunas organizaciones proponen un paquete incluyendo, sanitario seco, composta y mingitorio seco. Asimismo, la construcción con adobe ha sido mejorada utilizando soluciones antisísmicas como lo muestra la guía de construcción parasísmica de Wilfredo Carazas (2002) que fue implementada en El Salvador por la ONG FUNDASAL. También varias soluciones para el hábitat anticiclónico han sido implementadas en Viet-Nam (Development Workshop France) y en otras regiones propensas a huracanes (Audefroy, 2020).

AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo financiero de la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional, con el proyecto SIP N° 20220905.

NOTAS

1. Organización de la Cooperación Económica para el Desarrollo.
2. Ver: Buckminster Fuller Institute: <https://www.bfi.org/blog/>
3. Centro Operacional de Vivienda y Poblamiento A.C.
4. HIC, 2018, *Historia, La Coalición Internacional del Hábitat y las Conferencias Hábitat*, 1976-2016, pp.6-7, México
5. Fomento Solidario de la vivienda A.C.
6. Unión Popular Revolucionaria Emiliano Zapata.
7. Instituto de Vivienda de la Ciudad de México.

LISTA DE REFERENCIAS

- Audefroy J.; Cabannes y.; Lopez Moreno eds. 1994. *Saber hacer y hacer saber, la difusión de las innovaciones para la construcción de la vivienda popular*, fonhapo/gret/invisur, México.
- Audefroy J. 2020. *La reconstrucción después de huracanes, experiencias exitosas y propuestas para Yucatán*, Editorial académica española.
- Bender, Tom. 1975. *Sharing smaller pies*, Rain publication, Irving, Portland, USA, (reeditado en la revista *RAIN*, oct./nov. 1983, p.28).
- Brace Research Institute. 1976. *A handbook on appropriate technology*, Ottawa, Canada.
- Wilfredo, Carazas. 2002. *Guía de construcción parasísmica*, Craterre/ Misereot/ Fundasal.
- Darrow Ken.; Pam Rick. eds. 1980. *Manual de tecnología adecuada*. Ceestem, México.
- Ellul, Jacques. 2003. *La edad de la técnica*. Editorial Octaedro, Barcelona.
- HIC-AL. 2004. *De la marginación a la ciudadanía, 38 casos de producción y gestión social del hábitat*. México.
- HIC-AL. 2017. *Utopías en construcción, experiencias latinoamericanas de producción social del hábitat*. México.
- HIC. 2018. *Historia, La Coalición Internacional del Hábitat y las Conferencias Hábitat*, 1976-2016, pp.6-7, México.
- Illich Iván. 2006. *La convivencialidad*. FCE, México.
- Illich Iván. 1988. *Alternativas II*. J. Mortiz, México.
- Jequier, Nicolas, ed. 1976. *Appropriate technology: problems and promises, development center of the organization for economic co-operation and development*. Paris.
- López-Pérez, Daniel. 2015. *Fuller en México*. Arquine, México.
- Lloyd Kahn & al, eds. 1974. *Dome Book 1& 2*. Shelter publications, Bolinas, California. (dome book 1: <https://pacificdomes.com/brochures/booklets/dome-book1/mobile/index.html#p=55> Dome Book 2: <https://pacificdomes.com/pdf/domebook-2.pdf>.)
- Lloyd Kahn, ed. 1973. *Shelter*, Shelter publications, Bolinas, California.
- Mangin, William P. y Turner John C. 1978. Benavides y el movimiento de las barriadas. En: Paul Oliver, *Cobijo y sociedad*, Madrid, pp.139-150.
- Meadows, Denis. 1972. *Los límites del crecimiento, informe al club de Roma*. FCE, México.
- Mehta, Meera. 1998. Panorama general de los estudios de caso en cinco regiones. En: Audefroy/Ortiz, *Construyendo la ciudad con la gente*, HIC, México, 1998.
- Ortiz, Enrique; Audefroy Joel. 1998. *Construyendo la ciudad con la gente*. Habitat International Coalition, México.
- Ortiz Enrique; Ferniza, Magdalena, coord. HIC-AL. 2020. *Reconstrucción social del hábitat, catálogo de experiencias*. México.
- Pascual, Isabel; Puertas, Alvaro; Ramírez, Guillem. 2018. *La Coalición Internacional del Hábitat y las conferencias hábitat*, 1976-2016. México.
- Romero, Gustavo et al. 2007. *Herramientas de planeamiento participativo para la gestión local y el hábitat, programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo*. CYTED, red XIV.F-“Tecnologías sociales y producción social del hábitat”, PNUD.
- Schumacher, Ernst Friedrich. 2011. *Lo pequeño es hermoso*. Akal, México.
- Turner John F.C.; Ficher R. coord. 1976. *Libertad para construir*. Siglo XXI, México.
- Turner, Bertha, editor; Turner John F.C. 1988. *Building community, a third world case book, Building community books*. London. <http://www.communityplanning.net/johnfturnerarchive/pdfs/bcprelims.pdf>

Espacios para la producción del azúcar en Michoacán, México

Luis Alfredo Ayala Ortega

La producción de azúcar ha destacado históricamente por ser una actividad agroindustrial de gran contribución en el desarrollo económico de países y estados que reúnen las condiciones edafoclimáticas necesarias en las que se asentó este cultivo de valor comercial, debido a su gran demanda, alta cotización y multi producción de artículos derivados de su explotación, como azúcar, piloncillo, melazas o aguardiente, teniendo esta industria un especial arraigo colonial en los territorios de las Antillas, siendo, de acuerdo con Gisela Von Wobeser (2004, 9), precisamente en Santo Domingo, República Dominicana, donde fue introducido por primera vez la caña de azúcar en el continente americano, cuando fue traído por Cristóbal Colón, y de ahí su cultivo se extendió a otras regiones, como Puerto Rico, Cuba o la Nueva España (México).

Dada la importancia que guardó este cultivo en la economía colonial en el continente americano y que sigue manteniendo al día de hoy, en la presente comunicación se analiza el desarrollo de esta actividad agroindustrial en el territorio mexicano, en la franja central del estado de Michoacán de Ocampo, en la subregión ocupada por los municipios de Tacámbaro y Turicato, en diversos momentos durante el periodo de 1880-1940, etapa en que se transita de un estadio histórico de hacienda colonial al de ingenio mecanizado.

El trabajo se centra en dos unidades de análisis que se consideran representativas por su importancia histórica-regional, productiva, la persistencia de vestigios, la existencia de fuentes de información

que narran su historia y funcionamiento, además del hecho de que una de éstas operó solo como hacienda mientras que la otra trascendió como unidad productiva al transformarse en ingenio mecanizado; dichas fincas son la Hacienda de San Nicolás Chupio y la Hacienda de San José Puruarán.

MARCO GENERAL SOBRE LOS ESPACIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR

Los espacios para la producción son aquellos «espacios de trabajo donde se produce (por extracción, procesamiento o transformación) algo material –sea materia prima, objetos o productos procesados–, por lo que pueden ser desde pequeños talleres de oficios, fábricas, haciendas, talleres de manufactura, ranchos, etcétera; que pueden estar en las ciudades, pueblos, o en el campo; ser una unidad productiva asociada a un asentamiento o ser en si misma uno» (Salazar 2006, 14), lo anterior permite relacionar la producción de un bien con un determinado espacio, indistintamente del tipo de explotación o la escala, por lo que se utiliza ésta conceptualización al referirse a los ámbitos de elaboración de azúcar, los cuales pueden ser trapiches, haciendas azucareras o ingenios mecanizados.

El término trapiche tienen una doble acepción, por un lado, se refiere a los molinos de rodillos verticales u horizontales que muelen la caña de azúcar y que pueden ser fabricados en distintos materiales como madera, hierro o cobre e impulsados por diferentes

fuerzas motrices; la segunda acepción hace referencia a la unidad más básica de producción de azúcar, su escala es de administración familiar y su producción consiste básicamente en la fabricación de piloncillo¹ y mieles prietas de baja calidad, destinado a una economía de auto sostenimiento.

La hacienda como agroindustria, se caracterizó por combinar una estructura social y económica que se desarrolló en el medio rural y con un marcado dominio de su territorio, en este sentido, se puede argumentar que la hacienda azucarera, fue una empresa agroindustrial de origen proto industrial, fincada en la explotación comercial y no de subsistencia, que paulatinamente adopto un modelo industrial, de dominio de su territorio y un sistema autárquico centrado en la organización y centralización del trabajo agrícola y fabril, en estrecha relación a un comercio exterior.

Al hablar del ingenio mecanizado, Manuel Moreno (1986) refiere para el caso cubano al Ingenio central, que correspondería al Ingenio azucarero mexicano del siglo XX que él describe como:

Central azucarero en su sentido actual. Es término que nace en la literatura azucarera hacia la década de 1830, con los grandes evaporadores al vacío. Los evaporadores al vacío y, posteriormente, las centrifugas rompieron el esquema de la antigua manufactura e hicieron posible la gran industria que arruinaba a los pequeños productores y absorbía los campos de caña. Se opera un proceso de concentración que se inicia a mediados de siglo y se acelera a partir de la década del 1880 con la aplicación del ferrocarril al tiro de las cañas. A esta nueva industria se le llamó, desde muy temprano, Ingenio central. Ya en los últimos años del siglo se les llama, simplemente central (Moreno 1986, 3:124).

Para Moreno se trata de un Ingenio central por sus rasgos tecnológicos a partir de que se introducen las evaporadoras al vacío, las centrifugas y la aparición del ferrocarril, algo que correspondería con el Ingenio mecanizado mexicano, solamente que éste adopta estas características a finales del siglo XIX e inicios del XX, mientras que para Cuba fue en las primeras décadas del XIX.

CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE AZÚCAR EN MICHOCÁN

De acuerdo con Gerardo Sánchez (2008, 277), el cultivo de la caña de azúcar fue introducido a la provin-

cia de Michoacán en el año de 1544 por el entonces encomendero de Taximaroa –hoy municipio de Zitácuaro–, el español Gonzalo de Salazar, quien por medio de sus influencias conseguiría un permiso para establecer el cultivo de 20 caballerías de tierras y la construcción de un trapiche.

Para finales del siglo XVI, el cultivo de la caña de azúcar se había extendido a otros puntos de la geografía michoacana, por ejemplo, en el año de 1586, el encomendero de Tacámbaro, Fernando de Oñate «obtuvo licencia para plantar un cañaveral y construir las instalaciones necesarias para producir azúcar en un punto cercano a ese lugar llamado La Magdalena» (Sánchez 2008, 279).

A finales del siglo XIX, en el estado de Michoacán se tenía constancia de que estaban en funcionamiento 132 trapiches, en donde se empleaban 8,779 trabajadores en los cuales probablemente se incluían tanto aquellos existentes en grandes ingenios como aquellas pequeñas unidades productivas, que en conjunto producían 463,150 arrobas de azúcar y 578,149 de piloncillo anualmente, posicionando al estado de Michoacán en el tercer lugar de producción nacional (Sánchez 2008, 292).

PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE AZÚCAR

El método de elaboración de azúcar y derivados se ha mantenido prácticamente inalterable a lo largo de la historia, existiendo únicamente algunos aspectos cualitativos que han permitido una mejora en la escala de producción, como la tecnificación de las actividades manuales o un mayor control de los recursos empleados, que a la postre ha dado como resultado un mayor nivel de sacarosa extraíble y aprovechable de la caña de azúcar, lo que se traduce en la fabricación de un azúcar más puro.

Las actividades industriales de la elaboración del azúcar inician en el ingenio cuando la caña de azúcar arriba a éste desde las suertes², aquí es descargada, pesada y acomodada en el batey desde donde se manipula y traslada a la casa del molino; una vez la caña de azúcar es acomodada en la casa del molino, esta es triturada por medios mecánicos por los molinos, que pueden ser movidos por fuerza animal, hidráulica, vapor, energía eléctrica o combustóleo, hasta extraerle la mayoría del guarapo, el cual es conducido por canales a la casa de

calderas; una vez reunido la totalidad del guarapo en la casa de calderas, este jugo es calentado, cocido, concentrado y pasado por una serie de calderas y pailas hasta limpiarlo de toda impureza y alcanzado la consistencia deseada, una vez conseguido esto, las mieles son entonces enfriadas, y con estas mieles, se forma el «pan de azúcar», el cual es posteriormente blanqueado dependiendo de la clase de azúcar de que se trate.

APROXIMACIÓN AL TERRITORIO DE LA REGIÓN TACÁMBARO-TURICATO, MICHOACÁN

El estado de Michoacán de Ocampo forma parte de las treinta y dos entidades que conforman el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, localizándose al centro-occidente del país y teniendo una extensión territorial de 59,864 km².

Esta entidad se caracteriza por contar con una amplia biodiversidad natural gracias a su extenso territorio y privilegiada ubicación entre las provincias fisiográficas del Eje volcánico transversal y la Sierra Madre del Sur, que han dado a Michoacán una vocación eminentemente agrícola, ganadera, comercial y en menor medida forestal, gracias a una amplia presencia de suelos fértiles, cuencas y cuerpos de agua que atraviesan su extenso territorio.

En este sentido, la presente comunicación se centra en la subregión de los municipios de Tacámbaro y Turicato, que durante gran parte del siglo XIX y principios del XX formaron en conjunto con otros municipios, la demarcación conocida como el «Distrito de Tacámbaro».

Fisonómicamente la región está caracterizada por albergar una amplia variedad de climas y vegetación, «puede dividirse en tres zonas: la zona *friú* que ocupa la región Norte, y en la cual prosperan los cereales; la

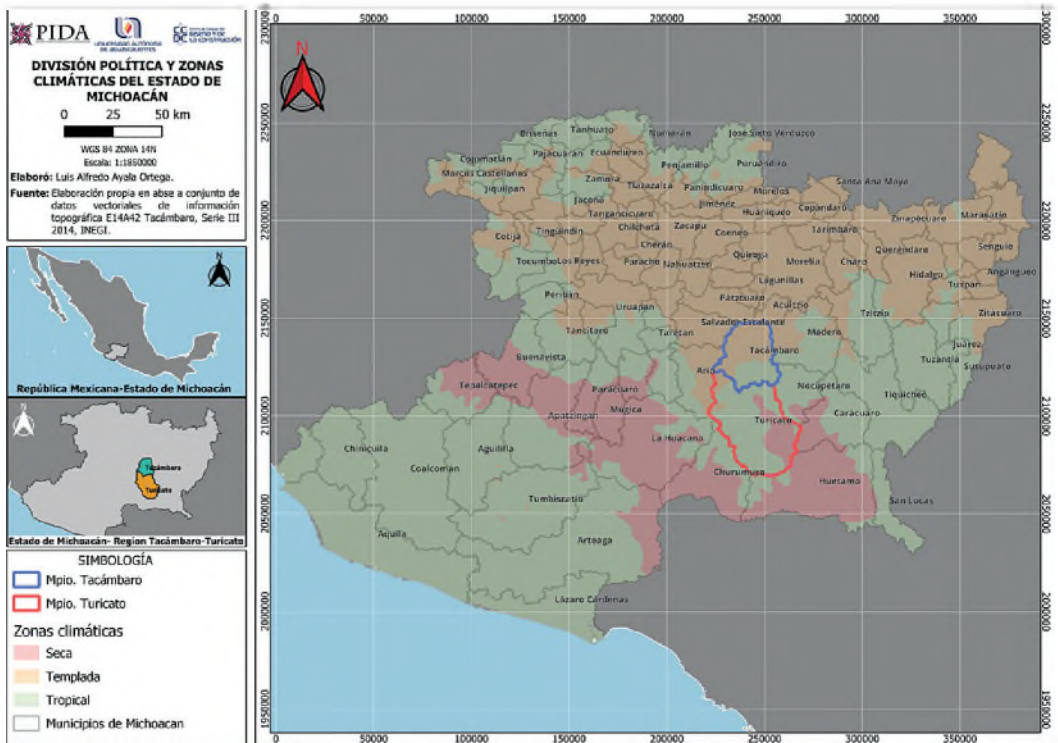


Figura 1

Mapa de ubicación de los municipios de Tacámbaro y Turicato, estado de Michoacán, México. Fuente: Elaboración propia

templada que ocupa la región Central; produce café, caña de azúcar, plátano, etc.: por último la *cálida*, que ocupa la región sur, pertenece por completo a la tierra caliente. Estas tres zonas se señalan por su vegetación y clima» (Velasco 1890, 133-134).

Condiciones ecológicas beneficiosas para la explotación de la caña de azúcar, ya que la zona fría boscosa dota de la madera de pino necesaria para la alimentación de las hormallas en el cocimiento de los caldos de mieles, el clima templado y cálido, las condiciones propicias para la siembra de la caña de azúcar, que aunado a la accidentada topografía de la porción norte, provee de escurrimientos de aguas que corren a lo largo de las pendientes hasta llegar a los valles planos cultivados con caña de azúcar de la región cálida.

UNIDADES DE ANÁLISIS: HACIENDA DE SAN NICOLÁS CHUPIO Y HACIENDA DE SAN JOSÉ PURUARÁN

En la presente comunicación se analizan dos espacios para la producción de azúcar (EPA) ubicados en las localidades homónimas de Chupio y Puruarán pertenecientes a los municipios de Tacámbaro y Turicato, Michoacán respectivamente, pero que

durante finales del siglo XIX y las primeras décadas del XX formaron parte del distrito de Tacámbaro, que junto con las haciendas de Pedernales, Buenavista y Cahulote fueron las fincas más productivas del distrito para el año de 1883 (Memoria presentada a la legislatura del Estado de Michoacán 1883, 116).

La Hacienda de San Nicolás Chupio tiene sus orígenes en las propiedades del primer encomendero de Tacámbaro, Cristóbal de Oñate –quien recibe la encomienda en el año de 1528–, ya que esta finca junto con la Hacienda de La Magdalena y Cherataro formaron parte del mayorazgo de la familia Oñate a lo largo del virreinato.

Los primeros registros que se tienen de la Hacienda de San José Puruarán se remontan al año de 1655, cuando Fernando de Oñate y Mendoza –bisnieto del primer encomendero de Tacámbaro, Cristóbal de Oñate– le compró la propiedad a Don Luis Castilleja Puruata, nieto de Antonio Huitzimengari «gobernador indio de la ciudad y provincia de Mechuacan durante 17 años, de 1545 a 1562» (Martínez Baracs 2021, 13-14), y desde ese momento, al igual que el caso de Chupio, pasaría por distintos propietarios hasta su desintegración como latifundio en los últimos años de la década de los años cuarenta del siglo XX.

Tabla 1
Cifras de producción de EPA Chupio, Pedernales y Puruarán, 1880-1940

Fincas	Año	Azúcar	Aguardiente
Chupio	1889	20,000 arrobas	2,500 barriles de Holanda. 2,7000 barriles de refino
	1912	70,000 arrobas	-----
	1918	24,312 panes	-----
Pedernales	1889	35,000 arrobas	3,500 barriles de refino
	1902	1,000 toneladas	-----
	1914	63,711 panes	-----
	1915	60,000 panes	-----
	1922	1,100 toneladas	-----
	1931	2,800 toneladas	-----
	1933	1,130 toneladas	-----
	1934	0 toneladas	-----
	1936	3,352 toneladas	-----
	1940	2,754 toneladas	99,000 litros
Puruarán-Cahulote	1889	70,000 arrobas	5,200 barriles de refino
Puruarán	1940	-----	109,200 litros

Nota: 1 arroba o pan de azúcar equivale a 11.5 kg.

Fuente: Elaboración propia en base en: a) *Memoria sobre los diversos ramos de la administración Pública del Estado de Michoacán de Ocampo*. (1889), b) Ayala Solorio (2018) y c) AHUI, Caja 28, Exp.23, fs. 284-288.

Un aspecto que caracterizó a estas dos fincas, es que a partir de la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del XX, su desarrollo productivo se vio favorecido al trabajar en conjunto con otras haciendas, lo que benefició a sus propietarios al mantener una producción constante y casi ininterrumpida; en este sentido, la Hacienda de Chupio trabajó en conjunto con la Hacienda de Pedernales, mientras que la Hacienda de Puruarán con la finca de El Cahulote, propiedades enclavadas en la misma región y cercanas entre sí.

Las haciendas de Chupio y Puruarán se destacaron en la producción y venta de azúcar de distintas calidades, melazas y aguardiente, producción que vendían, distribuían y transportaban a la cabecera distrital de Tacámbaro –Tacámbaro de Codallos–, a la estación del tren de Ajuno en Pátzcuaro, a Morelia la capital del estado de Michoacán y a los mercados extra regionales de la Ciudad de México y Guanajuato principalmente.

Puarán, a diferencia de Chupio trascendió como unidad productiva y se convirtió en Ingenio mecanizado, y aunque no se encuentran cifras de producción de esta finca durante la primera mitad del siglo XX, se asume que éstas debieron ser similares a las de la hacienda de Pedernales, que también trascendió como Ingenio, finca que sigue en funcionamiento en la actualidad.

ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE AZÚCAR: CHUPIO Y PURUARÁN

El programa arquitectónico básico de una hacienda azucarera mexicana está constituido por los espacios domésticos –casa habitación y calpanerías–, espacios administrativos –oficinas y tienda de raya–, espacio religioso –capilla– y espacios productivos –fábrica de azúcar y aguardiente–, así como una serie de sub espacios accesorios –carpintería, herrería, caballerías– que junto con infraestructura hidráulica –canales, acequias, acueductos, cárcamos– configuran el conjunto edilicio o casco de la hacienda.

A su vez, la fábrica de azúcar esta subdividida en espacios con una función claramente definida, encontrándose aquí el batey, lugar donde se recibe la caña de azúcar traída de los cañaverales, la casa del molino donde se localiza el trapiche que a través de rodillos exprime la caña de azúcar y ex-

trae su jugo, molino que puede ser impulsado por distintos tipos de fuerzas motrices como animal, hidráulica, vapor, combustóleo o energía eléctrica; la casa de calderas es el recinto central de una hacienda azucarera en donde se desarrollan las actividades de limpieza, cocimiento y concentración del guarapo de la caña de azúcar, aquí se localizan las distintas calderas, hornallas y chimeneas, el purgar es el área dedicada a la formación del azúcar, aquí se almacenan los moldes del pan de azúcar durante el proceso de separación de melazas del pan de azúcar, es un espacio confinado, el asoleadero es una área abierta donde se pone a orear el pan de azúcar una vez es desmoldado y finalmente, las bodegas de almacenamiento son espacios importantes para guardar la producción antes de desplazarla a los centros de consumo; todos estos espacios están distribuidos en función de la secuencia del procesamiento de la caña de azúcar, variando la ubicación, dimensión y elementos con-



Figura 2
Vestigios del cárcamo, rueda hidráulica y trapiche horizontal de hierro de tres mazas de la casa del molino de la hacienda de San Nicolás Chupio. (Fuente: Archivo personal, 2022)

Tabla 2

Registro arquitectónico de la Hacienda de San Nicolás Chupio de acuerdo con diferentes fuentes de información para los años de 1912, 1927 y 2022

a) Año de 1912.
<ul style="list-style-type: none"> • Casa habitación, amplia y bien construida, disponiendo de muchos departamentos suficientemente cómodos. • Casas de la numerosa cuadrilla que vive en la hacienda y que se encuentran cercanas a la Casa habitación, están todas en muy buen estado y en número suficiente para alojar a los Peones que son elegidos y suficientemente trabajadores y disciplinados. • Una espaciosa Capilla con buenos ornamentos. • Bodega de almacenamiento de la finca. • Tienda mixta establecida en Chupio • Fábrica de aguardiente, de sistema antiguo que se encuentra en perfectas condiciones y tiene dos alambiques de fuego directo. • Canal de riego construido en la finca. • Casa de Calderas.
b) Año de 1927
<ul style="list-style-type: none"> • Casa grande. <ul style="list-style-type: none"> ○ Comedor ubicado en un corredor con una mesa para 24 personas. ○ Múltiples habitaciones. ○ Tienda. ○ Oficina del cajero. ○ Corredores bajos. ○ Corredor de la cocina. ○ Cocina. • Casa de calderas. • Portón principal. • Patio frente a la hacienda. • Huerta. • Corral de los caballos.
c) Año de 2022.
<ul style="list-style-type: none"> • Casa de calderas y su chacuaco. • Casa del molino y cárcamo. • Capilla. • Plataforma donde se localizaba la casa grande. • Patio de la hacienda frente a la casa grande. • Casa del purgar y asoleadero. <p>Fuente: Elaboración propia en base en: a) AHA-CONAGUA, FAAS, Caja.907, Exp. 12906, fs.21-27, b) Valencia Álvarez (1983) y c) Registro fotográfico archivo personal, 2022.</p>

tenidos dentro de estos de acuerdo a la importancia y nivel de producción de la finca.

Hacienda de San Nicolás Chupio

Son tres las principales fuentes de información que describen la configuración arquitectónica que tenía la Hacienda de San Nicolás Chupio, la primera de ellas es el documento titulado como *Informe sobre la Hacienda de «San Nicolás Chupio» situada en el Distrito de Tacámbaro del Estado de Michoacán* (AHA-CONAGUA, 1913) del año de 1912, documento elaborado a modo de valuación inmobiliaria encargado al Ing. Pascual Ortiz Rubio –posterior Presidente de la República Mexicana– por los entonces propietarios de ésta finca, la Compañía

Agrícola de San Nicolás Chupio para enlistar las características, límites, arquitectura y elementos contenidos en esta y así resaltar el potencial agrícola y productivo como parte del proceso de ofrecimiento que se estaba llevando a cabo entre estos –CASNC– y Luis Bermejillo Martínez y Negrete entonces propietario de la Hacienda de Pedernales, quien terminaría por adquirir esta finca en el año de 1914.

La segunda fuente de información son las memorias que Ignacio Valencia (1983) plasma en su obra *Tacámbaro y su trencito* en donde describe la hacienda de Chupio y principalmente la casa grande, en sus múltiples estancias en ella en el año de 1927; finalmente la última fuente de información la constituye los actuales (2022) vestigios del casco de la hacienda, formado por fragmentos de los espacios para la producción.

Tabla 3

Estado tecnológico que guardaba la Hacienda de San Nicolás Chupio de acuerdo con diferentes fuentes de información para los años de 1883, 1890, 1914 y 2022

<ul style="list-style-type: none"> • Hacienda de San Nicolás Chupio, 1883. • 1 molino horizontal de cobre regularmente montado. • Calderas redondas y planas • 1 alambique para aguardiente de sistema antiguo.
<ul style="list-style-type: none"> • Hacienda de San Nicolás Chupio, 1890. • 1 molino horizontal con 3 cilindros de cobre. • 1 caldera plana de cobre laminado con peso de 400 libras. • 1 caldera plana de cobre laminado con peso de 655 libras. • 2 fondos de cobre-bronce. • 1 bomba de cobre laminado. • 2 calderas con fondo de lámina de cobre y cantos de ladrillo y madera. • 2 calderas defecadoras con fondo de lámina de hierro.
<ul style="list-style-type: none"> • Hacienda de San Nicolás Chupio, 1914 • 1 desmenzadora Krajensky de 20" x 36". • 2 trapiches de 20" x 36". • 2 aparatos Toogle. • 1 juego de engranajes para conectar la desmenzadora y los dos trapiches a una sola máquina de vapor de 18" x 30". • 1 bomba metálica intermedia entre los dos trapiches. • 1 flecha delantera con sus chumaceras, coplo (sic) y ruedas para cadenas para banda de caña • La parte de fierro de una bomba para bagazo. • Tubería de acero para conectar las calderas, el motor y el triple efecto. • 1 torno de 10" con sus accesorios. • 1 triple efecto y sus accesorios. • 2 filtros Taylor y sus accesorios. • Cambio de una banda conductora de bagazo. • 1 caldera de 141 H.P. • Herraje para el horno de esta caldera, que quema bagazo verde. • 1 chimenea de 60" x 120" con escalera. • 2 juegos herrajes para dos hornos de bagazo verde. • 12,500 ladrillos refractarios de 225/114/76. • 9 ton. de barro refractario. • 1 grúa para el pabio con 300 cadenas de 3 toneladas. • 1 grúa portátil para el campo con 300 cadenas de 3 toneladas. • 12 km. De vía portátil con rieles de Ks. 6.8 por metro lineal y con sus planchuelas y tornillos • 1400 durmientes de acero por kilómetro de 60 cms más sus placas de unión, respectivas, 12 cambios y 12 plataformas con capacidad de 12 toneladas cada una.
<ul style="list-style-type: none"> • Hacienda de San Nicolás Chupio, 2022 (vestigios). a) Trapiche de fierro de tres mazas horizontales de 20", impulsado por fuerza hidráulica. b) Rueda hidráulica. c) Alambique (vestigio). d) Grúa cañera (vestigio).
<p>Fuente: Elaboración propia en base: a) <i>Memorias de Gobierno de Michoacán 1883</i>, b) Raya Ávalos (1996), c) AHUI, FTEO, Caja. 028, Exp. 23. f.128-129 y d) Registro fotográfico archivo personal, 2022.</p>

No obstante, es su estado tecnológico lo que resalta en el conocimiento de esta finca, que dictó no solo la producción y su funcionamiento industrial, sino la configuración y adaptación del partido arquitectónico.

Hacienda de Puruarán

En la obra *Episodios históricos de la Guerra de Independencia, Tomo I* (S.A. 1910) en el capítulo escri-

to por Vicente Riva Palacios dedicado a narrar los acontecimientos de la Batalla de Puruarán que terminó en la captura del caudillo insurgente Mariano Matamoros en el año de 1814, el autor de este recuento describe la hacienda de San José Puruarán de la siguiente manera, «en medio de este paisaje está Puruarán, rica hacienda de caña. La entrada de la casa habitación y de las oficinas de la hacienda mira hacia el Norte. Por el frente de la hacienda pasa el agua sobre un elevado acueducto sostenido por gar-

bosos arcos. Al pie del acueducto y a los lados de la casa, se miran las habitaciones de los trabajadores y dependientes, casi todas formadas de adobe con humildes techos de paja» (417).

De este extracto se establece que la hacienda tenía una casa habitación –casa grande– y oficinas que se encontraban orientadas al norte, un acueducto sostenido por arquería que ingresaba al interior de la finca por el frente, y junto a este acueducto, las casas de los trabajadores construidos en adobe y techos de paja; esta descripción cobra relevancia al ser la única referencia que se tiene de la distribución y constitución material de la hacienda a principios del siglo XIX.

De acuerdo con información contenida en la *Memoria presentada a la legislatura del Estado de Michoacán de 1883*, la hacienda de Puruarán contaba en este año con «un molino horizontal de fierro con máquina de vapor inventada por el arquitecto francés Adolfo Tremontels así como un sistema de alambique de sistema antiguo para elaboración de aguardiente» (118), por lo cual se tiene la certeza que esta finca tenía una fábrica de azúcar –con una casa de molino– y una fábrica de aguardiente, y aunque esta descripción no ofrece más información arquitectónica, se considera correcto asumir que tenía el resto de espacios fabriles de una hacienda azucarera –casa de calderas, purgar, asoleadero, bodegas– además del resto de espacios propios de una hacienda como casa del administrador o casa grande, capilla, casa de trabajadores y espacios accesorios.

En la obra de Alfredo Chavero (1887) se vuelve a describir este episodio histórico bélico sin ofrecer otros datos arquitectónicos de la hacienda más que una litografía sin autor, siendo ésta la primera evidencia gráfica de la hacienda de San José Puruarán.

En esta imagen se observa la sencilla portada de la capilla de San José Puruarán con su única torre, su hastial, su ventana coral y su portada de acceso y, al lado de esta capilla, se encuentra ubicado lo que se asume pudo haber sido la casa habitación o la casa de los peones, construcción de un solo nivel, distribuido perpendicularmente a la nave de la capilla, con su fachada remetida respecto al paramento de la capilla, y en la cual se encuentran varios vanos con sus respectivos enmarcamientos, dicha construcción cuenta con una techumbre de tejamanil.

Gracias a una fotografía inédita fechada en el año de 1904 (figura 4) se puede observar parte de la hacienda al fondo del primer plano, el cual es ocupado por

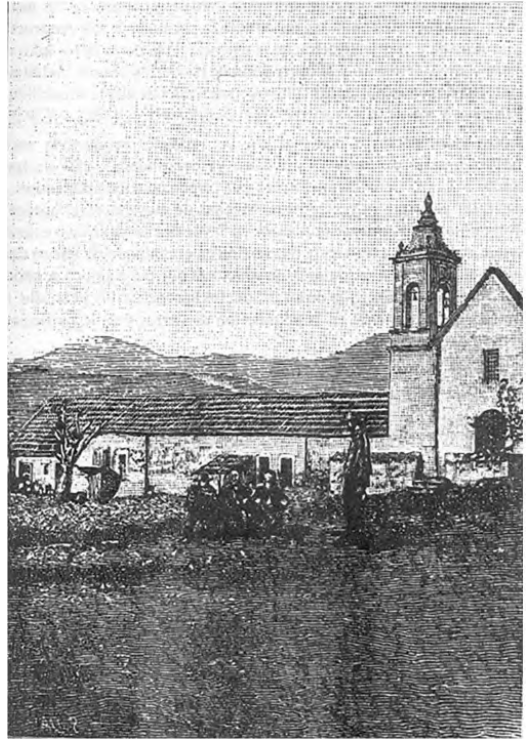


Figura 3
Litografía de la Hacienda de Puruarán (S.A. 1910, 416)

una serie de personajes de los que se desconoce más datos que la descripción al reverso de esta fotografía que dice: «Hacienda de San José Puruarán tomada por Benjamín Torres el 27 de noviembre de 1904. Se dice, por referencias de vecinos de la misma Hacienda, que en el lugar donde se ve el grupo de hombres que figuran en primer término de esta fotografía, fue donde hicieron prisionero al Caudillo de la Yndependencia de México Don Mariano Matamoros».

En esta imagen se observan en el fondo cuatro chimeneas, tres de ellas de sección circular de fierro de similar altura y otro chacuaco, de fuste construido en mampostería y terminado en fierro, el cual se aduce pudo ser el que requirió la casa de calderas debido a su altura, mientras que uno de los pequeños, el más alejado pudo ser el existente en la fábrica de aguardiente. La fotografía también permite observar una serie de cubiertas al fondo de la fotografía que por la ubicación en relación de las chimeneas, pudieron ser las techumbres de la fábrica de azúcar. Lo



Figura 4
Hacienda San José Puruarán, 1904. [Fotografía inédita].
Iconoteca de la Biblioteca Nacional de México. México:
UNAM, Instituto de Investigaciones Bibliográficas. (Dispo-
nible en línea: <http://www.bnm.unam.mx/>)

más revelador de esta imagen es la aun existencia del acueducto narrado en 1814 por Vicente Riva Palacios soportando un canal de fierro por medio ya no de arcos sino de simples pilastras de mampostería que conducen el agua de este a oeste al interior de la finca, ubicándose dicho acueducto entre la capilla que mira al este y los espacios próximos a las chimeneas.

Finalmente la última referencia de la constitución arquitectónica de la ex hacienda e ingenio de Puruarán se localizó en el libro *Manual azucarero mexicano 1958* (Cárdenas, 1958) del mismo año, en donde se describen los elementos constructivos y tecnológicos que guardaban los ingenios del país; en este documento y en el apartado correspondiente al ingenio de Puruarán, se menciona que esta unidad productiva contaba con:

- Edificios. Los edificios son de mampostería y adobe con estructura para soporte de madera y fierro estructural; pisos de cemento, plataformas de madera y techos de lámina de aluminio.
- 2 chimeneas de 35 mts. de altura y 1.20 mts. de diámetro construidas con ladrillo en su parte inferior y un complemento de lámina gruesa, sostenida por vientos.
- 3 bodegas de almacenamiento de aproximadamente 6,000 sacos.
- 2 tanques de mieles finas de mampostería con capacidad de 750,000 lts.
- Destilería.

- 1 tanque cilíndrico vertical construido con lámina de fierro, dotado de cubierta, con capacidad de 230,000 lts (Cárdenas 1958, 69).

Por último, respecto a los vestigios que se encuentran en la actualidad, es ciertamente complejo definir con seguridad cuales de estos podrían ser «originales» de la época de la hacienda respecto a los agregados durante la época de funcionamiento de este EPA como ingenio, sin embargo en un ejercicio interpretativo se ha llegado a la conclusión que los actuales vestigios corresponden a:

- Capilla.
- Muros perimetrales.
- Acceso principal con báscula.
- Bodegas.
- Crujías y portales de la casa grande.
- Patio.
- Acceso posterior.
- Vestigios de muros –probablemente de la fábrica de azúcar–.
- Base grúa radial.
- Vestigios de hornos.
- Vestigios de pilas y/o canales de petróleo.

Estas múltiples fuentes de información ayudan a aproximarse a una posible reconstrucción de una zonificación de los espacios productivos de manera general, siendo este ya un valioso aporte a la historia de la cultura productiva de esta localidad.

Respecto al estado tecnológico que dicha finca guardó en el periodo de 1880-1940 las únicas referencias encontradas son las suministradas por la *Memoria presentada a la legislatura del Estado de Michoacán de 1883*, en el que se menciona que esta hacienda tenía «un molino horizontal de fierro con máquina de vapor inventada por el arquitecto francés Adolfo Tremontels así como un sistema de alambique de sistema antiguo para elaboración de aguardiente» (118).

Para 1935 Fernando Foglio Miramontes al realizar el censo estadístico de la entidad, menciona que los Ingenios del estado de Michoacán, entre los que se puede citar a Puruarán contaban con los siguientes equipos:

- Básculas.
- Bombas de vacío.
- Bombas en general.

- Calderas.
- Calentadores de guarapo.
- Evaporadoras.
- Evaporadoras de múltiple efecto.
- Filtros para guarapo.
- Filtros prensa.
- Centrifugas.
- Cristalizadoras.
- Decantadoras.
- Defecadoras.
- Desmenuzadoras.
- Grúas.
- Tachos.
- Molinos.
- Tanques de depósito.
- Camiones.
- Carretas.
- Carros para caña.
- Plataformas.
- Alambiques.
- Depósitos de fermentación.
- Rectificadores.

En esta descripción ya aparecen enlistados equipos como grúas, desmenuzadoras o básculas que facilitan el control y la manipulación de la caña de azúcar, la presencia de evaporadoras y centrifugas implica la sustitución del fuego directo y las «formas» de barro recocido para la elaboración del azúcar, modernización de equipos que desplazo a las tradicionales fuentes energéticas y equipos, integrándose estas innovaciones en una estructura arquitectónica existente, que seguramente, se debió de adaptar y ampliar para su funcionamiento.

CONTRASTACIÓN DE ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN

Al analizar la información anterior se puede constatar cómo tanto en la hacienda de Chupio como en la de Puruarán estuvieron presentes la mayoría de los espacios que la historiografía de azúcar ha determinado, conforman una hacienda azucarera estando la totalidad de estos confinados dentro de un perímetro en el cual se desarrollaron actividades de trabajo, descanso, alimentación, culto, administración y comercio.

Debido a la proximidad geográfica-temporal entre estas dos fincas, junto con Pedernales y El Cahulote,



Figura 5
Estado actual de la ex hacienda e ingenio de San José Puruarán. Fuente: Archivo personal Vicente Sánchez, 2022

se sostiene que las características constructivas y tecnológicas debieron ser similares, como ejemplo de lo anterior se observa el uso de distintos tipos de mamposterías para la construcción de apoyos –muros, chacuacos– dando como resultado el uso extendido del sistema constructivo conocido en Michoacán como «muro limosna».

Al analizar la información de las innovaciones que se importaron e integraron en Chupio en el año de 1914, destaca la adquisición de una chimenea, ladrillos y barro refractario, lo cual demuestra la inclinación por parte de sus propietarios de adquirir desde el extranjero elementos prefabricados, probablemente por la rapidez de su uso e instalación o relativo bajo costo, a diferencia de construir y elaborar sus propios materiales y chimeneas.

La situación de la ex hacienda e ingenio de Puruarán es compleja ya que esta finca ha resultado afectada físicamente a lo largo de su vida productiva por distintos motivos a pesar de encontrarse dentro de un perímetro confinado y al centro de la localidad homónima, situación que se agudizó tras el cierre del ingenio, de ahí que sea importante el registro material de sus vestigios y la reconstrucción y salvaguarda de la memoria industrial de esta unidad productiva.

CONCLUSIONES

El proceso de tecnificación de las actividades manuales en la elaboración de azúcar en los espacios para la

producción de azúcar de San Nicolás Chupio y San José Puruarán pone de manifiesto la dialéctica entre arquitectura y tecnología en la búsqueda de una mejora productiva, trayendo consigo la alteración del partido arquitectónico de un estadio –hacienda colonial– y adoptando otro –Ingenio mecanizado– que a la postre trajo la mixtificación de estas capas materiales, siendo en la actualidad al observar los restos materiales, complejo definir a que periodo pertenecen estos; en este sentido, la historia, y principalmente la historia de la construcción desempeña un rol fundamental para el discernimiento de estos estratos, que ayuden a una aproximación del funcionamiento y la reconstrucción hipotética espacial de estas fincas.

Por otra parte, el conocimiento historiográfico del azúcar auxilia al arquitecto e historiador a entender el funcionamiento que estos espacios mantuvieron, para en función de este conocimiento identificar en los vestigios, posibles relaciones espaciales-arquitectónicas-territoriales que ayuden a explicar la distribución de los restos materiales que se observan en la actualidad.

Se concluye que a través de la lectura de la historia, arquitectura, territorio, y la tecnología, se puede reconstruir el funcionamiento que estas haciendas mantuvieron a lo largo de su vida útil.

NOTAS

1. Panela: Miel no purificada ni clarificada, también se le conoce como piloncillo o panocha. La panela tiene la forma de un pan con las esquinas achatadas. Panocha: Chancaca o chincaste, miel no clarificada que se prepara en segmentos cónicos. También se le conoce como piloncillo (Scharrer 1997, 200). Raspadura: Dulce preparado a partir del melado o meladura, batida rápidamente en caliente para que al enfriar cristalice y vaciado en moldes cuya forma toma al endurecer. Hasta principios del siglo XX, la raspadura fue el azúcar de los pobres (Moreno 1986, 3: 152).
2. Suerte: Porción de tierra cultivada con caña de azúcar y por lo general se distinguían las suertes por los diferentes nombres de santos que se les daban (Scharrer 1997, 201). Moreno (1986) utiliza el término de cañaveral para referirse a cada uno de los cuadros sembrados de caña en el ingenio (3: 121). Crespo y Reyes (1988) utilizan el vocablo campo para describir el mismo tipo de tierra agrícola pero en el estado de Morelos durante el porfiriato, los cuales estaban a su vez subdivididos en suertes (355).

LISTA DE REFERENCIAS.

- Archivo Histórico de la Universidad Iberoamericana (AHUI), Fondo Toribio Esquivel Obregón (FTEO). Caja. 28, Exp. 23, fs.128-129. Caja. 28, Exp. 23, fs. 284-288.
- Archivo Histórico del Agua (AHA), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Fondo aprovechamiento de aguas superficiales (FAAS).Caja: 907, Exp: 12906, Asunto: Solicitud de concesión de aguas por parte de la Compañía de San Nicolás Chupio S.A. para aprovechamiento de aguas del río «Caramecuaru», en cantidad de 2000 l.p.s. para riego, «Ynforme sobre la Hacienda de «San Nicolás Chupio», fs. 21-27, 1913.
- Ayala Solorio, Marbella. 2018. *El Movimiento obrero y campesino en el ingenio de Pedernales del porfiriato al salinismo*. Editorial Fénix.
- Cárdenas, Jorge G. 1958. *Manual Azucarero Mexicano 1958*. Cía. Editorial del Manual Azucarero.
- Chavero, Alfredo. 1887. *México a través de los siglos: historia general y completa del desenvolvimiento social, político, religioso, militar, artístico, científico y literario de México desde la antigüedad más remota hasta la época actual. Tomo Tercero. Historia antigua y de la conquista*. Ballester y Compañía, editores.
- Crespo, Horacio y Reyes, Sergio. 1988. *Historia del azúcar en México (T. 1-2)*. Fondo de Cultura Económica.
- Ex hacienda e ingenio de Puruarán, 2022. [Fotografía]. Sánchez, Vicente. Facebook, 2022. <https://www.facebook.com/vicente.sanchez.71697>
- Foglio Miramontes, Fernando. 1936. *Geografía económica-agrícola del Estado de Michoacán*. Imprenta de la Cámara de Diputados (T.1-4).
- Hacienda San José Puruarán, 1904. [Fotografía inédita]. Iconoteca de la Biblioteca Nacional de México. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Bibliográficas. Disponible en línea: <http://www.bnm.unam.mx/>
- Martínez Baracs, Rodrigo. 2021. «El gobernador michoacano don Antonio Huftzimengari». *Historias* (103), 13-28. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/historias/article/view/16816>
- Memoria presentada a la Legislatura de Michoacán, por el Secretario del Despacho en representación del Poder Ejecutivo del Estado*. 1883. *Imprenta del Gobierno en Palacio*.
- Memoria sobre los diversos ramos de la administración Pública del Estado de Michoacán de Ocampo*. 1889. Talleres de la Escuela de Artes de Morelia.
- Moreno Fragnals, Manuel. 1986. *El Ingenio: El complejo económico social cubano del azúcar (T. 1-3)*. Ciencias Sociales.
- Raya Ávalos, Saúl. 1996. *Producción y comercio de la caña de azúcar y sus derivados en el sureste de Michoacán, 1880-1910*. [Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo].

- S.A. 1910. *Episodios históricos de la guerra de independencia T.I.* Imprenta de «El Tiempo» de Victoriano Agüeros.
- Scharrer Tamm, Beatriz. 1997. *Azúcar y trabajo: tecnología de los siglos XVII y XVIII en el actual Estado de Morelos.* CIESAS.
- Salazar González, Guadalupe. (2006). *Espacios para la producción: Obispado de Michoacán.* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Sánchez Díaz, Gerardo. 2008. *Los cultivos tropicales en Michoacán. Época colonial y siglo XIX.* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Valencia Álvarez, Ignacio. 1983. *Tacámbaro y su trencito.* Sin editorial.
- Velasco, Alfonso L. 1890. *Geografía y Estadística de la República Mexicana, Tomo VI, Geografía y Estadística del Estado de Michoacán de Ocampo.* Oficina TIP. de la Secretaría de Fomento.
- Von Wobeser, Gisela. 2004. *La hacienda azucarera en la época colonial.* Universidad Nacional Autónoma de México.

Cambios constructivos en Morelia, Michoacán, México, en el siglo XIX y el impacto del ferrocarril

Eugenia María Azevedo Salomao

Este trabajo tiene como objetivo presentar las implicaciones de la llegada del ferrocarril en los cambios constructivos operados en la ciudad de Morelia, capital de Michoacán, en el contexto de las políticas mexicanas durante el porfiriato (1876-1911).

La llegada del ferrocarril en el último tercio del siglo XIX significó para Michoacán una apertura hacia el mundo. A partir de 1883, Morelia quedó conectada a la red ferrocarrilera nacional y unos años después este nuevo medio de transporte llegó a otras ciudades del estado de Michoacán.

La ciudad de Morelia, como otros centros urbanos del país durante el porfiriato, sufre los cambios constructivos que la clase dominante necesita de acuerdo con sus nuevas necesidades de habitabilidad, creando una imagen de la ciudad acorde a los ideales de modernidad; el arribo del ferrocarril inaugura y consolida una nueva dinámica económica y comercial que se refleja en la llegada de modernos equipamientos urbanos.

La investigación se apoya en documentación histórica (edita e inédita) y la observación directa de las permanencias urbano-arquitectónicas en la ciudad actual. Se resaltan los actores políticos locales y nacionales que posibilitaron la implementación del ferrocarril en Morelia y en Michoacán, observando las características constructivas de las obras públicas que promovieron transformaciones urbano-arquitectónicas.

El texto se estructura de la siguiente manera: en un primer apartado se presentan los antecedentes generales de la llegada del ferrocarril a México, ensegui-

da se mencionan los cambios constructivos y conceptuales en la arquitectura a partir del arribo del ferrocarril; posteriormente se expone sobre la llegada del ferrocarril en Michoacán. En los dos apartados finales se describen los cambios operados en la imagen urbano-arquitectónica en Morelia en el siglo XIX, para después mencionar como se dio la llegada del ferrocarril a Morelia y el impacto en la ciudad.

Se concluye mencionando que la implementación del ferrocarril en la ciudad de Morelia posibilitó cambios constructivos y mejoras materiales en las vialidades por iniciativa institucional y por el reclamo de los residentes para conectar este equipamiento urbano al centro de la ciudad. También se menciona lo sucedido con el ferrocarril en Morelia posterior a su instalación hasta la actualidad.

ANTECEDENTES: EL FERROCARRIL EN MÉXICO

La independencia en México implicó una sangrienta lucha que duró de 1810 a 1821. Como consecuencia la mayor parte de la red de caminos del país se encontraba en malas condiciones, dificultando el intercambio comercial y cultural. La llegada del ferrocarril en el siglo XIX repercutió de manera favorable para el desarrollo económico del país y el sistema ferroviario detonó cambios en las formas de vida de los ciudadanos e impactó notablemente los aspectos constructivos, dando pauta al desarrollo urbano-arquitectónico.

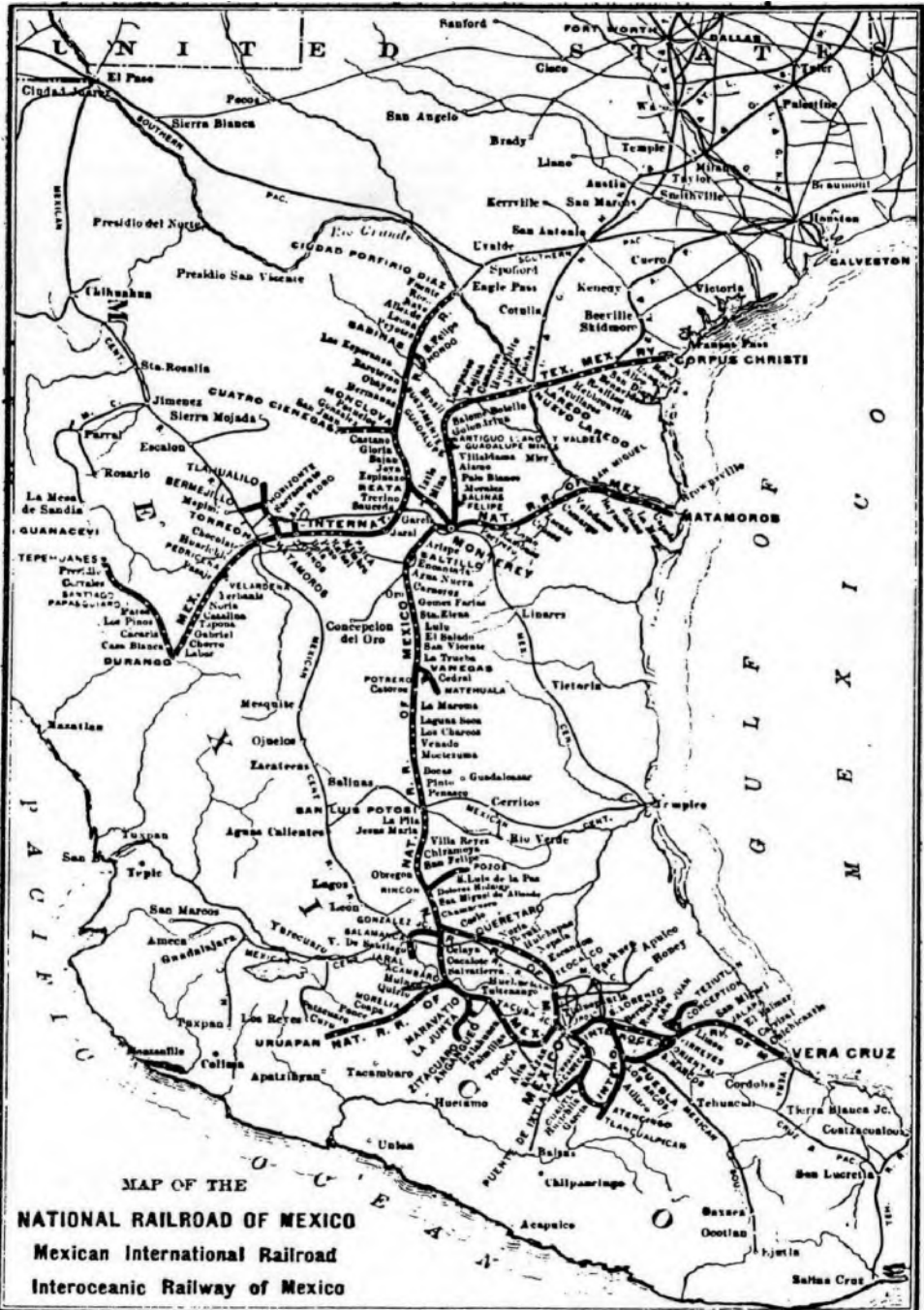


Figura 1
Mapa del ferrocarril Nacional Mexicano y del Ferrocarril Interoceánico. Las principales líneas de vía angosta (Azevedo et. al 1981)

La primera concesión para construir una vía férrea en México fue en 1837 durante el gobierno de Anastacio Bustamante. La concesión fue otorgada al comerciante veracruzano Francisco Arrillaga para construir una vía férrea doble de Veracruz a la capital con un ramal a Puebla. Esta concesión no obtuvo los resultados esperados. Durante el periodo de 1837 a 1841 no se otorgó concesión alguna y en 1842 fue concedida por el presidente Antonio López de Santa Anna concesión a la Comisión de Acreedores al Camino de Perote a Veracruz (Azevedo et al. 1981, 69-77).

La mayor parte de los materiales de construcción para la vía férrea tenían que traerse del extranjero. Al principio los materiales de hierro se importaban de Inglaterra, a pesar de que la mayoría de los técnicos eran belgas. En esta concesión, las obras se desarrollaron muy lentamente y fue en septiembre de 1850 que se inauguró y puso en servicio el tramo Veracruz-Molino, de sólo once y medio kilómetros de longitud. Las primeras concesiones no dieron los frutos esperados, en 1853 el gobierno de López de Santa Anna otorgó una concesión a John Laurie Rickards, permitiéndosele importar todos los materiales sin pagar impuestos aduanales. El 1855 se otorgó una concesión a los hermanos Mosso para la explotación de minas descubiertas a lo largo de la ruta. A pesar de estos primeros ensayos en la introducción del ferrocarril en México con estas primeras concesiones, es importante comentar que las violentas luchas políticas y la intervención extranjera fueron factores que influyeron en el retraso de las obras ferroviarias en la primera mitad del siglo XIX (Azevedo et al. 1981, 69-77).

El auge de los ferrocarriles mexicanos no empezó sino hasta 1880 ya en la etapa del gobierno de Porfirio Díaz. Este periodo de la historia mexicana sobresale por el importante impacto del ferrocarril. Una política del gobierno de Díaz fue otorgar concesiones ferroviarias a los gobiernos estatales. Además de los ferrocarriles construidos bajo concesiones federales, los gobiernos estatales otorgaban concesiones para líneas menores, incluyendo los sistemas de tranvías urbanos, líneas cortas de transporte de ciudades a pequeñas poblaciones, y líneas construidas por empresas privadas y por terratenientes (Azevedo et al. 1981, 69-77) (figura 1).

Con relación al desarrollo del ferrocarril, interesa en particular lo sucedido en Michoacán. Muchos autores consultados están de acuerdo en afir-

mar que la llegada del ferrocarril en el último tercio del siglo XIX significó para Michoacán una “apertura hacia el mundo”. A partir de 1883, Morelia (capital del estado de Michoacán) quedó conectada a la red ferrocarrilera nacional y unos años después este nuevo medio de transporte llegó a Pátzcuaro y Uruapan. Esta mejora fue ampliamente elogiada, escribiendo sobre este acontecimiento en 1895 R. O’Farril lo siguiente. “Con el cruzamiento de las líneas ferrocarrileras, Morelia ha avanzado un gran paso a la civilización. Si antes era ilustrada, progresista e industrial, hoy compite con las más aventajadas del país, porque su aspecto encantador, sus calles aseadas, bien empedradas, amplias, etc. son dignas de admirar por los trabajos realizados últimamente” (O’Farril, 1895, 170).

Morelia, la ciudad capital del Estado de Michoacán, alcanzó a finales del siglo XIX y principios del XX una nueva fisonomía urbana, económica y social. Al revisar las *Memorias sobre la Administración Pública del Estado de Michoacán de Ocampo, 1892-1894*, de la gestión de Aristeo Mercado, se confirma el importante programa de obras públicas que abarcó desde el mejoramiento de los caminos de acceso a la ciudad, construcción y reconstrucción de puentes y calzadas, aseo y mantenimiento de las calles del primer cuadro de la ciudad, cambio de mobiliario urbano, en fin, una fuerte campaña de mejoría material y de embellecimiento de la ciudad. Las plazas, jardines y paseos fueron remodelados, sembrándose en estos lugares públicos plantas de ornato, impulsándose la reforestación de los espacios urbanos, con nuevas especies de árboles, lo que ocasionó un cambio sensible en la imagen de la ciudad, además de las importantes obras de saneamiento (Azevedo 2003, 123).

En México y por supuesto en Michoacán, la cultura ferroviaria tiene su auge a finales del siglo XIX y principios del XX; un aspecto que interesa destacar en este trabajo es la aportación de este medio de comunicación en los cambios operados en la arquitectura y en la infraestructura urbana. La introducción de nuevos materiales y sistemas constructivos, así mismo nuevos conceptos arquitectónicos fueron integrados a la arquitectura de las ciudades y asentamientos humanos por donde las vías férreas fueron tendidas.

CAMBIOS CONSTRUCTIVOS Y CONCEPTUALES EN LA ARQUITECTURA MEXICANA Y LA INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA FERROVIARIO

La actividad constructiva durante el porfirismo reflejó la fuerte actividad económica del momento y la llegada del capital extranjero. También en esa etapa de la historia mexicana son traídos diversos profesionales extranjeros que vienen a difundir la enseñanza de la arquitectura y el gusto europeo. En este contexto, las primeras estructuras urbanas de ingeniería como las estaciones de ferrocarril, mercados, fábricas, entre otras, que surgen en la segunda mitad del siglo XIX, se distinguen de la arquitectura historicista de la época. Esta arquitectura ingenieril, se conoce como utilitarista.

En el contexto de esta nueva conceptualización y materialización de la arquitectura, los inmuebles representativos de la infraestructura ferrocarrilera son concebidos como “parte del proceso industrial, de una maquinaria funcional que trae consigo nuevos sistemas constructivos e ideas de funcionalidad propias de las actividades fabriles” (Molotla, 2018, 81). Según Molotla (2018), la influencia de esta arquitectura utilitaria que llegó con el ferrocarril impactó la arquitectura civil en México a través de los nuevos materiales, sistemas constructivos y novedosas soluciones formales.

Los avances de la Revolución industrial se plasmaron en México durante la segunda mitad del siglo XIX y se puede decir que la llegada del ferrocarril impactó favorablemente en este aspecto. Un ejemplo de lo que se comenta es el primer puente de fierro construido por el ingeniero Juan Manuel Bustillo, en la calzada de la Piedad en la capital del país, el cual se concluyó en 1855 (Molotla 2018). De acuerdo con Bühler (2023) *durante el siglo XIX, la construcción del Ferrocarril Mexicano, entre el puerto de Veracruz y la ciudad de México significó un desafío para los ingenieros, de manera particular en la construcción de puentes.*

La industria ferrocarrilera rápidamente adoptó el acero como parte del sistema constructivo de los inmuebles que formaron parte de la infraestructura edilicia. Sin duda, la arquitectura ferroviaria promovió nuevos materiales y el uso de cálculos estructurales que garantizaban la estabilidad de los inmuebles, lo que significó una novedad para México. La influencia extranjera estuvo presente a través de los constructores europeos y norteamericanos.

Por otro lado, el ferrocarril se integró a la estructura urbana de las ciudades y en muchos casos detonó el crecimiento urbano. Se puede decir que la modernidad en México llegó con la innovación tecnológica y el ferrocarril fue parte importante del progreso suscitado en la segunda mitad del siglo XIX e inicios del XX.

EL FERROCARRIL Y SU IMPRONTA EN MICHOACÁN

La llegada del ferrocarril a Michoacán fue de gran interés de parte de los gobernantes en turno, asimismo de los empresarios. Se gestionó desde 1868 para que el estado de Michoacán se integrara al sistema ferrocarrilero del país, cuando era gobernador Justo Sierra. A pesar del interés para que las líneas férreas se construyeran en Michoacán y que se conectaran con el centro del país, éstas no se realizaron de inmediato debido a una serie de dificultades. Se puede señalar como una de las causas que dificultó la concreción del anhelado proyecto fue la recesión económica mundial de 1873-1874, que impidió la realización de todo tipo de proyectos. Sobre la configuración de la red estatal del sistema ferrocarrilero michoacano, Figueroa (2008) dice lo siguiente:

El proyecto de construir una comunicación ferroviaria en Michoacán constituía el eje de una propuesta muy ambiciosa, en el que las líneas enlazarían los principales centros productores y urbanos del Estado.

Fue tanta su importancia que despertó en algunos empresarios la idea de solicitar a la federación la concesión para construir un ferrocarril que comunicara a Morelia y Pátzcuaro, con Salamanca en el estado de Guanajuato. Una vez autorizado y firmado el contrato de construir un ferrocarril, con la Compañía Constructora, a mediados de 1881 dieron inicio los trabajos de reconocimiento en Morelia con dirección a Pátzcuaro (Figueroa 2008, 66).

Al respecto, es importante señalar que esta ruta ferroviaria que cruzó el territorio de los estados de Guanajuato y Michoacán comprendía ciudades, pueblos, haciendas, villas, congregaciones y ranchos, aspecto que impactó notablemente el desarrollo de las localidades por las que pasaba la red ferroviaria. En lo referente al ramal Morelia-Pátzcuaro, éste constó de un total de 62.18 Km y a su vez la conexión con otras localidades en el territorio del estado de Michoacán representó un eje fundamental de desarrollo

económico y comercial. Es así como, por donde pasaba el ferrocarril, su impacto era notable pues transportaba la producción agrícola, ganadera y comercial de las localidades por donde pasaba (Figueroa 2008, 67). Por otro lado, no se puede descartar que además de las bondades económicas para la región, también el ferrocarril impactó en el traslado de materiales de construcción y en las nuevas ideas de materialización de la arquitectura que quedaron plasmadas en los conjuntos ferroviarios.

En el territorio michoacano un enlace clave para el desarrollo económico fue la vía férrea de Pátzcuaro a Uruapan, pues la estratégica posición de la ciudad de Uruapan posibilitaría el desarrollo comercial del Bajío-Costa michoacana, y los lugares productores de Tierra Caliente de Michoacán serían beneficiados por este importante medio de comunicación. Los productos generados por las haciendas encontrarían su comercialización a partir del ferrocarril (Figueroa 2008, 67). El en año de 1886 se celebró un contrato entre el gobierno del estado de Michoacán con la Compañía Constructora Nacional para construir una vía que vinculara Pátzcuaro con Tacámbaro, Ario, Uruapan y Taretan; sin embargo, los trabajos fueron pospuestos como consecuencia de que todos los derechos y acciones de la Compañía Constructora Nacional Mexicana fueron rematados en México en 1887. La nueva compañía se llamó Ferrocarril Nacional Mexicano de capital inglés y americano y fue en 1890 cuando se autorizó una nueva concesión para la construcción de la línea férrea de vía angosta rumbo a Uruapan (Figueroa 2008, 68).

De acuerdo con las líneas anteriores, se observa que la implementación del ferrocarril en Michoacán tuvo dificultades. A pesar de lo sucedido, Michoacán quedó conectado a la red ferrocarrilera mexicana y, la implementación del importante medio de transporte, estuvo en función de las características físico-geográficas, asimismo de los intereses económicos y políticos de particulares que tenían como objetivo aumentar el mercado para sus productos. Al respecto Uribe (1989) dice lo siguiente:

Michoacán fue una de las regiones de México que durante el porfiriato experimentó un gran desarrollo económico sin precedente, planificado, impulsado y sostenido por el capital extranjero, que vinculó el aparato productivo y comercial de la comarca a las exigencias de los intereses foráneos. La aplicación y

utilización de los adelantos científicos y técnicos en la producción, que maravillaron a la burguesía y a sectores de la clase dominante incrustados en el aparato del Estado, y de los que también se beneficiaron política y económicamente, inauguraron un mayor control extranjero sobre los recursos naturales y la mano de obra. (Uribe 1989a, 181)

Según Uribe (1998), las vías ferroviarias subvencionadas por el gobierno federal y estatal utilizaron el dinero público en función de los intereses de una élite, sin importar los beneficios que pudiera tener la clase trabajadora del campo y de la ciudad. El sistema de implantación del ferrocarril en Michoacán favoreció en gran medida a la burguesía local y a las empresas extranjeras con intereses en la agricultura, la minería, la industria y el comercio (Uribe 1989a, 181).

Lo anterior se vio reflejado en las mejoras materiales suscitadas en los asentamientos humanos y arquitectura vinculada a la clase burguesa. Los conjuntos arquitectónicos ferrocarrileros emplearon para su manufactura materiales constructivos importados y como ya se había mencionado anteriormente, las estaciones de ferrocarril reflejaron la corriente arquitectónica utilitaria, con el uso de materiales aparentes y sistemas constructivos emanados de los adelantos tecnológicos de la Revolución Industrial. En la ciudad capital, como en las otras ciudades que el ferrocarril impactó, las antiguas casonas coloniales “sustituyeron las austeras fachadas por ornamentados paramentos acordes con la moda imperante” (Silva 1998, 415) y “la arquitectura resurgió con mayor fuerza durante el régimen porfiriano, gracias a una burguesía hacendista y comercial” (Silva 1989, 415) beneficiada por el ferrocarril.

Un tema que se considera importante mencionar fue la deforestación de los bosques a partir de la llegada del ferrocarril a Michoacán. Pérez (2016) dice que durante la etapa del porfiriato hubo una deforestación inusitada de los bosques de algunos distritos de la entidad como Zinapécuaro, Morelia, Pátzcuaro y Uruapan, regiones en las cuales se trazaron las vías férreas. Sobre el asunto, Pérez (2016) con base en un informe del inspector J. M. Romero, trabajador de la Compañía Constructora Nacional Mexicana, dirigido al gobierno del estado y a la Secretaría de Fomento, expone la cantidad de madera necesaria para la implementación de la construcción del ferrocarril entre los tramos de Acámbaro a Mo-

relia y de Morelia a Pátzcuaro. De acuerdo con *Pérez (2016)* el tendido del ferrocarril en el territorio michoacano generó una vinculación comercial importante, que buscaba una mayor integración entre las principales regiones más prósperas del estado y fuera de él, sin embargo y de acuerdo con este autor, se desmontaron miles de hectáreas de bosques para que el ferrocarril pudiera ser implementado, ocasionando cambios ecológicos fuertes en la región (Pérez 2016, 121-148).

Como se puede observar, fue notorio el impacto del ferrocarril en la entidad. Es innegable las ventajas ocasionadas por este medio de transporte, pero por lo que se pudo ver el beneficio favoreció a un grupo minoritario de la población y los cambios ambientales fueron consecuencia de la explotación libre de los recursos naturales de parte de los consorcios ferroviarios, patrocinados por las concesiones otorgadas por el gobierno federal y estatal.

LA CIUDAD DE MORELIA: CAMBIOS OPERADOS DURANTE EL SIGLO XIX EN LA IMAGEN URBANA Y CONSTRUCCIÓN

La ciudad de Morelia, antigua Valladolid de Michoacán, fue fundada en el siglo XVI y se destacó durante el virreinato como un centro administrativo y capital de uno de los obispados más próspero de la Nueva España: el Obispado de Michoacán. La traza urbana con tendencia a la regularidad se mantuvo sin modificaciones en la etapa virreinal. Durante el siglo XIX los programas de mejoramiento urbano abrieron y prolongaron vialidades urbanas que anteriormente estaban obstruidas por los antiguos conjuntos religiosos. Se puede afirmar que la transformación física de los espacios urbanos michoacanos se inició después de la Reforma, con las leyes que afectaban las propiedades del clero y que culminaron con las leyes de exclaustación de religiosos y religiosas, cuando al mismo tiempo que se nacionalizaron los bienes eclesiásticos, se secularizaron cementerios, hospitales y establecimientos de beneficencia.

Gerardo Sánchez comenta que, si la desamortización tuvo amplios alcances en las propiedades eclesiásticas ubicadas en el medio rural, en las áreas urbanas se dejó sentir mayor rigor y los beneficiados en este caso, fueron en su mayoría sectores de escasos recursos, aunque no pocas veces algunos comerciantes y agiotistas invirtieron sus capitales en casas

y solares con los que luego especularon. Los efectos reformistas repercutieron en las ciudades en la apertura de calles, lotificación de los espacios ocupados por las huertas conventuales, cambios de uso en los edificios clericales y por supuesto la transformación de los atrios-cementerios en plazas, jardines, mercados, etc. (Sánchez 1989).

Las políticas higienistas también impactaron la vida en Morelia durante el siglo XIX. En 1851 el Consejo Superior de Salubridad propuso un reglamento sanitario en el que se contemplaban medidas que buscaban mejorar la higiene de la ciudad entre las cuales estaban acciones que repercutieron en mejoras urbanas como: nivelación y empedrado de calles, recolección de basura diariamente, traslado de hospitales, campos-santos y cárceles fuera del centro, replantación de árboles, desazolve de los ríos y desecación de los pantanos (Azevedo 2022, 84).

Aspecto que considerar en las mejoras materiales en la ciudad capital de Michoacán fue que, durante la segunda mitad del siglo XIX, la periferia de la ciudad cambió su imagen con proyectos urbanos vinculados a la recreación que reflejaron los gustos de la época. Ejemplo de lo mencionado con anterioridad fue el Paseo de San Pedro, el Jardín Juárez y el Paseo de las Lechugas (Azevedo 2022, 85). Al respecto se menciona que los cambios en la morfología urbana de la ciudad incluyendo los materiales constructivos, no presentaron modificaciones sustantivas con relación al periodo virreinal. La imagen urbana se renovó a partir de acciones operadas en las fachadas de los inmuebles que adoptaron las corrientes estilísticas en boga: neoclásico, eclecticismo afrancesado, principalmente. También los espacios públicos fueron embellecidos y en los bordes de la ciudad se realizaron equipamientos urbanos y arquitectónicos acordes a las teorías urbanísticas y gustos estilísticos del momento (Azevedo 2023, 226).

Durante la época del porfiriato, en la ciudad de Morelia como en otras ciudades mexicanas, se operaron cambios acordes a la política en turno y los más beneficiados fueron las clases dominantes. Las políticas de obras materiales y de embellecimiento estuvieron lejos de incidir en las mejoras urbanas en los barrios populares. A continuación, se relata la impronta de la llegada del ferrocarril a Morelia (figura 2).



Figura 2
Grabado de los portales y catedral de Morelia (Azevedo 2003)

EL FERROCARRIL EN MORELIA Y SU INCIDENCIA EN LA MATERIALIDAD URBANO-ARQUITECTÓNICA

El ferrocarril llegó a Morelia en 1883 y el enlace con la ciudad de Pátzcuaro en 1886 permitió la conectividad con una parte de la entidad. Como se dijo con anterioridad, la llegada del ferrocarril a Michoacán fue un proyecto que tardó en concretarse por varios factores ya mencionados. La llegada de Porfirio Díaz al gobierno mexicano implicó cambios progresistas en todo el país y no fue la excepción la ciudad de Morelia.

Durante el siglo XIX la industria en Morelia estaba constituida fundamentalmente por talleres y pequeñas unidades productivas manufactureras de pocos trabajadores, por lo tanto, el panorama industrial era reducido y el capital era fundamentalmente familiar (Uribe, 1998b). También el comercio era incipiente y la ciudad se caracterizaba por el comercio-agropecuario, consumo básico y de servicios. La llegada del ferrocarril fue un motor para mejorar la situación económica de la ciudad y su conectividad.

Con relación a la integración del conjunto ferrocarrilero al contexto urbano de la ciudad, Figueroa (2008) comenta: “La construcción y funcionamiento de los conjuntos ferrocarrileros estaba determinado por diversos aspectos, uno de ellos era lo referente a las características físico-geográficas de las ciudades, razón por la cual los estudios previos,



Figura 3
Red ferrocarrilera en el Distrito de Morelia y las haciendas (Figueroa 2008)

eran de suma importancia, ya que con base en esta información se tomaban las decisiones respecto a la definición del trazado ferroviario” (Figueroa 2008, 91). También estaba el “Reglamento para la construcción, conservación y servicio de los ferrocarriles de 1883”, en el cual se exponían los requerimientos necesarios para la instalación de estos conjuntos ferroviarios. En lo concerniente a las estaciones ferroviarias, éstas debían estar localizadas en sitios que tuviera la capacidad, seguridad y comodidad necesarios para los pasajeros y las mercancías; con el objetivo de posibilitar un buen funcionamiento interno y externo de las estaciones (Figueroa 2008, 92-93) (figura 3).

En el caso de Morelia, la estación de ferrocarril se ubicó al noroeste de la ciudad en la periferia de ésta, pero cercana a la zona centro. Según Pacheco citado por Figueroa (2008), la estación de Morelia se situó en “los terrenos del Cortijo, junto al cementerio de los Urdiales; el trazo de la vía siguió, de acuerdo con una sana economía, las curvas del nivel del terreno, evitando las obras de gran costo, y al mismo tiempo manteniéndose fuera del alcance de las crecientes del río” (Figueroa 2008, 93). En esta ubicación el tendido de las vías del tren impactó pe-

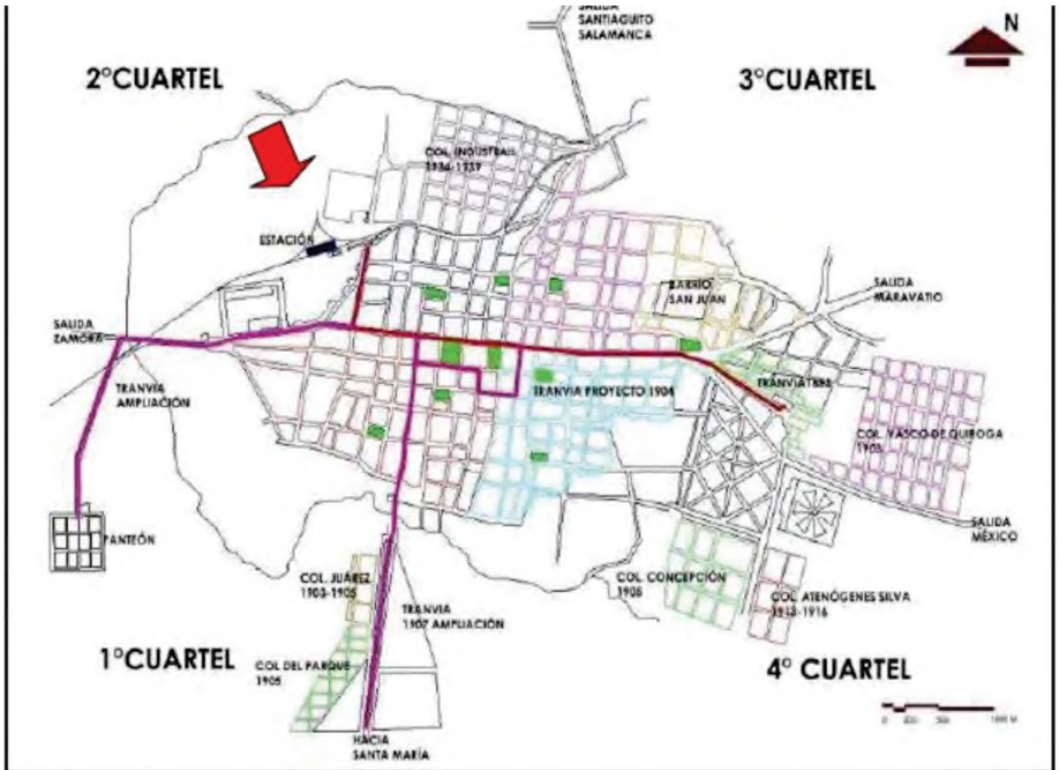


Figura 4
Ubicación de la Estación de ferrocarril de Morelia (Figueroa 2008)

queñas propiedades localizadas en la periferia de la ciudad y vinculadas en su mayoría con actividades agrícolas (figura 4).

Figueroa (2008) fundamentada en documentos del Archivo Histórico Municipal de Morelia menciona que se manifestaron los comerciantes e industriales de la ciudad inconformes con la ubicación de la estación de ferrocarril en los Urdiales, considerando que al oriente de la ciudad hubiera sido más satisfactoria la ubicación por la existencia de algunas industrias. A pesar de los reclamos, la Compañía Constructora Nacional Mexicana mantuvo la localización propuesta desde el inicio.

La impronta del ferrocarril en la ciudad incidió en una nueva etapa para el desarrollo de la ciudad y la conexión con el interior de la entidad y, por supuesto, el traslado de pasajeros y mercancías. En lo relacionado con el crecimiento urbano, la ubicación de la estación de tren en los Urdiales no detonó un creci-

miento significativo de la mancha urbana. Posiblemente las condiciones no favorables de la zona y la cercanía al centro de la ciudad fueron factores que explican por qué no aumentó la población en la zona circundante de la estación. Fue hasta inicios del siglo xx, alrededor de 1920, que en esta área de la ciudad se instalaron industrias cercanas a la estación de tren (figuras 5 y 6).

Aspecto importante que resaltar fue el tranvía urbano que se estableció en la ciudad de Morelia, mismo que prestó servicio entre la estación de ferrocarril y el centro de la ciudad. De la misma manera que la industria ferrocarrilera, también el sistema de tranvías en el país gozó de concesión y exenciones que las autoridades estatales y municipales otorgaron a particulares para el tendido de las vías y su explotación. El tranvía en Morelia fue puesto en servicio en 1883, meses después de que la línea del ferrocarril de la Compañía Constructora



Figura 5
Foto de la estación de ferrocarril de Morelia a finales del siglo XIX área de andenes (Figueroa 2008)



Figura 6
Foto de la estación ferrocarril de Morelia a finales del siglo XIX área de bodegas (Figueroa 2008)

Nacional Mexicana se instauró en la ciudad capital del estado de Michoacán.

Todos los acontecimientos descritos impactaron en la infraestructura urbana de la ciudad y en el mejoramiento material de sus calles y espacios abiertos públicos. Durante el gobierno del general Mariano Jiménez (1855 a 1891) se realizaron obras públicas de acondicionamiento y embellecimiento de las plazas, se instaló el alumbrado eléctrico de arco en 1888, las fuentes públicas fueron reemplazadas por kiosco. También se menciona que durante el porfiriato una preocupación fue una nueva regulación hidráulica como parte del gobierno para impulsar el desarrollo del campo. Varias obras hidráulicas realizadas en la ciudad reflejan la ideología progresista, que de alguna manera fueron impulsadas por los medios de transporte y, el ferrocarril fue fundamental en este sentido (Azevedo 2023, p. 235).

Con relación a los materiales constructivos perduró durante el siglo XIX el uso de la piedra de cantera utilizada desde la época virreinal. La piedra de cantera (ignimbrita) fue usada en los cimientos, en mamposterías, ornamentos, mobiliario urbano, entre otros usos. El basalto se usó en los empedrados. Otros materiales como el hierro fundido se utilizaron en rejas, balcones, bancas, kioscos entre otros usos. Como se puede observar no hay cambios sustantivos en los materiales constructivos usados en la ciudad como consecuencia de la llegada del ferrocarril (Azevedo 2023).

CONCLUSIÓN

En México, la introducción del ferrocarril representó progreso y su impacto se dio en la mejora tecnológi-

ca, introducción de nuevos materiales y la circulación de ideas que permeó en los asentamientos humanos en el cual pasó el ferrocarril.

Este trabajo tomó como ejemplo la ciudad de Morelia en Michoacán y se revisó lo suscitado en la ciudad durante el siglo XIX, principalmente en lo relacionado con los cambios constructivos y en la imagen de la ciudad. Se resalta que un elemento fundamental para el desarrollo de la capital de Michoacán durante el siglo XIX fue la llegada del ferrocarril. Es notorio que, para la elite porfirista en el poder, los hacendados, comerciantes, entre otros, los avances de la tecnología ferroviaria representaron la llegada de la modernidad al país y a la ciudad de Morelia. La conectividad anhelada en Michoacán se consolidó con la red ferroviaria instalada.

Por otro lado, también se pudo observar que en la ciudad de Morelia durante el siglo XIX no hubo cambios radicales en los materiales y sistemas constructivos, la piedra de cantera siguió siendo el material básico constructivo heredando del virreinato el gusto moreliano por el material. La impronta del ferrocarril en la ciudad de Morelia estuvo vinculada a la mejoría de las vialidades, a la introducción del tranvía, entre otros aspectos que permitieron renovar la infraestructura urbana.

El edificio decimonónico de la estación de ferrocarril de Morelia, en su aspecto formal reflejó el gusto por la arquitectura utilitaria como fue común en las estaciones del país. La arquitectura ferrocarrilera en México es consecuencia de las necesidades tecnológicas y prácticas para su buen funcionamiento, representando las ideas del grupo mayoritariamente extranjero que fue responsable de su implantación. Estos conjuntos arquitectónicos primaban por su fun-

cionalidad y estaban libres de ostentaciones; su objetivo era la exportación y transporte de materias primas y de pasajeros. El edificio de la estación de ferrocarril dejó de funcionar en 1972 y esta actividad se cambió al poniente de la ciudad y en 1987 el transporte de pasajeros quedó totalmente erradicado.

LISTA DE REFERENCIAS

- Azevedo Salomao, Eugenia María. 2003. *Espacios urbanos comunitarios durante el periodo virreinal en Michoacán*. Morelia: Morevallado editores.
- Azevedo Salomao, Eugenia María. 2022. Políticas higienistas y obras públicas. Caso de estudio: Morelia, Michoacán, México. *Actas de Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la construcción, vol. I*, eds. Pedro Plascencia-Lozano, Ana Rodríguez García, Rafael Hernando de la Cuerda, Santiago Huerta, 79-88. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Azevedo Salomao, Eugenia María. 2023. Infraestructura urbana y obras públicas en Morelia, Michoacán, México, siglo XIX. *Historia de la construcción. Obras públicas y de ingeniería del siglo XVI al XIX, vol. II*, coords. Gladys Martínez Aguilar, Polimnia Zacarias Capistrán, 217-243. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Azevedo Salomao, Eugenia María; Fernando Ferreira Barbosa; Oscar Ortega Gasteazoro; Linda María Roca Pez-zotty y Luis Alberto Torres Garibay. 1981. Estación de Ferrocarril de San Lázaro. Investigación, análisis y proyecto de restauración. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete".
- Buhler, Dirk. 2023. Panorama histórico y técnico de los puentes en Veracruz. Una visión de conjunto. *Historia de la construcción. Obras públicas y de ingeniería del siglo XVI al XIX, vol. II*, coords. Gladys Martínez Aguilar, Polimnia Zacarias Capistrán, 127-160. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Figueroa Alvarado, Gloria Belén. 2008. El ferrocarril y la modernización urbano arquitectónica. Morelia, Pátzcuaro y Uruapan 1880-1910. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Molotla Xolalpa, Pedro Tlatoani. 2018. La arquitectura ferroviaria y su contribución a la arquitectura civil en México: Integración de nuevas formas y sistemas constructivos. *Gremium*, 5, 9: 81-98.
- O'Farril, R. 1895. *Reseña histórica, estadística y comercial de México y sus estados*. México: Imprenta La Reina Regenta de J. Elizalde y Cia.
- Pérez Talavera, Víctor Manuel. 2016. El arribo del ferrocarril a Michoacán y su abastecimiento forestal durante el porfiriato. *Tzintzun. Revista de Estudios Históricos*, 63: 121-148. Recuperado de <https://tzintzun.umich.mx/index.php/TZN/article/view/1539>
- Sánchez Díaz Gerardo. 1989. Desamortización y secularización en Michoacán durante la reforma liberal 1856-1863. En *Historia General de Michoacán*, v. III. coord. Enrique Florescano. Morelia, 39-60: Gobierno del Estado de Michoacán.
- Silva Mandujano, Gabriel. 1989. El desarrollo urbano y arquitectónico 1821-1910. En *Historia General de Michoacán*, v. III. coord. Enrique Florescano. Morelia, 407-429: Gobierno del Estado de Michoacán.
- Uribe Salas, José Alfredo. 1989. Las comunicaciones y medios de transporte. En *Historia General de Michoacán*, v. III. coord. Enrique Florescano. Morelia, 181-208: Gobierno del Estado de Michoacán.
- Uribe Salas, José Alfredo. 1989. La industria fabril y el artesanado. En *Historia General de Michoacán*, v. III. coord. Enrique Florescano. Morelia, 266-286: Gobierno del Estado de Michoacán.

Antiguas evoluciones constructivas en la Ciudad Colonial de Santo Domingo: Primera fundación del Convento de Regina Angelorum (Siglo XVI)

José M. Batlle Pérez

El proceso de la investigación parte del estudio un grupo de casas que hoy conforman más de media manzana de la trama urbana de la Ciudad Colonial de Santo Domingo; para revisar sus aspectos históricos, arquitectónicos y arqueológicos, tratados por separados y en conjunto, para establecer los criterios de su restauración. El resultado aportó importantes descubrimientos de vestigios que explican la historia del lugar y la arquitectura construida que permitieron a las actividades que se realizaban allí en distintas épocas pasadas.

De esta manera, la investigación histórica emprendida a partir de la revisión de documentos de archivos históricos; muchos de ellos ya publicados en Santo Domingo en compendios especializados en este tema; permitió cotejar la información con la amplitud y complejidad de las características que se pudieron establecer después del análisis de innumerables vestigios de estructuras arquitectónicas, que evidenciaron procesos de construcción en los distintos momentos históricos. En adición, el estudio de objetos, en su mayoría fragmentos de implementos y artefactos, provenientes de las excavaciones arqueológicas de un conjunto de casas; realizadas tanto en espacios interiores como en sus patios; aportaron sustento a los argumentos establecidos.

NOTICIAS HISTÓRICAS

Diego Solano y María de Arana; sus actividades y propiedades

Partimos de un hecho ampliamente documentado y ocurrido en 1554, cuando María de Arana; entonces viuda de Diego Solano; decide donar sus propiedades en la ciudad de Santo Domingo y unas fincas a una distancia de varias leguas, en las inmediaciones del Soco; para que se fundara y mantuviera con estos recursos a un convento de monjas dominicas en la ciudad. Retrocediendo algunas décadas antes; se tiene que Diego Solano había llegado con su esposa e hijos a Santo Domingo en 1516 (Utrera 1950, 472). Fue un importante hacendado que en el interior de la isla tenía a su cargo varias fincas dedicadas a la cría de ganado vacuno; y a quien; alrededor del 1530; se le conocía como el «Cuidador del ganado del Rey» (Utrera 1950, 472). Efectivamente; los hatos a su cargo eran una propiedad particular del Emperador Carlos V; y con el pago por sus servicios; que se realizaba con partes del ganado; así Solano hizo muy pronto una fortuna propia (Benzo 2000, 390).

Las actividades de Solano en la ciudad de Santo Domingo y en la colonia tiene algunos puntos resaltables; como la de poder abastecer de carnes a la ciudad, y también a contiendas locales como la Batalla

de Bahoruco (Utrera 1950, 474); e incluso suplir a las embarcaciones que pasaban por Santo Domingo para continuar su rumbo a la conquista de los nuevos territorios (Benzo 2000, 390).

Diego Solano traía vivo el ganado a la ciudad de Santo Domingo (Utrera 1950, 475); para esto empleaba una goleta que venía desde la zona de Soco (Utrera 1950, 473); y otros parajes de la región oriental de la isla. Llegado con su carga a la costa al sur de la ciudad de Santo Domingo; allí contaba con facilidades para acopio de ganado y matadero. Desde allí se llegaba hasta su casa y propiedades locales recorriendo la corta distancia de unos doscientos pasos. Según Utrera (1950; 475); «poseyó casas con huertas y corrales, y en estos aceptaba a piso el ganado destinado al consumo público».

Teniendo en cuenta estos datos, se asume como área donde Solano tenía su casa y otras propiedades, a la zona en la periferia suroeste de la ciudad, en donde también ya se habían establecido los frailes dominicos y algunas familias que buscaban alejarse de la zona céntrica. Ya para el 1528 se menciona a Solano como vecino de la ciudad ubicándolo aquí (Otte 1960, 12).

A la muerte de Solano en 1533, fue sepultado en el vecino convento de los frailes dominicos (Utrera 1950, 475), y su viuda María de Arana, queda a cargo de las propiedades; no sólo de las mencionadas en la ciudad, sino también sus haciendas con hatos en el Soco e Higüey. Mantuvo su ganado a tal magnitud que fue reconocida localmente como una de las personas más ricas de su época (Benzo 2000, 390).

Para 1554 María se Arana decide irse de retiro a España y ofrece donar sus propiedades en la ciudad y la finca del Soco; para que allí se fundara y funcionara un convento de monjas dominicas (Utrera 1950, 477). La donación debía oficializarse con el apoyo de las autoridades y pobladores notables que debían dar el visto bueno a la instalación de un segundo convento; considerando que una década antes ya se había fundado y había empezado a funcionar, el convento de monjas franciscanas llamado de Santa Clara. De este modo un grupo de vecinos y representantes de diversas instituciones se reúnen para oficializar al proyecto; y así se reúnen y en 1556 escriben a Carlos V; suplicando licencia para fundar un convento de monjas de la orden de Santo Domingo en esta ciudad. (Incháustegui 1960, 381).

De los documentos de donación de la propiedad de doña María de Arana sólo se ha localizado la serie de comentarios de los importantes vecinos que participaron en la probanza de 1556; que determinaría la pertinencia y utilidad de un nuevo convento para monjas en Santo Domingo. La resolución de la consulta fue favorecedora para que se fundara el nuevo convento; y en consenso se consideró que las propiedades donadas eran el soporte necesario para el mantenimiento y funcionamiento de las actividades de la nueva comunidad religiosa (Incháustegui 1960, 381).

Entre los comentarios sobre las características de la propiedad de la señora Arana; que se pueden recoger en el acto de aprobación del proyecto; se anotó que la propiedad consistía en extensos terrenos «muy a propósito para la instalación del convento de monjas»; y que eran «unas casas cuyas principales y una estancia...» (Incháustegui 1960, 381)

Otros comentarios específicos declarado por los testigos fueron:

Pedro Serrano: «las casas son de las mejores de la ciudad para el propósito...»; Cristóbal Colon: «las casa que en ella se declaran son públicas y notorias en la dicha ciudad...»; Hernando de Carmona: «las casas de la morada de la dicha doña María de Arana e de la hacienda de la susodicha que son muy buenas...»; Antonio Novato: «las casas de su morada que son muy principales e grandes e al propósito e tiene mucho labrado y mucho suelo...»; y agrega que «la casa está hecha...»; Juan del Junco: «con las casas hechas monasterio le parece a este testigo que se podrían mantener las monjas...». (Incháustegui 1960, 381).

De esta manera, por la probanza de 1556 se puede establecer que las propiedades donadas eran las casas donde moraba la viuda; que eran casas notorias, grandes y de mucho solar; este con corrales y seis esclavos; unos recursos que resultaban ser más que adecuados para que se instalara allí al convento. Como contrapartida adicional también se menciona que donaba las fincas del Soco con producción ganadera que era un apreciable recurso económico para el sustento de la comunidad religiosa.

Luego de la llegada de las monjas hacia 1560 (Utrera 1950, 331), las necesidades para las obras de construcción del convento y para la manutención de la comunidad, no fueron siempre satisfechas. Si los esporádicos donativos de la corona marcaron importantes avances; muchos y largos fueron los periodos

con parálisis en las obras (Palm 1984, 2: 91). Finalmente quedaron terminados el templo y el convento para alrededor del 1584, cuando entonces era la priora la poeta e intelectual Sor Leonor de Ovando (Utrera 1978-83, 2: 188-189).

Identificación de la propiedades de los Solano

De la narración histórica; que se ha podido reconstruir a partir de documentos de los archivos históricos y la historiografía consultada en relación al tema; se ha determinado y con ello dado respuesta a interrogantes para establecer un acercamiento a la historia con el sitio que es objeto de estudio. Lo que inicialmente se planteó como hipótesis, se fue resolviendo como una afirmación con sustentó al caso de la extensión de la manzana 407; entre las calles Padre Billini, 19 de marzo, Arzobispo Nouel y la calle Duarte; en la actual Ciudad Colonial de Santo Domingo, como el lugar de los hechos.

Solapado al proceso de la investigación histórica, estuvo la investigación de la arquitectura desarrollada en el lugar y la investigación arqueológica; más dedicada a detalles soterrados y el estudio de estructuras construidas, objetos y fragmentos encontrados por debajo de los suelos que en cada época sirvieron para la vida y las actividades cotidianas en el lugar. Ha sido este proceso el que ha servido de puente entre la narrativa histórica expuesta y la reconstrucción de hechos ocurridos en el lugar; con el encuentro de las respectivas respuestas físicas. Así se pudo reconfirmar la presunción de que el lugar de estudio; en esta área de la Ciudad Colonial; fue el escenario donde se desarrollaron unas antiguas y significativas manifestaciones de la sociedad de entonces.

Primeras construcciones en la propiedad de los Solano (1525-1554)

Como es común ver en la disposición de las construcciones en la Ciudad Colonial de Santo Domingo, los edificios buscan resaltar la línea de propiedad entre el espacio público y el privado; es decir a las aceras y calles en contraposición con lienzos de fachadas y espacios construidos de forma periférica alrededor de la manzana. De modo, se cierran y no se permite el contacto visual hacia el corazón de la

manzana, donde hubo patios, corrales, huertos y otras áreas y facilidades a cielo abierto. El estudio del parcelario mostró, que además había notable similitud en el desarrollo de las crujías frontales de las casas en cuanto a las dimensiones de los espacios que provocaban continuidad de los muros paralelos con el eje de la calle en unas casas hacia las colindantes; en la mayoría de los casos (Figura 1).

Se observaron también similitudes en los grosores y alturas de muros, continuidad de los techos entre unas casas y sus vecinas; el semejante empleo de materiales y métodos constructivos y otras características. Surge de esta manera la sugerencia de que la propiedad originalmente era una sola; todo resulta construido al mismo momento, aunque con el tiempo se dieran las fragmentaciones de la propiedad que la convirtieron en el conjunto de casas como las que se observan en la actualidad.

Otro detalle observado *in situ*; son unos modelos de ventanas altas; con vanos hacia el exterior como simples rectángulos verticales y que se abocinan ha-



Figura 1
Manzana 407 en la actualidad. Se marcan con línea punteada el área de primera crujía y con flechas los accesos a través de portones originales. (Elaboración propia sobre foto Google)



Figura 2

Reconstrucción virtual de las casas del lado norte de la manzana 407. (Rendering de elaboración propia)

bía el interior terminando arriba con un arco deprimido. Este detalle se presenta en varios puntos alrededor de la manzana, en muchos casos fueron modificadas, y para el proyecto de restauración se recuperó su diseño original; basándose en algún vestigio que persistían.

Otro detalle arquitectónico que refuerza la presencia del esquema de recinto se sustenta también con la presencia de accesos para pasar al interior de la manzana; resueltos con unos portones de piedra con elaboradas cornisas y jambas. Los portones se ubican cada uno al centro de cada lado de manzana; exceptuando al lado norte, que presenta dos portones. De los cinco accesos; uno se conserva íntegro; otros han sido modificados y otros se han podido determinar por las dimensiones de vestigios originales.

Mencionados dos portones del lado norte; identificados uno en su integridad; y el otro mutilado y sellado; pero visible en antiguas fotografías; estos son dos portones que dan acceso a importantes residencias; indudablemente construidas al mismo tiempo al disponerse de forma simétrica de esquina a esquina en este lado. En cada casa y como elemento distintivo se tenía a la torre de dos pisos que presenta el portón de entrada en primer piso, mien-

tas desde un balcón corto en el segundo nivel se tenían vistas privilegiadas hacia la Catedral y el panorama urbano; mientras por el lado trasero de la torre se tenían vistas al monasterio de los frailes dominicos y, sobre todo, al resto de la propiedad con construcciones, corrales y patios que podían verse perfectamente desde allí. La casa del lado noroeste se conserva en buen estado y se pueden observar todavía la distribución y los detalles constructivos que debió tener también la otra casa, hoy muy modificada (Figura 2).

Dado que estas casas, las otras construcciones y patios conforman una importante propiedad en el lugar; esta es efectivamente adecuada para que la familia Solano tuvieran aquí su casa y demás propiedades. Cotejos adicionales con la narrativa histórica requiere de otros detalles a revisar.

Se tiene hasta aquí una propiedad de dueño único que consiste en casas para su residencia y otras construcciones de carácter industrial que sugieren la presencia de una factoría. que involucra aspectos de producción rural que se desarrolla sin salirse de la ciudad; manteniéndose en una ubicación periférica; pero en estrecha comunicación con el desembarcadero de ganados, corrales y matadero.

Con las mencionadas características de la propiedad cabría establecer un flujo posible del proceso de las actividades que se desarrollaba en las propiedades de Solano. Como punto de partida local el momento de traer ganado vivo a la ciudad, ponerlo en corrales; y así mantenerlo vivo pero cercano al matadero; a donde grupo por grupo se sacrificaba y se producían carcasas en las que se han eliminado vísceras, cabezas y extremidades, que se tiraban al mar.

El punto de acceso a la propiedad de Solano debió ser por la esquina sureste con un portón con arco para paso de carretas. A partir de aquí las carcasas se desmontaban y se hacía separar la piel de la carne que entonces se troceaba para venta al público; quedando así establecida una carnicería y una tenería.

Detalles de Interés en la construcción original

Se tiene hasta aquí la conclusión general que confirma la finalidad funcional de las construcciones e instalaciones levantadas en el sitio que es objeto de estudio; como un grupo residencial y un establecimiento donde se procesaba carnes y cueros. La revisión de otros detalles de interés contribuirá a sustentar esta afirmación.

Las tenerías donde se produce el preciado material del cuero, han existido desde lejanos momentos de la historia de la humanidad. Los hallazgos de las ruinas de estas instalaciones alrededor del mundo han sido en lugares con motivos de investigaciones arqueológicas y la exhibición de los vestigios se ha implementado en instituciones culturales que promueven el conocimiento del patrimonio cultural de sus pueblos.

Para la manzana 407 se ha investigado con mayor énfasis a la porción sur en la que se produjeron diversos hallazgos que demostraron una actividad extensiva en toda el área. En áreas cubiertas de los diversos edificios fue observado como la amortización de la actividad original hizo evolucionar al sitio para adaptarse a nuevos usos; los últimos de carácter doméstico como se presentan en la actualidad. Prescindiendo de capas constructivas superpuestas en busca del escenario original; se observa que las áreas a cielo abierto; más extensas; fueron no solo patios y corrales sino una explanada para la elaboración principal de la producción del cuero.

Tinas de tenería

El más distintivo elemento constructivo de una tenería son las pilas, piletas o tinas de tenerías que son estructuras negativas o de fondo rehundido con respecto a un suelo donde se camina para aproximarse a ellas y llenarlas de agua; y luego disolver allí sustancias como cal, excrementos de palomas, orina, tanino a partir de cortezas de troncos de madera y otros elementos alternativos o adicionales; donde se sumergen las pieles y se trabaja en ellas el tiempo que se requiera.

En el aspecto arqueológico, además de lo contemplado como estructuras edificadas y accesorios como pozos, casetas y otros vestigios aislados en el área abierta; resultó lo más llamativo las construcciones en el subsuelo actual; lo que implicó la excavación de una capa de 1.5 metros de tierra negra y depósitos de siglos mientras, en el sustrato inferior una capa 1.0 a 2.0 de espesor; de arcilla arenosa y auto nivelada al momento de su antiguo depósito como sedimento; todo sobre otro sustrato inferior que lo contuvo; un irregular manto de roca caliza. La superficie plana del sustrato arcilloso producido naturalmente se ve alterada por una serie de construcciones circulares y elípticas a nivel superficial; mientras excavan su interior para producir embalses o tinas que por el contenido arcillosos del estrato son poco permeables y pueden acumular agua en el interior (Figuras 3 y 4).

El agua como requerimiento

El abastecimiento de agua en una tenería es un requerimiento fundamental para el proceso de producción. De esta manera, en el área de estudio correspondiente a media manzana se encontraron veinte pozos; suponiéndose que para el resto de la manzana hubiera otros diez al estimar menos por tenerse allá al área residencial.

A continuación, plano con tipo, características y distribución de estructuras para el abastecimiento registrado en el lugar (Figura 5).

El Molino de Roña

Para el proceso de curtido y tinción de las pieles ya en fases medias y finales, se empleaban sustancias

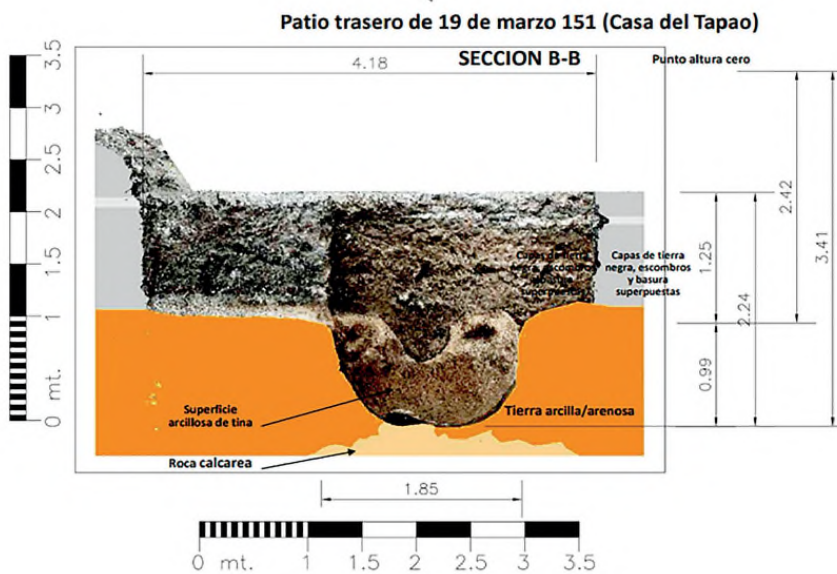
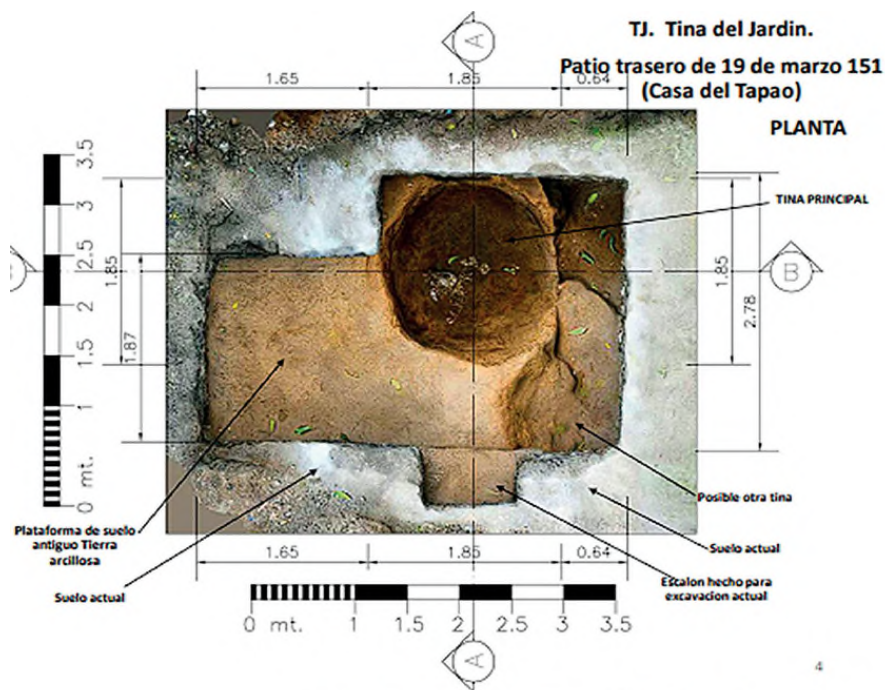


Figura 3
 Planta y sección de tinas de tenería. (Dibujo y fotogrametría del autor)

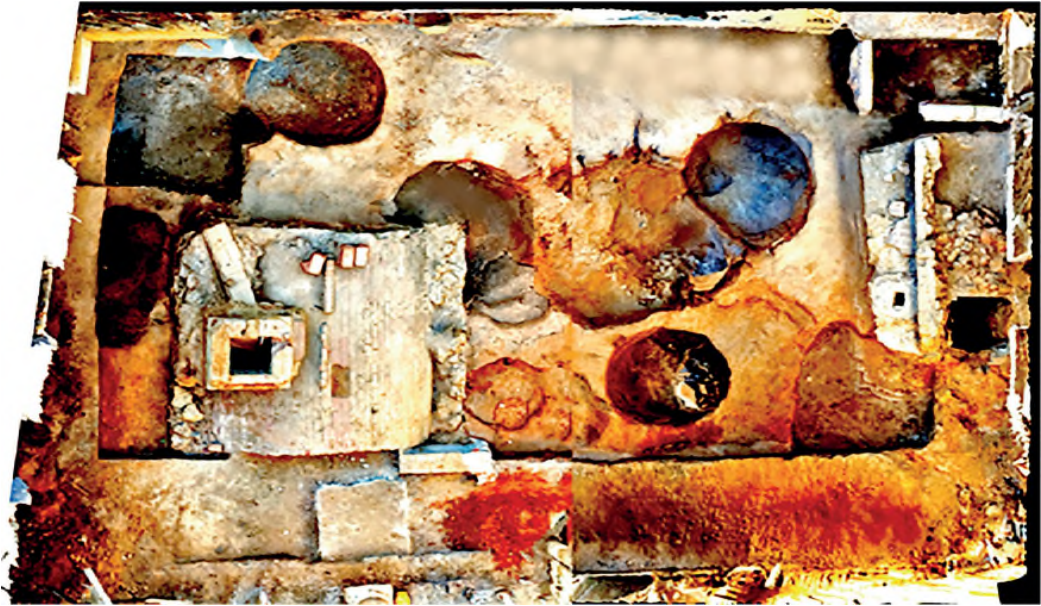


Figura 4

Patio de la casa en calle Padre Billini 151; donde se encontró un conjunto con tinajas, pozos y tanques; además del detalle abovedado de un aljibe (de construcción posterior). (Fotogrametría del autor)

vegetales como el tanino que se obtenía disolviendo el polvo que salía del molino de roña o ruello o molino de piedra; que tritura a la roña; trozos de cortezas de troncos de árboles locales como la caoba y otros. El molino es del tipo «de sangre» o movido por tracción animal. Del aparato origina, se ha conservado la base circular del mortero que es la parte inferior fija, donde se depositaba la roña para molturarla bajo el peso de una rueda de piedra; que es la muela móvil; aquí desaparecida. En la superficie del mortero se ven marcas de otras partes desaparecidas de la estructura original de maderas y piedras. (Figura 6).

Palomares

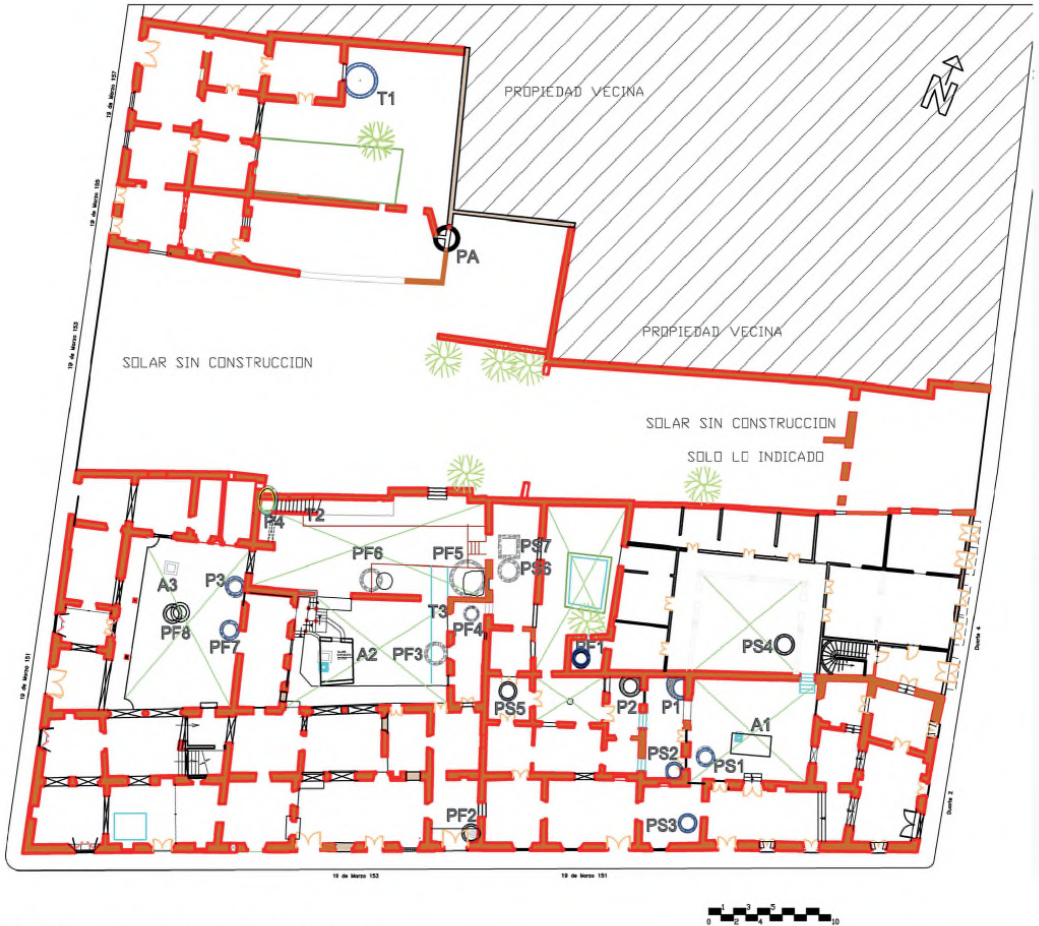
Para el proceso de la fabricación del cuero se requerían sustancias orgánicas que, disueltas en el agua de las tinajas según determinado paso del proceso, aportaban al material unas propiedades particulares que así se requerían. Para la característica final de ser un material flexible y de difícil pudrición, el excremento de las palomas; tan útil como abono en las huertas y

hortalizas; junto a la orina humana; permitía se obtuvieran las propiedades en el material del cuero como producto final.

En la propiedad se han detectado dos puntos donde hubo palomares en las casas en calle Padre Billini 151 y en calle Duarte 2. Allí se presentan las hileras de los típicos nidales que de acuerdo a su estado de conservación se restauraron (Figura 7).

Otros elementos de interés detectados en el lugar y que fueron construcciones que facilitaron variadas operaciones fueron tan variados con huellas de campanas de cocinas que se usaban en el proceso de salazón de carnes o; a nivel arqueológico; las fosas para huesos que funcionaros para desecharlos y evitar contaminaciones evitables en las carnes. El material de los huesos reveló; por su gran cantidad y los cortes dados en ellos; que una carnicería funcionó en el lugar.

Para la correcta comprensión de las instalaciones requeridas, y la compleja sucesión de pasos en el proceso para la elaboración del cuero en una tenería; es un ejemplo ilustrativo la tenería de Rusland en Inglaterra (Rusland Tannery).



ESTRUCTURAS CONTRUIDAS PARA OBTENER O DRENAR AGUA DE USO

LEYENDA			
P	Pozo.	Consigue agua a nivel freatico (12-15 mts)	
PA	Pozo artesiano no surgente	Consigue el agua al encontrar veneno de aguas subterranas	
PF	Pozo Filtro	Consigue agua que se filtra por paredes y fondo del pozo excavado en piedra madre.	
PS	Pozo Sumidero	Para drenar aguas servidas y sucias	
T	Tanque	Para deposito de agua	
A	Aljibes de agua de lluvia		
Localizacion	Diametro	Alto excavado	Notas:
P1 Duarte 2	1.15 m	>8.0 m.	Requiere mayor excavacion
P2 Billini 151	1.15 m	>8.0 m.	Requiere mayor excavacion
P3 19 de marzo 151	1.05 m	>8.0 m.	Tiene agua
P4 20 de marzo 151	1.10-2.10	>8.0 m.	Tiene agua
PA 19 de marzo 153, 155 y 157	1.30 m	7.15 m	Pozo artesiano no surgente Tiene corriente de agua
PF1 Duarte 4	0.65 m	7.35 m	Requiere mayor excavacion
PF2 Billini 151	0.78 m	4.25 m	Requiere mayor excavacion
PF3 Billini 153	1.70 m	6.70 m	Tiene agua

PF4	Billini 151	0.90 m	6.90 m	Tiene agua
PF5	19 de marzo 151	2.40 m	5.76 m	Llega a fondo pero no filtra
PF6	19 de marzo 151	1.60 m	6.50 m	Requiere mayor excavacion
PF7	19 de marzo 151	0.66 m	6.40 m	Tiene agua
PF8	19 de marzo 151	0.66 m	6.40 m	Tiene agua
PS1	Duarte 2	1.15 m	7.15 m	
PS2	Duarte 2	1.10 m	2.30 m	
PS3	19 de marzo 151	1.00 m	3.20 m	
PS4	Duarte 4	1.20 m	3.35 m	
PS5	19 de marzo 151	0.90 m	5.05 m	
PS6	19 de marzo 151	1.30 m	2.50 m	
PS7	19 de marzo 151	1.60x1.60	2.25 m	
T1	19 de marzo 157	1.73 m	2.70 m	Ussado de cisterna
T2	19 de marzo 151			Requiere mayor excavacion
T3	Billini 153			Requiere mayor excavacion
A1	Duarte 2	1.5 x 2.10	3.00 m	Siglo XVIII; usado de cisterna
A2	Billini 153	2.7 x 2.75	3.30 m	Siglo XVIII; usado de cisterna
A3	19 de marzo 151	2.1 x 3.4	2.2 m	Siglo XVIII; usado de cisterna

Figura 5 Plano de hallazgos y leyenda de la distribución de estructuras para el abastecimiento de agua y drenajes; tinas de tenerias y otros (Plano y fotogrametrias de elaboración propia)



Figura 6
Plataforma circular de molino encontrada en el sitio. (Foto del autor)

EVOLUCION DE LA PROPIEDAD Y NUEVAS CONSTRUCCIONES (1560-1585)

Visto lo que llegó a construirse en el lugar y la complejidad de las actividades que en él se realizaban; llega un momento de la amortización de tan importante factoría y tenería de la época colonial en Santo Domingo. El momento en específico de este hecho, no se ha establecido para el caso de un cierre de operaciones; por razones de poca viabilidad, sostenibilidad u otra.

El más localizable momento de cambio es la donación de las propiedades en 1554; cuando se planteó la condición de facilitar a un nuevo uso. Esto marca un punto final para la industria y el inicio de nuevos usos; muy diferentes en todos los sentidos.

Cuando la preexistencia de otro convento de monjas ameritó de una consulta pública que demostrara

la pertinencia de fundar al segundo convento; resultó que fue aprobada la nueva fundación y que el nuevo convento tomará de referencia el diseño de su predecesor. De esta manera el Convento de Santa Clara no fue un impedimento para la fundación del de Regina Angelorum; en su primera fundación; más bien; la experiencia previa fue de gran utilidad al tomarse como modelo a seguir.

Un primer aspecto de relaciones entre las soluciones arquitectónicas que se plantearon en los templos de ambas instituciones; se refiere a su inserción dentro de la trama urbana. En ambos casos; y como era ya común para la época en Europa; los conventos buscaban estar dentro de las ciudades; cercanos al centro y a otros conjuntos eclesiásticos de importancia. Santa Clara está cerca de la Catedral; mientras el nuevo convento estaría con una calle en medio con el monasterio de frailes dominicos; así ambos de la misma orden. (Figura 8).



Figura 7
Palomares. Dos grupos de nidas de palomares en un muro de tapial que originalmente debió tener varias decenas. (Foto del autor)

El siguiente aspecto se refiere al cumplimiento de las disposiciones emanadas del Concilio de Trento. Las nuevas normativas que afectaban a la liturgia y por lo tanto al diseño arquitectónico de templos (Borromeo 2010), aunque esto resultó más incisivo en grandes templos como catedrales y parroquiales; no tanto en pequeños conventos sobre todo los de monjas de clausura; que se mantuvieron siendo más obedientes a las tradicionales fórmulas que construían, sin entrar en contradicciones con las disposi-

ciones eclesiásticas. De este modo, el templo era de nave única cuyo eje longitudinal se orientaba este-oeste y paralelo al eje de la calle adjunta. El templo queda así orientado y es dividido en partes iguales; una del lado oeste para el espacio privado de las monjas; el área del coro (alto y bajo); el área media de la nave con hornacinas laterales en lugar de grandes capillas; y el área del presbiterio con el altar principal; del lado oriental. El esquema analizado por De la Maza (1956) para conventos mexicanos del siglo XVI; muy modificado en los siglos siguientes; sin embargo, se encuentra actualmente poco alterado en Santo Domingo para el templo del convento franciscano de Santa Clara. Comparando sus esquemas; el segundo convento de monjas, cumple con este requerimiento (Figura 9); aunque actualmente es sólo apreciable a través del análisis de otros vestigios que se mencionan más adelante.

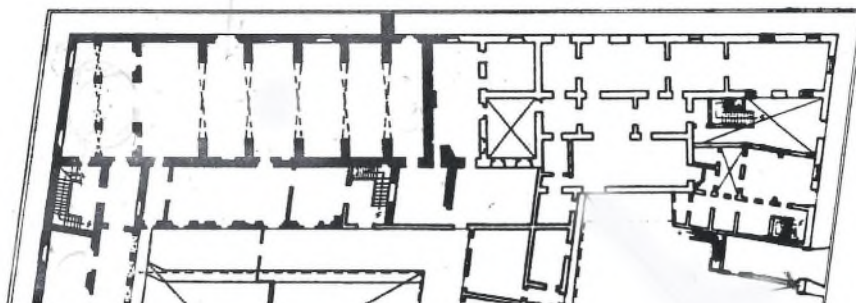
Para el sitio de estudio se mencionará a continuación algunos de los vestigios más resaltables que atestiguan como aquí se construyó un conjunto conventual; en parte reutilizando a la propiedad de los Solano; en otras emprendiendo nuevas construcciones como ameritó se hiciera para el templo del convento.

El templo es el área donde se estipula el contacto limitado con el mundo público en oposición al extremo encierro y privacidad en el convento y sus diferentes dependencias. Observado que en la esquina suroeste de la propiedad; donde se encuentra la lla-



Figura 8
Inserción urbana. Similitud de ambos templos de los conventos de Santa Clara (izquierda) y de Regina en su primera fundación (derecha). (Foto de Google Earth; marcas elaboración del autor)

IGLESIA Y CONVENTO DE SANTA CLARA:



AREA DE ESTUDIO:

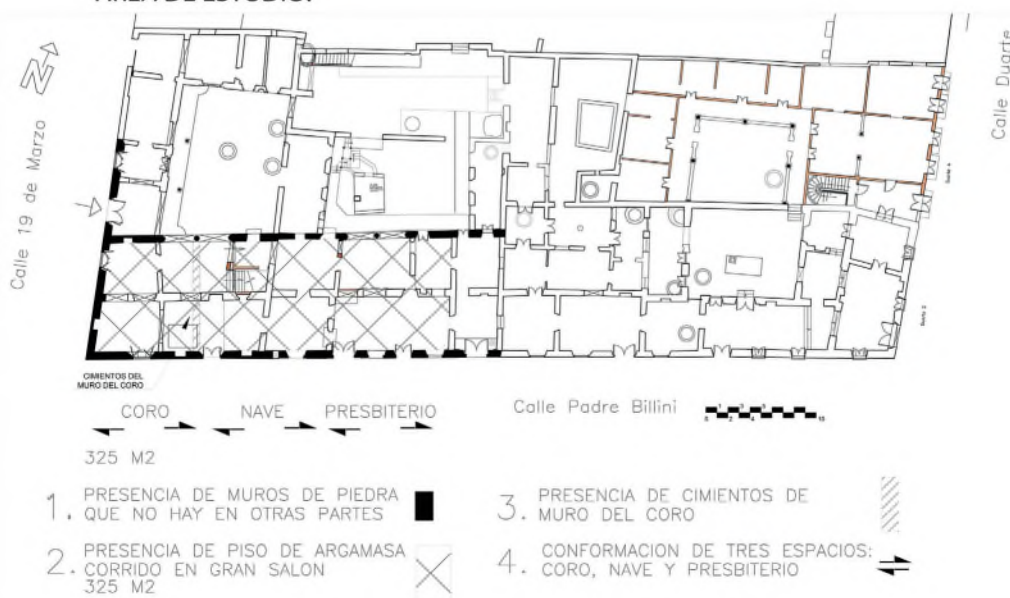


Figura 9
 Comparación de planta del convento de Santa Clara y el área de estudio. Se anotan algunas características adicionales. (Arriba, dibujo de Pérez Montás, Báez López-Pehna 1986. Abajo, dibujos de elaboración propia)

mada Casa del Tapao; el inmueble presenta cambios en los materiales y métodos constructivos. Tanto en esta casa como en la colindante en su lado oriental, se empleó una mampostería de piedra; sin recurrirse a sillares regulares. La construcción a dos niveles de la casa esquinera marca así esta diferencia con el antiguo recinto preexistente suplantado por la nueva construcción del templo.

Otras observaciones de interés fueron la existencia de un piso antiguo debajo del actual. Llamó la aten-

ción que, para las dos casas de piedra; los pisos actuales están a distintos niveles; mientras abajo el piso de argamasa presentaba el mismo nivel de extremo a extremo para el espacio de ambas casas. La característica de un piso de igual nivel y gran extensión sugiere la existencia de un gran salón que se identifica con el piso del templo.

Como hallazgo de interés se encontraron los cimientos de un muro que era una subdivisión original en el espacio de las dos casas. Este muro define a un



Figura 10

Portada de la hoy conocida como Casa del Tapao; una de las casas de estudio; y el detalle del escudo identificado como de Santa Catalina de Siena; la advocación del templo y convento de Regina Angelorum en su primera fundación de 1560. (Foto del autor)

espacio en el extremo occidental, que tiene las dimensiones y proporciones para albergar al coro de monjas en dos niveles, semejante a la solución presente en Santa Clara. El área del coro es de uso exclusivo de las monjas que mantienen rejillas para no dejar que sean vistas, manteniendo la posibilidad de que vean las misas. Con este detalle empieza aquí a definirse la típica división en los espacios de coro, nave y presbiterio presente al interior del templo de Santa Clara y también se ve perfilado en los vestigios del convento de monjas dominicas (Figura 9).

Detalles de interés en la nueva construcción

a. Portada principal con escudo

La presencia de un escudo de piedra como parte integral de la portada principal fue objeto de estudio entre los detalles constructivos que se observaron.

Visto el escudo eclesiástico en la fachada del Convento de los frailes dominicos; muy próximo al

área de estudio; se analizó al escudo similar sobre la portada del área que se estudia. Mientras en el escudo de los frailes; aparece como es de rigor; la cruz flordelisada rodeada por una orla que conforma al rosario con detalles de cuentas; asimismo el segundo escudo presenta una cruz simple rodeada de similar orla con el rosario; en este caso todo este detalle sobre una cartela de bordes enrollados. La cruz y el rosario en ambos escudos son los símbolos fundamentales de la orden dominica; mientras el escudo de estudio utiliza el pergamino de fondo en alusión al grado doctoral de la santa que es la advocación del templo: Santa Catalina de Siena. Con este nombre se menciona al convento de monjas dominicas (Palm 1984, 1: 89); también nombrado como de Regina Angelorum.

De esta manera este es el acceso y la portada del convento de monjas dominicas de Regina Angelorum en su primera fundación de 1560. Ya desaparecido el convento en esta localización, la portada con el escudo se mantuvo aquí desde entonces; a pasar de tantas modificaciones, destrucciones y abandono. (Figura 10).



Figura 11
Huella del asentamiento del molde en el foso de fundición de una campana en el sitio de estudio. (Foto del autor)

b. Vestíbulo y torno del convento de monjas de clausura

Como es de rigor en el establecimiento; traspasado el portal se accedía a un vestíbulo donde se dejaban paquetes y se recogían otros que tuvieran que salir. Mientras una tupida reja dejaba ver apenas al patio del claustro con las celdas; las monjas tenían que ob-

servar clausura y cuando tenían que recibir o entregar correspondencias, paquete u otro artículo; debían usar el torno; mencionado como rollo en documentos de la época. También mencionado como la rueda; en las «Instrucciones» de Borromeo (2010); entre muchos otros detalles considerados para el funcionamiento de un convento; la vida de las monjas en él y los aspectos litúrgicos del templo.

El torno de un convento de clausura es un armazón de madera que gira sobre un eje vertical al medio de una plataforma circular que se ajusta al hueco de una pared, donde se depositaba algún paquete sin que el que entrega y el que recibe tengan algún contacto visual.

c. Foso de fundición de una campana

Otro detalle se interés es la presencia del foso de fundición de una campana; un vestigio inconfundible que revela el uso a que se dedicaría el edificio; en este caso un templo. El lugar del foso debió ser, además, el lugar destinado a construir la torre del campanario o alguna espadaña que sobresalía de los techos; a cuya parte superior debió subirse el pesado objeto de la campana fundida con un intrincado siste-

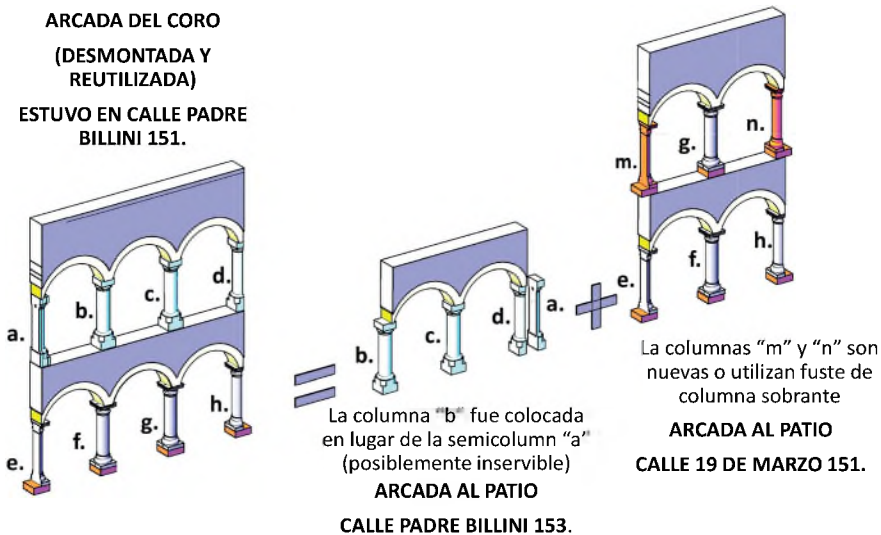


Figura 12
Esquema para mostrar posible forma en que se realizaron las columnas de la arcada original que estuvo en el coro de monjas. (Elaboración propia)

ma de poleas y con grandes esfuerzos humanos involucrados en la misión.

El vestigio está soterrado con respecto al piso actual y allí se muestra la huella circular del asentamiento del molde. Las piezas de cerámicas del macho presentan vitrificación superficial por la alta temperatura (950o C.) del bronce fundido que se vierte al molde (Figura 11). Los estudios de Cabrelles (1990); explican al detalle el proceso de la construcción de una campana para un templo.

d. Las columnas de las arcadas del coro de monjas.

Otro vestigio que no solo identifica el uso eclesiástico de los espacios, específicamente unos con-

ventuales de esta época, como son los coros de monjas y el detalle de arcadas que subdividía en dos por medio de este apreciado adorno; por lo demás también de función estructural; como eran las arcadas en su interior; a la vista en ambos pisos del coro de monjas.

La arcada del coro que se puede observar en Santa Clara tenía seis arcos; que al separarse por un entrepiso; así se observaba una columnata de tres arcos en la planta baja; y una columnata de tres arcos en la planta alta. Las columnas de la primera planta son de orden Toscano, mientras las columnas de la arcada en segundo nivel, presentan unos capiteles mudéjares con detalles de mocárabes.

Una arcada de coro también existió en la casa de piedra esquinera que se estudia, aunque hoy día la encontramos desmontada y reinstalada en otro lu-



Figura 13

Muestra de uno de ocho tipos de diseños en azulejos sevillanos encontrados como fragmentos en el lugar y a la derecha, una reconstrucción virtual de su diseño original. (Batlle 2022)

gar. Las columnas de piedra que sostenían a los seis arcos, se ven hoy en dos arcadas de salida al patio; cuando en la segunda década del siglo XVIII los antiguos edificios pasaron a ser casas; entre ellas la Casa del Tapao y la colindante del lado este. Como los capiteles de las columnas también eran de los dos tipos; Toscanas las de abajo y mudéjares las de arriba; hubo el ingenio para repartirlas en las dos nuevas arcadas de residencias dieciochescas, según el siguiente esquema; que se presenta como una posibilidad ilustrativa del hecho (Figura 12).

e. Terminaciones de azulejos en alicatados y otros

Como último detalle se presenta aquí al que fue materia del artículo presentado en Mieres, Asturias, España el año pasado (Batlle 2022); donde se expuso la presencia de azulejos sevillanos como material arqueológico en el sitio de estudio que se expone en el presente artículo. Se anexan imágenes para la ilustrar la presencia de este importante vestigio, que originalmente conformó las terminaciones de alicatados; además de otras piezas de cerámica decorada como olambrillas, alizares, listelos y otros (Figura 13).

El estudio de los azulejos reveló el uso de un recurso notorio por su gran belleza en las terminaciones originales en los edificios. Además, los fragmentos mostraron el hecho de un proceso súbito de destrucción, particularmente por un fuego extensivo en el área; que se correlaciona con los incendios ocasionados en la invasión de Francis Drake, la que en 1586 destruye al convento y a gran parte de la ciudad (Palm 1984, I: 211). El abandono del sitio y posterior repartimiento para conformar viviendas; fueron la siguiente evolución del sitio y la explicación de su estado actual.

La etapa final de la investigación contempló la recreación virtual del aspecto del sitio de estudio y la magnitud de las construcciones realizadas en los momentos de la propiedad de los Solano (1525-1554) con sus casas y la tenería; y cuando estuvo aquí el convento de Catalina de Siena o de Regina Angelorum en su primera fundación de 1560 y destruido en 1586 (Figuras 14 y 15).

CONCLUSIÓN

La presente publicación ha planteado la necesidad de conocer la historia de un sitio a reconstruirse en la virtualidad de la imaginación en base a fuentes fidedignas; y de forma simultánea se ha emprendido la investigación *in situ* donde las propias construcciones históricas de la actualidad aportan cuál fue su realidad en el pasado, y cómo estas construcciones fueron funcionales para las actividades que albergaron en su momento.

En el desarrollo de la investigación ha sido palpable no sólo la construcción para un uso original; espacios para producción como carnicería y tenería; así como residencia de los propietarios; sino también la evolución a un nuevo uso; uno muy diferente como lo era un conjunto conventual para monjas de clausura. Tratado someramente en esta publicación; esta no será la única evolución funcional del sitio al quedar constancia de una destrucción y posterior abandono; y una posterior readaptación de las estructuras existentes que llegaron a ser las viviendas que se conocen en la actualidad.

De esta manera el estudio de los antiguos elementos constructivos; sus coexistencias y superposiciones; sus materiales y sistemas constructivos; sumando aquí los hallazgos de las excavaciones y estudios arqueológicos de estructuras y objetos; son los que han corroborado la historia recabada en medios documentales; y con ello han resuelto a las premisas iniciales para conformar las afirmaciones sobre la naturaleza y la función original del sitio y su evolución a otra; durante su existencia en el siglo XVI.

Los aspectos más resaltables encontrados como relacionados con el sitio de estudio han sido:

- a. Una secuencia historia que se corresponde con las construcciones; convirtiéndose en el hilo conductor de los eventos y realizaciones en el lugar.
- b. Ubicación de la propiedad de los Solano establecida por estar a doscientos pasos del área costera y facilidades de matadero;
- c. Conformación de conjunto de casas, otras edificaciones y patios en una extensa propiedad urbana;
- d. Carácter de recinto industrial; una actividad agropecuaria en el sitio que se relaciona con la ocupación y negocio del propietario;



Figura 14
Conjunto de propiedades en 1535: La tenería y las casas. (*Rendering del autor*)

- e. Una evolución de la propiedad a un uso diferente; un convento de monjas;
- f. Evidencias no solo generales sino también detalles particulares analizados tanto por los estudios arqueológicos en subsuelos como por el desarrollo de la arquitectura todavía existente.

El aspecto actual de la propiedad no refleja a simple vista los conceptos expresados debido a la basta destrucción del incendio ocasionado en la invasión de Drake en 1586. Ha sido la investigación efectuada la que ha posibilitado establecer la verdadera naturaleza de los edificios a través de los vestigios encon-



Figura 15
Conjunto de propiedades en 1585: El convento de Regina Angelorum en su primera fundación. (*Rendering del autor*)

trados que han explicado la preexistencia física del lugar, en función de las actividades que en él se realizaban.

Habiéndose tomando como referentes; por un lado, a la historia como hilo conductor; y por el otro; a los vestigios presentados; como evidencias palpables de hechos humanos; por mucho tiempo ocultos e ignorados; el sitio así ha recobrado el valor de servir de referente de un pasado que explica al ambiente de un rincón de la actual ciudad de Santo Domingo y sus monumentos históricos de tan reconocido interés.

LISTA DE REFERENCIAS

- Báez López-Pehna, José Ramón. 1992. ¿Por qué Santo Domingo es así?. *Colección Banco Nacional de la Vivienda*. Santo Domingo.
- Baitle P., José M. 2022. Fragmentos de azulejos sevillanos del siglo XVI hallados en antiguas casas de la Ciudad Colonial de Santo Domingo. En *IV Congreso Hispanoamericano XII Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Mieres*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Benzo, Vilma. 2000. *Pasajeros a La Española*. Santo Domingo: Edit. Amigo del Hogar.
- Borromeo, Carlos. 2010. *Instrucciones de la fábrica y del ajuar eclesiásticos*. Introducción, traducción y notas de Bulmaro Reyes Coria; nota preliminar de Elena Isabel Estrada de Gerlero. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Impr. Universitaria.
- Cabrelles Martínez, Campaners - 3 - València 1990. <http://campaners.com/php/textos.php?text=1318>
- De la Maza, Francisco. 1956. *Arquitectura de los coros de monjas en México*. México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Autónoma de México, Estudios y fuentes del arte en México, VI, Imprenta Universitaria.
- Fernández De Oviedo, Gonzalo. 1959. *Historia General y Natural de la Indias, Vol. I, Biblioteca Autores Españoles; Tomo CXVII*. Madrid: Ediciones Atlas: 78.
- Incháustegui, J. Marino 1958. *Reales Cédulas y Correspondencia de Gobernadores de Santo Domingo*. 2 vol., Madrid. (En Vol. II, pp. 381-398: 1556 Súplica para fundar un convento de monjas de la orden de Santo Domingo en la ciudad del mismo nombre. Aud. de Santo Domingo, Legajo No. 95. Archivo General de Indias.)
- Las Casas, Bartolomé de. 1985. *Historia de la Indias, Tomo II*. Santo Domingo: Ediciones Continente S. A.; Editora Alfa y Omega.
- Otte, Enrique. 1960. Carlos V y sus vasallos patrimoniales en América. *Revista Clio* No. 116 (enero-junio). Academia Dominicana de la Historia, Santo Domingo, 1960. (Ver: Censo 1528 en pp. 14-27.)
- Palm, Erwin Walter. 1984. *Los Monumentos Arquitectónicos de La Española*. Santo Domingo: Sociedad Dominicana de Bibliófilos.
- Pérez Montás, Eugenio; Báez López-Pehna, José R. 1986. *Restauración de antiguos monumentos dominicanos: planos e imágenes*. Santo Domingo: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.
- Rodríguez G. de Ceballos, A. 1991. Liturgia y configuración del espacio en la arquitectura española y portuguesa a raíz del Concilio de Trento. *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte* 3: 43-52. <https://revistas.uam.es/anuario/article/view/2605> .
- Rusland Tannery: <https://www.lakedistrict.gov.uk/learning/forteachers/archaeologyindepth/archaeologyruslandtannery>.
- Ugarte, María. 1998. *Estampas Coloniales*. Santo Domingo: Comisión Permanente de la Feria del Libro, Santo Domingo.
- Utrera, Cipriano de. 1995. *Santo Domingo: Dilucidaciones Históricas (I y II)*. Santo Domingo: Publicaciones del sesquicentenario de la Independencia Nacional.
- Utrera, Cipriano de. 1950. Sor Leonor de Ovando. *Boletín del Archivo General de la Nación*, No. 67. Santo Domingo.
- Utrera, Cipriano de. 1978-1983. *Noticias históricas de Santo Domingo; Tomo II*. Santo Domingo: Edición Emilio Rodríguez Demorizi.

Los ciclos de intervención en estructuras históricas: un enfoque en la protección sísmica

Jesús Eduardo Bautista Sandoval

Las estructuras históricas en áreas de alta sismicidad potencial están expuestas a un riesgo elevado de daños por terremotos. Estas estructuras, como unidad constructiva presentan condiciones de desequilibrio en distintos grados y por causas variadas de acción paulatina o repentina, siendo esta condición variable en el estado de conservación de la estructura, de estudio en la etapa diagnóstica. Esta condición y problemática se aborda en las páginas que siguen desde un enfoque exploratorio y de aproximación a los ciclos de intervención acumulados, los momentos estructurales (denotando el uso de este término, en referencia a las temporalidades en el estado que presenta la estructura) y los dispositivos de protección sísmica.

Este trabajo es una presentación parcial de una investigación en curso, sobre la intervención estructural de inmuebles históricos en zonas de riesgo sísmico, tras los efectos de los terremotos de 2017 en México, se particulariza en las relaciones que se presentan en el proceso de estudio de las intervenciones en las estructuras históricas.

Pretende constituir una base teórica a partir de un análisis descriptivo, del cual se distingue el desarrollo de la historia estructural, su intervención estructural en ciclos irregulares, así como los efectos en la unidad constructiva, lo que permite identificar su transformación y estado actual para su diagnóstico.

ANÁLISIS DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA Y DISTINCIÓN DE LOS GRADOS DE PROTECCIÓN SÍSMICA

Un primer acercamiento en el análisis es considerar el cómo la unidad constructiva ha sido conformada, en particular como el resultado de la acumulación de modificaciones en la estructura a causa de adaptaciones o por la intervención de agentes de cambio, además de su desarrollo en temporalidades, y se centra en el conocimiento constructivo, el cual define a la estructura de origen (momento estructural inicial de funcionamiento del edificio) y sus incorporaciones o intervenciones, reconociéndolas como la acumulación de modificaciones materiales en su historia, debidas tanto por agentes de carácter imprevisto, intervenciones o por cambios propios de la estructura (figura 1).

En la figura 1, triángulo izquierdo se muestra la estructura histórica de origen (A), planificada y compuesta (E0) y construida o ejecutada (E1), indicando su transición de una estructura de origen, a una estructura con cambios incorporados por intervenciones, sismos o adaptaciones propias, triángulo derecho (B); este cambio se da a partir de los ciclos de intervención estructural (CIE) acumulados, los cuales integran estructuras o material en la estructura de origen (E1'), indicados por tipo en la parte superior de la figura (E2 y E3) como parte del proceso de cambio en la estructura.

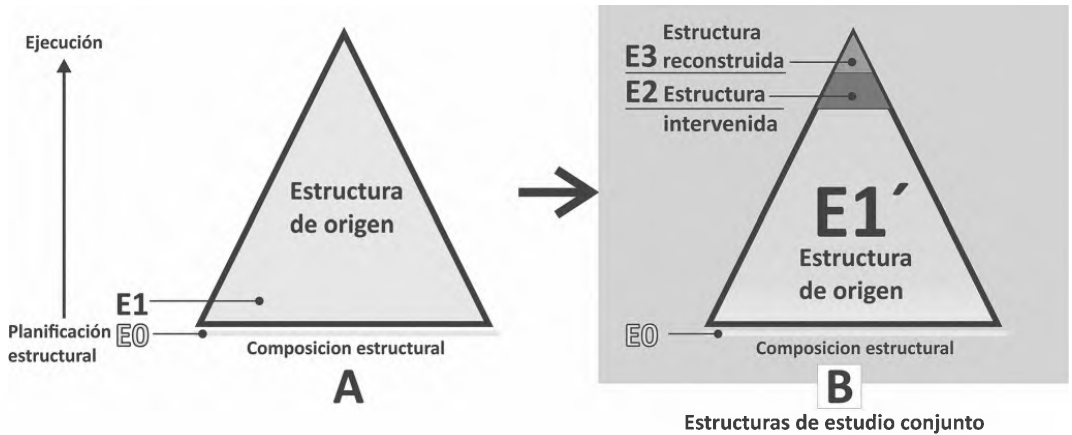


Figura 1

Esquema de la unidad constructiva en su estado A y su cambio a unidad constructiva conformada B. (Esquema del autor, 2023)

Bajo este proceso de cambio, las acciones de intervención estructural han tomado en cuenta, tanto el dar solución a las fallas en el sistema de la estructura histórica (para su tratamiento según el nivel de afectación), como el empleo de procesos de evaluación previos, específicos y ampliados a la historia estructural, para «devolver las condiciones de estabilidad pérdidas o deterioradas, garantizando, la vida de una estructura arquitectónica» (Chanfón 1979, 14)¹, en función de satisfacer la necesidad de protección y seguridad del patrimonio arquitectónico (Cangi 2019, 1).

Como resultado, las intervenciones en la unidad constructiva conformada, generan zonas en elementos constructivos, con mayor resistencia y zonas contiguas de material original con menor resistencia. Esto crea una interfaz de trabajo, en la que los esfuerzos se transfieren a las zonas más débiles ante nuevos sismos. El deterioro de estas zonas cambia el grado de afectación y de protección sísmica, desarrollando una tendencia a acciones de intervención de mayor complejidad técnica (figura 2).

El análisis exploratorio propuesto en el contexto de los ciclos de intervención, adquiere una utilidad preventiva o correctiva, de acuerdo con el estado presente o momento estructural. A su vez, se sitúa en la cultura metodológica y marca una diferencia en el proceso de estudio de las intervenciones, dado que explora el proceso de intervención, desde las medi-

das sismorresistentes y los medios de protección propios y acumulados, a lo largo del tiempo.

Desarrolla un acercamiento a los efectos de la intervención estructural, esto se traduce en profundizar en el conjunto de medios de protección de los inmuebles históricos, distinguiendo en dos grupos: *los propios*, que son las cualidades que contenía de origen la estructura, y *los adquiridos*, que se integraron en etapas subsecuentes. Además, de tomar en cuenta sus resultados a largo plazo en relación de trabajo conjunto, a través de la recurrencia o no, de daño estructural.

En particular, la arquitectura tradicional de México en zonas de riesgo sísmico se ha caracterizado por la adopción de soluciones constructivas haciendo uso en distinto grado de dispositivos heredados del análisis de una cultura constructiva, retomada del pasado con funciones sismorresistentes, su objetivo es la protección y la conservación de la integridad estructural (su valor técnico - característica única e irrepetible), evitando tensiones diferentes y compresiones desiguales, las cuales propician el colapso local o general.

A medida que se consolidaba el conocimiento constructivo durante los siglos XVII y XVIII, la adaptación de técnicas de construcción específicas y especializadas se establecía en dos momentos: en la planeación del inmueble o se integraban ante fallas imprevistas o accidentales, de esta forma a través de

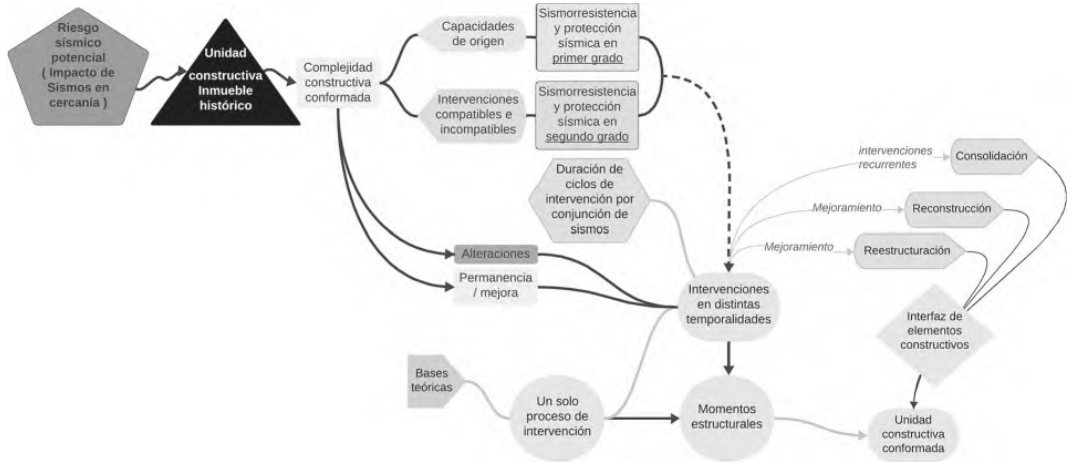


Figura 2
 Mapa de carácter específico de las relaciones entre impacto sísmico, la unidad constructiva, su conformación y ciclos de intervención desarrollados con derivaciones de acciones particulares para su protección sísmica. (Esquema del autor,2023)

ellos se aportaba o integraba una función específica, dar a cada inmueble cualidades de defensa ante la acción sísmica, estos elementos constructivos garantizaban hasta un límite técnico la unión de las partes en un sistema cerrado, dada la naturaleza del sistema constructivo.

Los factores que influyeron en su certidumbre a nivel local o de conjunto devenían de la cultura técnica que cada arquitecto o maestro constructor integraban en la composición, dado que los conocimientos estructurales especializados se manifestaban en el orden y rigor geométrico a todas las escalas, en la calidad de materiales y ejecución de la obra. Había una vanguardia y refinamiento en ese sentido, sin embargo no todos los inmuebles podían llegar a tener las mismas capacidades de respuesta en su sistema, es decir, llegar a contener en una escala de capacidades: “estrategias de construcción destinadas a garantizar su estabilidad dentro de la zona sísmica” (Ibarra 2014, 64). Estas cualidades materializadas, son la base de estudio en caso de ser necesaria su reestructuración y se amplían, regularizan o se pierden con cada ciclo de intervención estructural (CIE)².

Como antecedente de los tipos de intervención que regían y se empleaban dentro de la cultura constructiva de reparación de inmuebles de los siglos XVII y XVIII podemos señalar tres medidas o procedimientos

de actuación en las estructuras históricas (Giuffré 1992, 49), ante los efectos sísmicos en el sistema constructivo:

1. Se reparaba lo reparable
2. Se sustituía lo irrecuperable
3. Se reforzaba las partes deficientes

De acuerdo con lo anterior, se consideran estos procedimientos en función de dar permanencia al sistema formal de la fábrica y su elegibilidad fue determinada por la complejidad del sistema constructivo, es decir, su grado de preparación constructiva, y de acuerdo con su respuesta con cada evento sísmico.

Por consiguiente y con base en la propuesta de análisis exploratorio que se desarrolla en esta investigación se ha tomado en cuenta una clasificación de tipologías de dispositivos de control y defensa pasiva ante sismos, que forman parte de las estructuras históricas en mayor o menor grado de desarrollo técnico ante posibles e imprevistas fuerzas verticales y horizontales (dado el orden referido en el proceso de propagación de las ondas sísmicas), para ello se estudian los distintos tipos de dispositivos sismorresistentes, de acuerdo a la intención estructural que define su organización e interrelaciones en el sistema de la estructura histórica y en función de su técnica constructiva que define su nivel de resiliencia.

De acuerdo con su función estructural se distinguen dos grupos sistémicos de dispositivos: *los integrados* y *los complementarios*, ambos de distinta complejidad basada en el orden, que se presentan en distinta proporción según el grado de protección asignado:

- Grupo A) Dispositivos integrados
- Grupo B) Dispositivos complementarios de restricción

Como parte del desarrollo de la cultura constructiva que asegura la integridad estructural de los edificios sujetos a movimientos sísmicos, los dispositivos del grupo A, son aquellos que forman muros de fábrica con un distinto grado de capacidad sismorresistente, estos pueden subdividirse (Choisy 1997, 127) de la siguiente manera:

- Grupo A-1. De primer y segundo grado, referidos a la técnica constructiva
- Grupo A-2. De tercer y cuarto grado. Dispositivos de especialización estructural

En el primer grado del grupo A-1, los muros de fábrica de mampostería cumplen una función general de conglomeración para formar el elemento portante, en un segundo grado, los dispositivos más específicos también forman parte de la constitución de los muros de fábrica de piedra o ladrillo, presentan una técnica constructiva con un mayor orden en la disposición de sus piezas, regularidad (isódomo o pseudo-isódomo), simetría y mayores dimensiones, son agrupamientos que en su disposición cuentan con mayor control en su fabricación. En un tercer grado, de mayor formalidad en su función de asegurar la unión y continuidad del orden entre elementos y componentes constructivos, se integraron dispositivos de especialización, estos determinan la permanencia de la combinación de equilibrios entre las partes del sistema al cumplir funciones de delimitación y contención, enlace y rigidez, en tanto el cuarto grado está representado por dispositivos especializados que cumplen las funciones de control de equilibrio.

Los dispositivos del grupo B, complementarios de restricción, enlazan de manera horizontal y ciñen



Figura 3
Ex-Convento de San Juan Bautista, Tlayacapan, Morelos. Colapso de contrafuerte fachada sur, daño estructural grave del dispositivo de defensa ampliado, ante empujes propios y debido a terremotos. (Hernández Eumelia, 2018)

los elementos así unidos y sirven de apoyo al asegurar el equilibrio ante esfuerzos permanentes, por medio del uso de un elemento recto tensor, también llamados tirantes o encadenados de disposición local o en red (emparrillado), antiguamente se realizan en madera ensamblada en tablas (o en barras de hierro), en ambos casos se anclan a la fábrica trabajando a tracción y se ubican al nivel de los arranques o riñones del arco, en extremos de pared o muro mediante placas de retención, su función era preventiva dando estabilidad y continuidad de enlace a las partes de la estructura, absorbiendo los empujes y evitando deformaciones, mejorando el comportamiento global del inmueble, además de impedir que se lleve a cabo un proceso de separación de elementos constitutivos.

De este conjunto de medios que dotan de sismorresistencia y de protección sísmica, se destaca su importancia en la seguridad estructural en cada grado, y se puede afirmar que son el resultado de la adaptación de materiales, técnicas y mano de obra, cuyo propósito es salvaguardar la integridad constructiva y su combinación de equilibrios, al reducir el impacto de diversos agentes de cambio y alteración en cada uno de los ciclos de intervención, ciclos que a continuación se expone su análisis (figura 3).

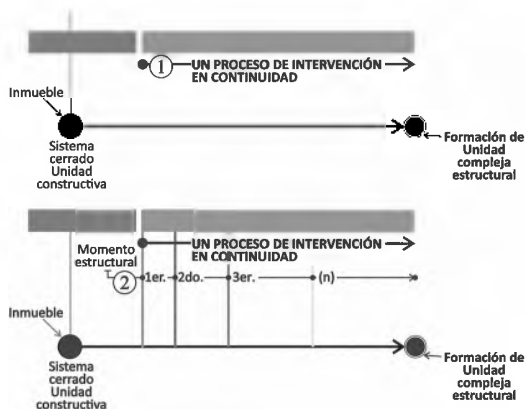


Figura 4
Esquema general de la relación entre fases de capacidad de protección sísmica, y las divisiones temporales en el proceso de intervención, números 1 y 2. (Esquema del autor, 2023)

LOS CICLOS DE INTERVENCIÓN DE LA ESTRUCTURA HISTÓRICA

En este sentido, para el análisis exploratorio de los ciclos de intervención es fundamental en primer lugar distinguir dos aspectos temporales a considerar (figura 4) que suceden en la evolución histórica de la estructura, descritos a continuación:

- *El primer aspecto*, es considerar un solo proceso de intervención estructural en continuidad, dicho proceso se divide en momentos estructurales, los cuales propician ciclos de intervención de ocurrencia irregular que han tenido un impacto en su integridad y autenticidad, y por ende en su protección ante sismos.
- *El segundo aspecto*, es considerar un número finito de *momentos estructurales* (1,2,3...n), entendiéndolos cada uno como el estado estructural que se presenta en la historia del inmueble y que identifica un cambio determinante en el equilibrio de la unidad constructiva.

Cabe señalar que de estos momentos procede el inicio de las intervenciones en distintas temporalidades ó *los ciclos de intervención estructural (CIE)*. De ahí que como secuencia clave en la dinámica del proceso de intervención en la vida útil de un inmueble histórico se caractericen por:

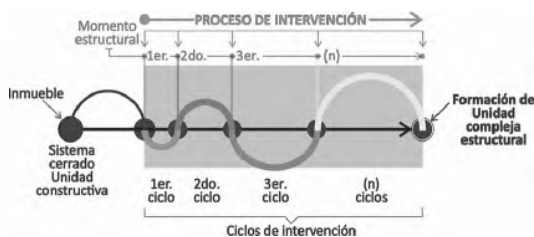


Figura 5
Esquema general de la relación entre ciclos de intervención y los momentos estructurales. (Esquema del autor, 2023)

1. Un desarrollo discontinuo e irregular (figura 5) (distintos en número de unidades de tiempo ,años) entre un ciclo y otro, sin periodicidad establecida, de tal forma que la dimensión o duración de los ciclos está en función de la correlación con las capacidades sismorresistentes y de protección estructurales de cada inmueble; aunque cabe señalar que puede considerarse su estudio y diagnóstico en una vertiente basada en el registro histórico de los periodos de retorno de fuentes sismogénicas agrupadas en la cercanía al inmueble.
2. En su inicio, a través de las mediciones de parámetros tanto de origen: ubicación del inmueble en regiones sismogénicas, cualidad y calidad constructivas y ciclo material, como los incorporados: ciclos e interfaz de intervenciones estructurales, se obtienen de su análisis evidencias de una tendencia de la condición física del sistema constructivo hacia una inestabilidad acumulada, propiciada y generada paulatinamente en el sistema o por la acción imprevista de un evento sísmico de gran magnitud, en un periodo específico y con una influencia determinante para la alteración de la estructura.
3. Los ciclos de intervención dependen de las capacidades y debilidades dadas por forma, método constructivo, estado físico ó intervenciones.

En conjunto las etapas del proceso de ciclo de intervención representan los cambios en distintos momentos estructurales del inmueble a lo largo del tiempo. Se presentan a continuación en el orden de actuación, de

acuerdo con la etapa de desarrollo del inmueble, cada una sigue una secuencia de momentos estructurales con periodos de duración en relación directa con los terremotos o por sus efectos a largo plazo. La finalización de cada momento estructural se establece como una unidad constructiva conformada, que sirve de punto de partida para un análisis metodológico de mayor complejidad y profundidad.

Desarrollo del primer ciclo de intervención estructural

Un primer CIE, deviene de una estructura en unidad estable, de un estado inicial (EI, indicado con el No.1 en el esquema) de la estructura con las capacidades asignadas durante su planeación y ejecución, la cual resiste a los distintos esfuerzos mecánicos (propiciados por agentes de cambio estructural(ACE, No. 2), frente a los cuales responde y transita, al ser sobrepasados, a una condición de equilibrio inestable (DE, No. 3) en su unidad constructiva, requiriendo para su conservación de una evaluación diagnóstica (Di, No. 4) (figura 6).

Tras el diagnóstico, la intervención estructural se planea y ejecuta a partir de una carga cultural de soluciones probadas o experimentales, sin olvidar los objetivos particulares de una época sobre la conser-

vación y restauración. El producto de esta intervención genera una condición resultante que puede mejorar, mantener o perder determinadas capacidades estructurales (1I ,No. 5). Este primer ciclo concluye, estableciendo las bases de un nuevo estado de la estructura (E2, No. 6) y continua con la evaluación de la intervención tras un evento sísmico o cambio estructural, en la figura superior se indica con la nomenclatura (ACE2 , No. 7), evidenciando los beneficios a la estabilidad del equilibrio del inmueble.

Desarrollo de ciclos subsucesentes de intervención estructural

En la historia estructural de cada inmueble se acumulan ciclos de intervención, el resultado es un estado físico sumario de materiales y técnicas en el sistema constructivo inicial, es en este proceso de continuidad de intervenciones en que la unidad constructiva cambia, originando un sistema que difiere del original, en capacidades y comportamiento (AE , No. 8) (figura 7).

Desde este punto de vista, cabe considerar que en los primeros ciclos de intervención se daba preferencia a la reparación, integrando refuerzos estructurales, que en la cultura constructiva forman parte de técnicas adecuadas para asegurar y fortalecer a la es-

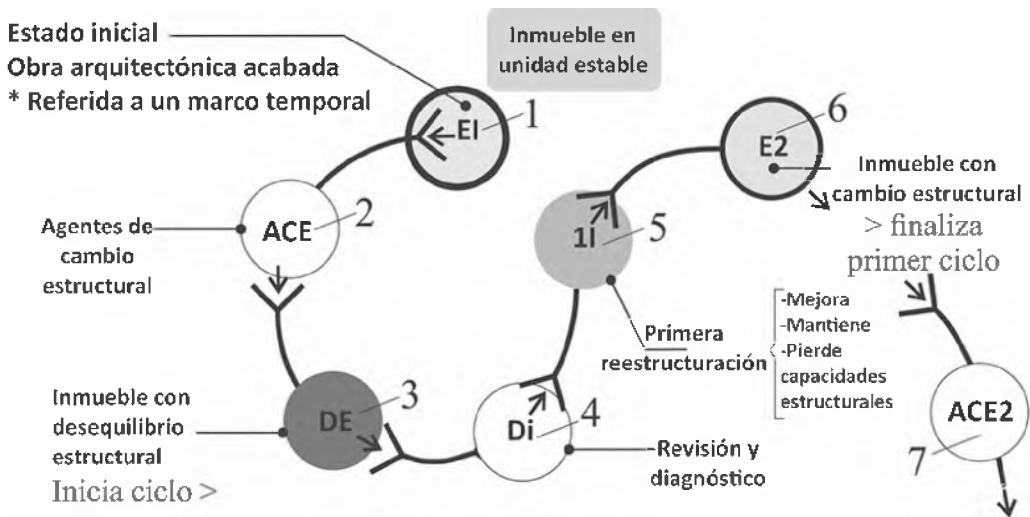


Figura 6
Secuencia del primer ciclo de intervención estructural. (Esquema del autor, 2023)

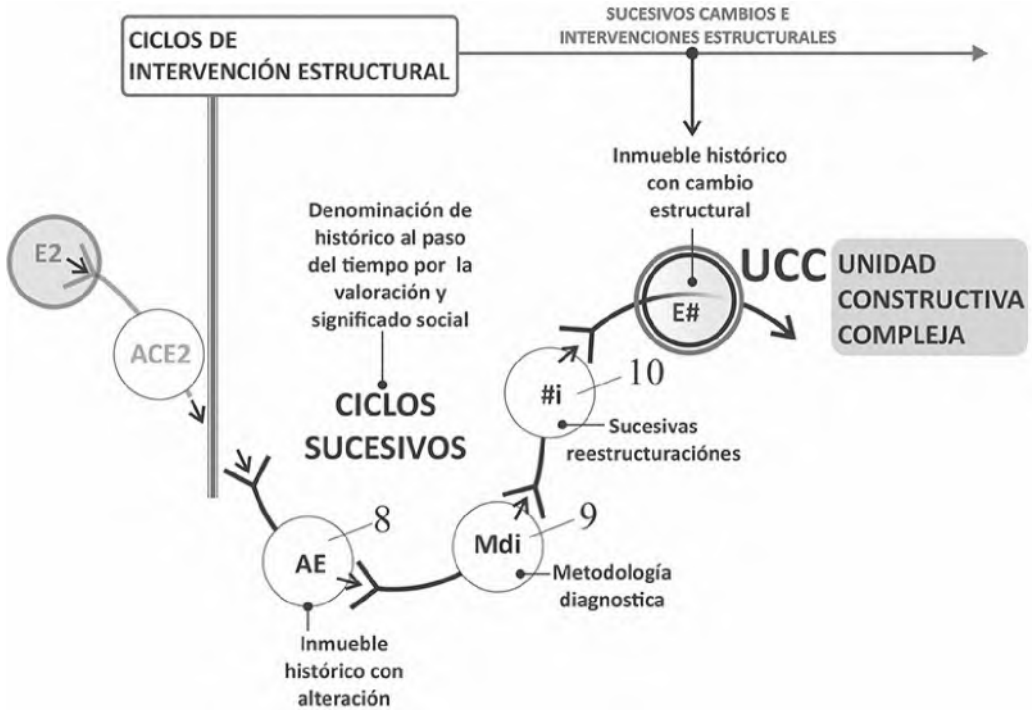


Figura 7
 Secuencia de ciclos sucesivos de intervención estructural en inmuebles históricos. (Esquema del autor,2023)

estructura dañada, mediante dispositivos especializados de protección estructural; este aspecto es particularmente relevante ya que nos remite a identificar en consecuencia procesos constructivos³, que evidencian ciclos de intervención, así como debilidades en la estructura de distinta índole, y evaluar (Mdi, No. 9) el estado del inmueble considerando intervenciones previas.

Posteriormente en este proceso en continuidad de intervención, dado que se dan las condiciones para su desarrollo en temporalidades o momentos estructurales, cada ciclo posterior (#1, No. 10), trae consigo una recuperación o un retroceso en la condición física de las soluciones constructivas acumuladas en la vida útil del inmueble, consideradas parte del sistema constructivo en el trabajo regulatorio del equilibrio de cargas, a su vez, los efectos de los ciclos de intervenciones se suman, debilitando o alterando la estructura, al perder las cualidades o capacidades asig-

nadas en la planeación de origen y de acuerdo al grado de protección sísmica.

CONCLUSIONES

Con el estudio de los medios técnicos y de planeación que determinan una mayor sismorresistencia y protección sísmica, se puede conformar un historial de respuestas de las estructuras históricas ante las sollicitaciones sísmicas, en clara relación y de acuerdo con las intervenciones ejecutadas, la intención de su estudio es justificar la permanencia de la unidad conformada y no reiniciar nuevos ciclos de intervención.

Por consiguiente, es a partir del análisis constructivo, que se establece en un inmueble histórico las relaciones y condicionantes previstas en la etapa de planeación del sistema constructivo de protección de la estructura y los medios o dispositivos que aun per-

miten en mayor o menor grado la permanencia de su equilibrio o en su caso, el mejoramiento de su condición inicial. Además de que la presencia, en forma y calidad de estos, determinan una escala de protección posible o su ausencia una mayor predisposición a mayores daños. Es por esto, que la comprensión del conocimiento de cómo se han adaptado y utilizado los dispositivos, se puede aplicar en la evaluación diagnóstica de edificios históricos que se encuentren en zonas de riesgo sísmico.

A nivel particular, el conocimiento de los dispositivos sismorresistentes provistos para el género de arquitectura religiosa y de uso puntual o general, permite identificar la presencia, ausencia o el grado de complejidad de un sistema constructivo especializado propio para la protección sísmica o de refuerzo (al ser intervenido), compuesto de medios tecnológicos compatibles, de mitigación y protección de los elementos constructivos valiosos para asegurar la conservación del equilibrio, en concordancia con el propósito de dotar de seguridad y permanencia al sistema estructural de origen.

NOTAS

1. Lo cual implica de forma indirecta, acciones sobre los valores inmateriales contenidos (la cultura constructiva consolidada)
2. Para esta investigación se entiende y define como Ciclo de intervención estructural al “Conjunto variable de procesos de conservación o restauración ejecutados en la estructural en periodos irregulares en un inmueble o conjunto arquitectónico durante lapsos en los que se evidencia la tendencia a la inestabilidad”, construcción de concepto de elaboración propia.
3. La afirmación anterior se ha visto evidenciada y confirmada al documentar antecedentes históricos de las

soluciones constructivas de atención ante fallas estructurales, debidas a terremotos o por deterioro propio y paulatino de los inmuebles en el siglo XVII y XVIII. a. (ver referencia Ubico et al,2016), en los registros principalmente de opiniones técnicas y testimonios descriptivos de inspección, se refieren formas para reparar o llevar a cabo composturas en templos (siglo XVIII). b. (ver referencia CNCA-UNAM,2011), en donde se observan vicios de construcción y las diversas actuaciones estructurales para su reparación. Pedro de Arrieta ejemplifica en su práctica, las diversas formas de intervención estructural (realiza reparaciones y encadenamientos) en inmuebles o conjuntos históricos.

LISTA DE REFERENCIAS

- Cangi, Giovanni. 2019. *Dubbi sugli interventi al patrimonio architettonico in Messico* [respuesta por email al autor, 4 noviembre].
- Chanfón Olmos, Carlos. 1979. *Restauración: problemas teóricos. Material didáctico*. R. y M. ENCRYM-INAH, Ed.) Ciudad de México/ Centro Churubusco.
- Choisy, Auguste. 1997. *El arte de construir en Bizancio*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- CNCA-UNAM, 2011. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes: Universidad Nacional Autónoma de México. *Pedro de Arrieta, arquitecto (1692-1738)*, Ciudad de México.
- Giuffrè, Antonino . 1992. *Manuale del recupero del Comune di Città di Castello, Roma*. Roma: 49–69
- Ibarra Sevilla, Benjamín. 2014. *El arte de la cantería Mixteca*. (U. FA, Ed.). Ciudad de México.
- Ubico Calderón, Mario Alfredo. 2016. *Intervenciones en templos dañados por sismo en pueblos de indios coloniales guatemaltecos*. Recuperado de <https://editorial-restauro.com.mx/intervenciones-en-templos-danados-por-sismo-en-pueblos-de-indios-coloniales-guatemaltecos/>, 9-20.

Evaluación científica de la construcción histórica religiosa

William Castillo Valencia
William Pasuy Arciniegas

La historia de la construcción de arquitecturas religiosas en Colombia inicia desde la consolidación de ermitas y capillas doctrineras hasta templos, basílicas y catedrales, que retoman lenguajes arquitectónicos neoclásicos europeos y se funden, a manera de sincretismo, con sistemas estructurales, materiales y oficios locales, utilizando piedra, tierra, madera, ladrillo cocido y concreto reforzado, según su período de construcción entre los siglos XVI a XX. En templos de mediana y gran escala, los muros son estructurales para sostener, entre otras, bóvedas de cañón corrido y cúpulas en edificaciones religiosas con tipomorfologías neorrománicas y neogóticas de tipo basilical y de cruz latina. Para el caso del departamento de Nariño, localizado al sur occidente de Colombia, la presencia de este tipo de arquitecturas es jerárquica y monumental, entre ellas, el Santuario de la Virgen de la Visitación de Ancuya (bien de interés cultural departamental en el municipio de Ancuya), cuyo contexto geológico de mediano y alto riesgo geológico lo convierte en un verdadero laboratorio de estudio.

Con el fin de comprender los procesos constructivos de esta estructura histórica y patrimonial, las cuales han presentado diferentes patologías en sus sistemas estructurales, especialmente en cubierta con bóvedas, se pretende socializar, mediante procesos de investigación e intervención física, sus orígenes históricos y constructivos, las afectaciones estructurales presentes en estas secciones y las propuestas de

intervención de refuerzo o consolidación estructural respetando sus valores arquitectónicos, como interacción entre lo patrimonial y lo contemporáneo, cuya metodología fue exploratoria para determinar in situ las fallas estructurales a través de ensayos físico-mecánico de los materiales para evaluar, a través de métodos científicos, su estado de conservación por medio de modelos de las edificaciones a la luz de la tecnología computacional y desglosar las unidades del sistema estructural para mitigar y minimizar futuras afectaciones, alternativa de conservación y respuesta pasiva frente a un evento sísmico.

HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS HISTÓRICAS RELIGIOSAS

El estudio y evaluación científica de la historia de la construcción y la arquitectura en Colombia se orienta en la evolución de técnicas, materiales y oficios de construcción desde períodos prehispánicos hasta nuestra contemporaneidad, basado en el análisis de fuentes documentales (planos, textos, testimonios y fotografías), así como de evidencias físicas *In Situ*, en función con la praxis profesional a través de consultorías de inmuebles históricos, explorando de manera física el sistema estructural y su materialización para dar respuesta ante la exposición de amenazas naturales, como la sísmica, agentes naturales o antrópicos.



Figura 1
Panorámica del centro poblado del municipio de Ancuya.
(Fuente: Parroquia de Ancuya)

En Colombia existen diferentes arquitecturas, sistemas, materiales y formas de construir, una de ellas en arquitectura religiosa es la construcción de bóvedas y cúpulas, aquellas que fundamentan su relación tipo-morfológica y estructural por la curva (geometrías de media circunferencia o medio punto) para cubrir grandes luces, especialmente con mamposterías de ladrillo cocido y argamasas de cal (mineral que está compuesto principalmente de carbonato de calcio - CaCO_3), material que debe ser “apagado” como método artesanal para producir hidróxido de calcio, al cual se añade agua y se hidrata para constituir hidróxido de cal ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$). La argamasa de pega es una mezcla de cal, arena y agua para unir los mampuestos de una o varias rosca, según el caso.

La construcción de bóvedas inicia con el trazado geométrico de medio punto en su respectiva formaleta, proyectando las fuerzas que actúan sobre la bóveda para determinar su forma final para que sea estable, presumiblemente por métodos grafostáticas con proyección de geométrica vectorial para distribuir las cargas gravitacionales para que puedan cubrir grandes espacios con el material básico, descomponiendo en proyecciones laterales a compresión pura de su mampostería. Una vez consolidada la traza básica del arco, se construye la bóveda cañón corrida, proyección en profundidad del arco de medio punto. Para evitar que la bóveda cañón se deforme lateralmente, se construyen contrafuertes, que son muros perpendiculares a la bóveda, ayudando a estabilizar la estructura y distribuir las cargas gravitacionales de forma uniforme.



Figura 2
Templo en proceso de construcción. (Fuente: Parroquia de Ancuya)



Figura 3
Templo terminado. (Fuente: Parroquia de Ancuya)

CASO DE ESTUDIO: SANTUARIO DE LA VIRGEN DE LA VISITACIÓN DE ANCUYA

Acorde a la formación y experiencia de los autores, se presenta el caso de estudio del Santuario, retomando su historia, se construye en el siglo XX entre el año de 1923 (firma del contrato de construcción entre el párroco de Ancuya, Pbro. Julián María Coral y el arquitecto Lucindo María Espinosa Medina, para la construcción y elaboración del diseño del templo parroquial y del altar mayor) y finalizado la obra en el año de 1937, materializando un gran proyecto a través de un sistema constructivo basado en mam-



Figura 4
Panorámica del Templo y parque. (Fuente: Parroquia de Ancuya)

postería y argamasa de cal en su estructura muraria, bóvedas, cúpulas y torre, como parte de su concepción principal arquitectónica religiosa, un reto que desafiaba la gravedad por sus espacios amplios y altos, enormes luces, grandes cargas y pesos que inspiran la sensibilidad espiritual, que apoyados en la geometría vectorial, se crean arcos y bóvedas de medio punto como estrategia estructural.

Se trata de un sistema estructural compuesto (muros de carga, bóvedas, cúpula con tambor y torre), destacando las bóvedas de cañón corrido, compuestas por arcos fajones y torales, sistemas integrales que fueron afectados por agentes naturales y antropogénicos que, si bien no amenazaron ruina, generaban un grado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en su estabilidad ante la presencia de movimientos sísmicos. El Santuario a cargo de la Diócesis de Ipiales y con la gestión de emprendedores y gestores locales liderados por el Consorcio OM Templo Ancuya 2023, permitieron revelar su estado actual de conservación para formular el proyecto de intervención.

La lectura del inmueble religioso se sintetiza a partir de la siguiente caracterización:

volumetría de cruz latina, jerarquizada por una nave longitudinal (central) y nave transversal (transepto) rematadas por bóvedas de cañón corridas, en cuya intersección se consolida el crucero donde se localiza la cúpula apoyada en tambor o cimborrio. La lectura de su planta arquitectónica es clara, las dos naves constituyen el carácter de la edificación tanto en su interior como en el exterior... su taxonomía corresponde de manera tradicional a las arquitecturas románicas europeas que llegan como influencia directa a Colombia y al departamento de



Figura 5
Panorámica del Templo desde el costado norte. (Foto: Gabriel Bastidas)

Nariño, claro está, en un momento histórico diferente al de creación original, por ello, su denominación atemporal como arquitectura religiosa neorrománica... corresponde a finales del período republicano y albores de la transición como antesala de la arquitectura moderna en Colombia y el suroccidente del país. (Pasuy, 2023:22)

La arquitectura e ingeniería de la construcción en edificaciones religiosas, por efectos de ensayo y error, propone el desafío de grandes luces con materiales simples, como ladrillo en arcilla cocida con argamasa de cal o sistema de mortero compuesto por cal y arena. Entre los criterios de diseño estructural para dar cumplimiento al proyecto son las bóvedas, complementando la condición estructural de transmisión de cargas, de tal manera que la luz horizontal es reemplazada por un arco de medio punto, el cual en su proyección en profundidad se traduce en una bóveda de cañón con arcos fajones y torales, transformando las cargas gravitacionales que actúan hacia abajo en cargas inclinadas.

El Templo presenta dos tipos de proyecciones vectoriales, uno horizontal y uno vertical, así, se suman todos las componentes desde la cota clave hacia los lados del arco de medio punto, como componente de la resultante total de las proyecciones vectoriales horizontales, a nivel de la imposta y generan un empuje horizontal total acumulado creando abertura en los pilares, en sentido opuesto, así, reciben el arco de la bóveda principal a lo largo de todo el muro y lo empuja hacia afuera, este fenómeno sucede en cada uno de los pilares, para evitar la deformación lateral en pilares o muros, complementa el sistema con contrafuertes o muros



Figura 6
Foto interna de la nave y bóveda central. (Foto: William Pasuy Arciniegas)

perpendiculares a elementos estructurales superiores, como un sistema de rigidez interno, ampliando la sección de los elementos estructurales, generando arcos reforzados, denominados fajones los cuales aumentan la rigidez del desplazamiento lateral y consiguen estabilizar la estructura mediante estos arcos incluidos, de tal manera, la zona del crucero se confina mediante la inclusión de arcos torales y se concentra las cargas vectoriales en la inclusión de este sistema de arcos; esta ingeniería de las décadas de los años veinte y treinta del siglo pasado, definen mampuestos organizados a partir de la cota clave de la bóveda cañón hacia los extremos, en varias capas, así, el esfuerzo principal sea el de compresión ya que los mampuestos de ladrillo cocido unidos con argamasa de cal cumplen la función de cambio de dirección de las cargas gravitacionales a través de la bóveda cañón. Los arcos fajones y torales los proyectan en el sentido longitudinal, sin embargo, a nivel del crucero los orientan en sentido perpendicular a la nave central, generando arcos en las dos direcciones, los cuales a su vez reciben el peso gravitacional de las cúpulas sobre esta zona a través de las pechinas, generando un sistema de equilibrio vectorial. La bóveda cañón se construyó con mampuestos de ladrillo cocido unidos con argamasa de cal. Los mampuestos están organizados en varias capas, de tal manera que el esfuerzo principal sea el de compresión. Los arcos fajones y torales ayudan a reforzar la estructura y a distribuir las cargas gravitacionales de manera uniforme, encontrándose en sentido longitudinal de la nave entre el coro y el presbiterio, a su vez, los arcos torales se encuentran en el límite del extremo

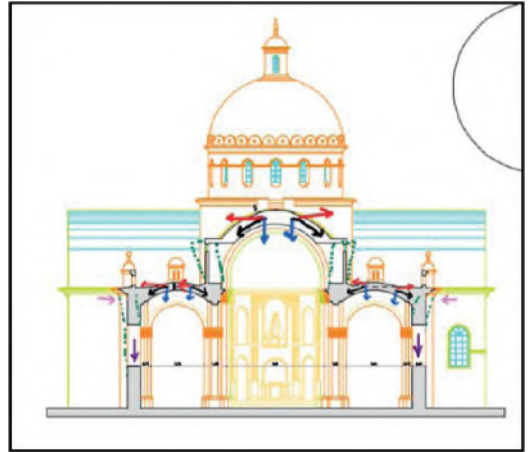


Figura 7
Desarrollo vectorial de cargas. (Fuente planos: Arq. Holman Morales Upegui, Arq. Alejandro Eraso. Fuente análisis vectorial: William Castillo Valencia)

al presbiterio como elementos de rigidez, consolidando el crucero de las naves.

Para la evaluación estructural del Templo, se clasifica la edificación histórica religiosa por cuerpos, con base en las condiciones dinámicas, teniendo en cuenta la geometría, el cuerpo principal por rigidez, la respuesta inercial con base en la masa, y así, determinar el análisis del comportamiento modal, a su vez, el periodo de vibración fundamental de la estructura, a partir de la frecuencia, relacionado con los coeficientes de amortiguamiento.

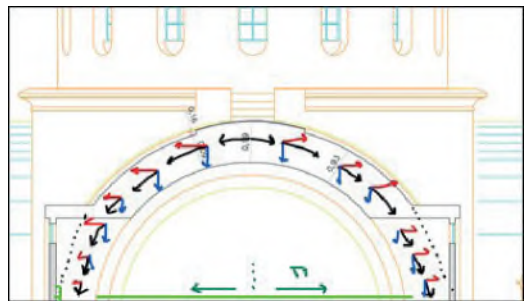


Figura 8
Desarrollo vectorial de cargas. (Fuente planos: Arq. Holman Morales Upegui. Fuente análisis vectorial: William Castillo Valencia)

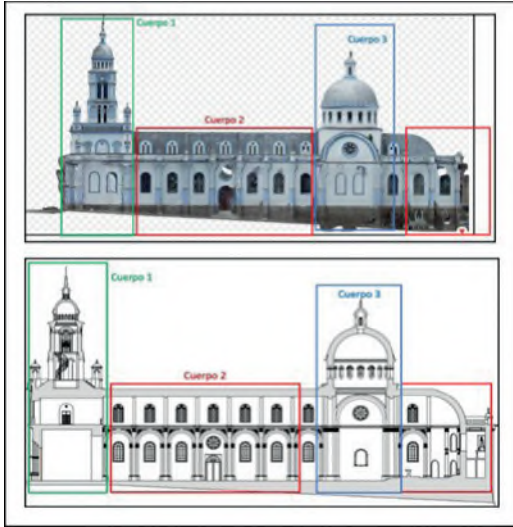


Figura 9
Vista lateral del Templo. (Foto: Gabriel Bastidas. Fuente plano: Arq. Holman Morales Upegui)

Para ello se identifican tres cuerpos relacionados por la geometría, la masa y la rigidez. El sistema estructural del segundo cuerpo está conformado por seis arcos fajones y dos torales en los extremos de la nave central, los cuales configuran el sistema principal de carga que a su vez reciben la transmisión de cargas a través de la bóveda cañón; cada arco fajón y toral a nivel de la imposta se conecta con pilares o columnas lobuladas, los cuales transmiten las cargas al suelo mediante una basa ampliada para redistribuir los esfuerzos. El sistema estructural del crucero



Figura 10
Sistema estructural del templo. (Foto: William Pasuy Arciniegas)



Figura 11
Contrafuertes muros naves laterales. (Foto: William Pasuy Arciniegas)

de la cúpula central, aludiendo al tercer cuerpo del Templo trabaja mediante la interacción gravitacional de cargas, que transmite la linterna sobre la semiesfera central, la cual a su vez se apoya en el tambor y así se conecta a través de las pechinas y columnas lobuladas para distribuir las cargas al suelo a través de basas.

El templo cuenta con unas culatas externas de los muros en la parte exterior de las naves laterales, con un sistema estructural de estribos o contrafuertes, como un mecanismo de soporte o ampliación del muro para resolver los empujes laterales que ejerce la acción vectorial de los arcos.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN: ENTRE LO PATRIMONIAL Y LO CONTEMPORÁNEO

Con base en la interventoría general de Jhon Jairo Campo Insuasty, en arquitectura patrimonial deben adelantarse procesos de conservación a través de diferentes acciones en términos no solo de cumplimiento normativo sino de pertinentes intervenciones, en este caso, con el Santuario de la Virgen de la Visitación de Ancyua en su condición de Bien de Interés Cultural Departamental. Para ello, el tipo de obra para aplicar sobre las bóvedas de cañón corrida en la conservación de su sistema estructural original y el refuerzo o consolidación estructural, en atención a las normas patrimoniales y normas de sismo-resistencia, en una interacción ente lo patrimonial (técnicas antiguas) y lo contemporáneo (nuevas técnicas).

MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS EN MODELOS CONJUGADOS PARA LA EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS HISTÓRICAS

Es un método numérico que resuelve ecuaciones diferenciales, relacionando los modelos de cuerpo con geometría sometido a acciones físicas, a partir de una división de dominio en elementos finitos que genera una malla de aberturas cada vez más pequeñas para aproximarse a la realidad. La ingeniería computacional ha desarrollado diferentes software para la solución de este tipo de modelos numéricos que permiten la simulación e interacción de variables como la eficiencia en procesos experimentales que involucren la estática y la dinámica tanto en mallas como sólidos, considerándose como una herramienta valiosa que se aproxima a la respuesta real del sistema estructural en mampostería para evaluar el comportamiento de la estructura más allá del rango elástico y complementar un análisis no lineal, con cargas incrementadas hasta alcanzar un desplazamiento requerido, con base en una relación media de daño. El análisis de una estructura en mampostería se puede realizar en el rango lineal y no lineal, es decir, que el sistema estructural puede trabajar en el rango elástico e inelástico; esto significa que se puede llevar a cabo el análisis no lineal cuando no cumple con la ley de Hooke, ya que las cargas causan relajación de la rigidez y al suspenderlas no se recupera al estado inicial de equilibrio.

A la luz de la tecnología aplicada, el análisis no lineal a los muros en mampostería implica definir como fallará la estructura, por esta razón, se realizó el análisis de la capacidad de los muros en mampostería hasta llegar al colapso, entendiendo los tres ca-

sos de mecánica de la fractura (aparición de la fisura, la fisura alcanza la mitad del muro, la fisura afecta las tres cuartas partes y el colapso final).

PATOLOGÍA INTEGRAL DEL TEMPLO

El templo se encuentra afectado por rezagos de tipo sísmico, patologías de relajamiento de esfuerzos (Creep), consecuencias de efectos dinámicos y posibles asentamientos diferenciales durante la vida útil, así mismo, presenta múltiples fisuras la cual ha sido valorada por el Consorcio OM Templo Ancuya 2023, quienes realizaron las fichas de identificación y clasificación de lesiones, bajo la dirección del Ing. Esp. Oscar Melo Rodríguez, apoyado por Gabriel Bastidas, Karen Sofia Muñoz Agreda, Catalina Melo Castillo y los auxiliares Sara Isabela Melo Castillo, Yelifer Guadalupe Realpe Bolaños, Diana Sofia Acosta Benavides y Brayan Alexis Cadena Cepeda, de igual manera, coordinó el levantamiento topográfico de la patología por parte del Jorge Villota Jurado. Las fisuras se presentan en todas las direcciones, de las cuales merecen atención, aquellas paralelas a la longitud principal de la bóveda de cada nave o perpendiculares a la sección del arco principal, para ello se emplea la referencia de las zonas afectadas. Para ilustrar la patología principal, se concentra la evaluación en la bóveda de cañón longitudinal, en la bóveda de cañón transversal y en la bóveda de cañón longitudinal.

Con base en los datos topográficos, se realiza un análisis de la geometría, contrastando, las patologías, con la deflexión del modelo matemático estructural por el método de elementos finitos, para ello se realizó una valoración por cada arco fajón y total para ver cuál será el *creep* teórico o relajación de la bóveda por fatiga de los materiales y así obtener el comportamiento teórico durante la vida útil de la estructura.

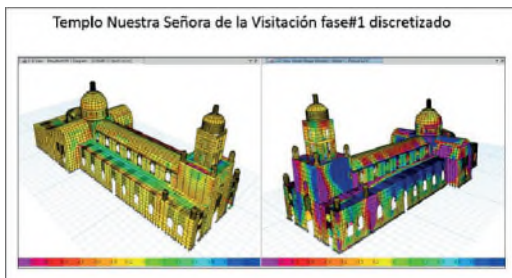


Figura 12
Modelo de la estructura en elementos finitos (FEA). (Fuente: William Castillo Valencia)

INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE LA CIMENTACIÓN

Evaluar la interacción suelo-estructura (ISE), orientó el análisis en los esfuerzos internos de la estructura sometida a cargas gravitacionales como sísmicas, de tal manera que interactúan la super estructura en mampostería y las condiciones geotécnicas con base en el coeficiente de rigidez del suelo, como “medida cualitativa de la resistencia a las deformaciones elás-

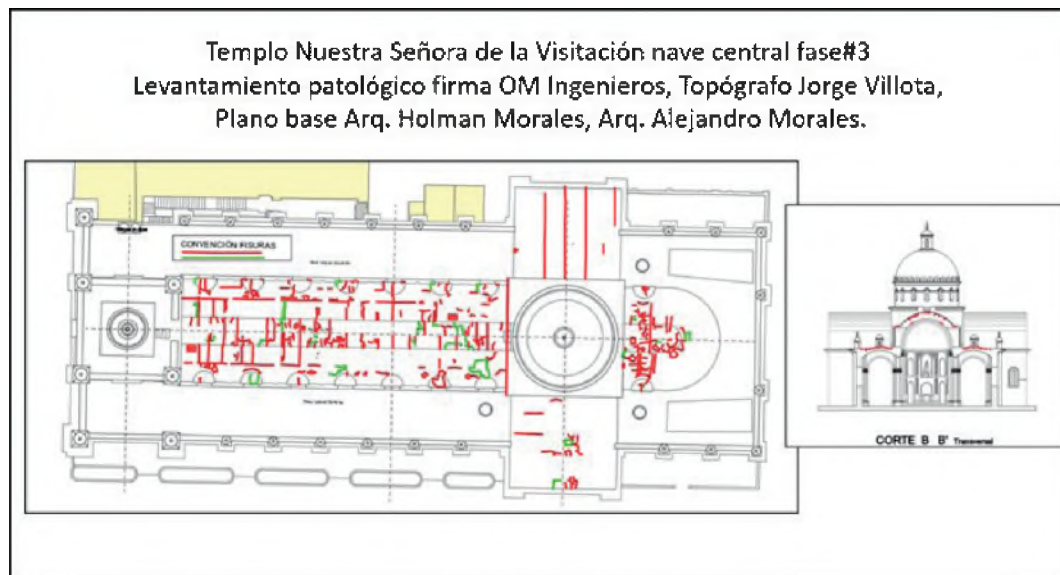


Figura 13
 Levantamiento patológico. Plano base: Arq. Holman Morales. Registro patologías: Consorcio OM Templo Ancuya 2023)

ticas producidas por un material” o coeficiente de balasto; para ello, se realizó el análisis estructural, el resultado del análisis conlleva los esfuerzos internos de las estructuras sísmicamente expuestas en combinación con el suelo, así, los esfuerzos internos son menores que si se consideran con la base empotrada.

EVALUACIÓN DE LA CIMENTACIÓN

La cimentación bajo los muros en mampostería se caracteriza por estar construida por canto rodado o piedra de río que oscila con un tamaño entre 25 a 85 cm, con cuñas de roca partida ligada con calicanto, mezcla de cal y arena, cimentada con un ancho equivalente al espesor del muro (oscila entre 68 cm, 70 a 147 cm). Para la evaluación dinámica de la interacción de suelo y estructura, el coeficiente de balasto horizontal y vertical, o módulo de reacción del suelo, permite asociar las condiciones de rigidez del terreno ya que permite valoración del asentamiento, así como la distribución de esfuerzos en los elementos de cimentación. Con base en el estudio de suelos realizado por Ing. Andrés Hillón, se obtuvo las condiciones físico mecánica del suelo para la cimentación

corrida relación $L/B > 10$, el coeficiente de balasto vertical de 1750 t/m^3 y el vertical de 840 kg/m^3 .

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSOLIDACIÓN O REFUERZO ESTRUCTURAL

Para la consolidación de la estructura histórica, en función de la estabilidad sísmica y salvo guardar el templo de identidad patrimonial, se relaciona una matriz de variables; tales como, las amenazas sísmicas, las condiciones de construcción empírica, la acción gravitacional, la fatiga de los materiales, las patologías existentes en forma de fisuras, las componentes vectoriales por unidad de longitud, las cuales se acumulan a partir de la clave del cañón, siendo mayor la componente horizontal en la medida que se aproxima a las columnas lobuladas laterales de apoyo. Por esta razón, se debe consolidar la estructura, mediante la acción de conectores por cortante o clavos, con el empleo de epóxico ligante de refuerzo a mampostería, en la bóveda de cañón longitudinal y transversal, para mitigar las fisuras perpendiculares a la sección del arco principal, lo que indica una deflexión en el sentido importante de es-

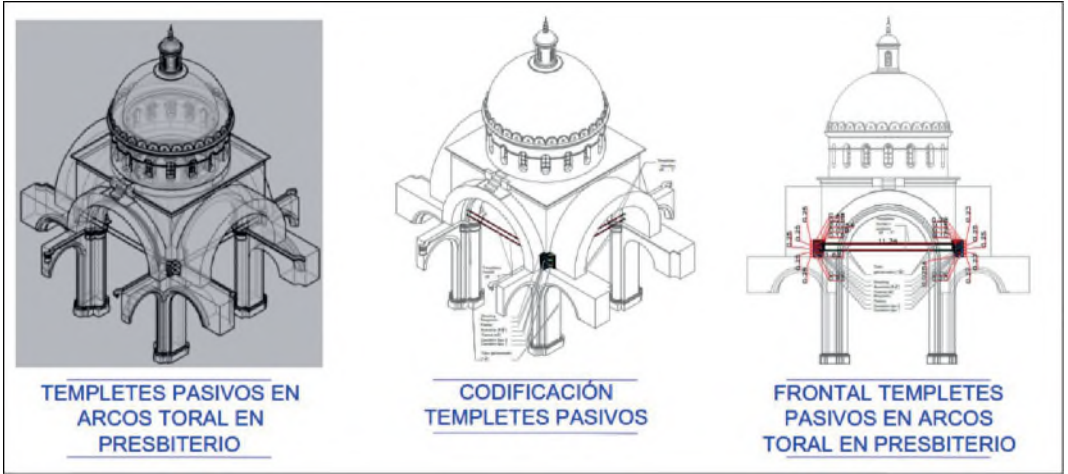


Figura 14 Consolidación de la nave central mediante tensores pasivos reversibles. (Dibujo Arq. Antony Cornejo. Consultor William Castillo Valencia).

fuerzos, la cual debe ser neutralizada mediante tensores pasivos reversibles (se pueden retirar en cualquier momento), para mitigar el riesgo por efecto sísmico durante un evento dinámico, por componente vertical que causaría el desplome de las bóvedas. En las cúpulas del presbiterio y la zona del coro, los esfuerzos de tensión tangentes a la curvatura exceden los límites permisibles de mampuestos en arcilla cocida, por tal razón para controlar las condiciones de sobre esfuerzos, se requiere de Platinas de fibra de carbono

(S1012 S512) a manera de refuerzo estructural, para controlar las deformaciones.

CONCLUSIONES

El estudio histórico, arquitectónico y estructural a profundidad de una edificación religiosa, garantiza una óptima intervención con pertinencia patrimonial a la luz de técnicas contemporáneas, interacción que

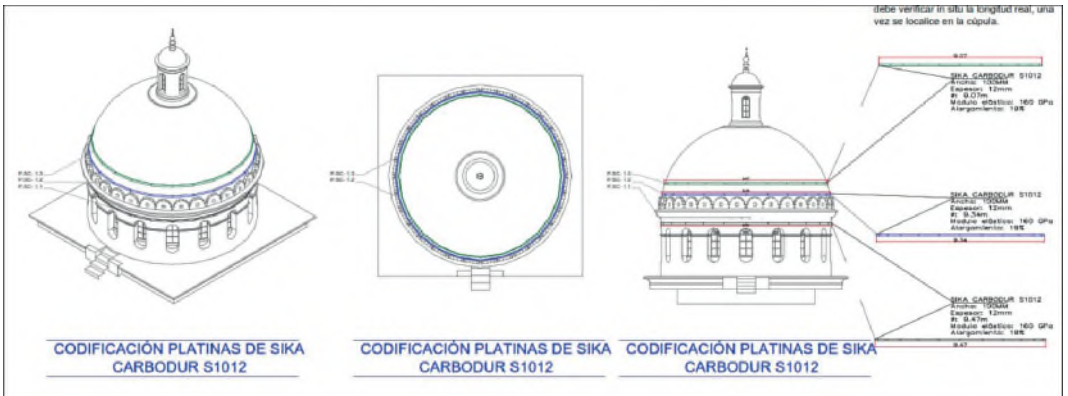


Figura 15 Consolidación de las cúpulas mediante fibras de carbono. (Dibujo Arq. Antony Cornejo. Consultor William Castillo Valencia).

en la actualidad pone en valor los sistemas constructivos del pasado y las técnicas actuales del presente, como son los casos de estudio referenciados en la presente producción intelectual; el caso del Santuario de la Virgen de la Visitación de Ancuya fue exitoso gracias al estudio profundo de sus condiciones espaciales para una óptima propuesta integral de consolidación de su bóveda, lista para adelantar trámites de autorización y ejecución de obra.

Sobre las características físico mecánicas de la mampostería de su sistema estructural, se verifica que la capacidad del material para soportar cambios de longitud, cuando está bajo tensión o compresión longitudinal equivalente al módulo de elasticidad, la mampostería presenta una resistencia de 5.5 MPa., y un módulo de elasticidad 4.125 Mpa., cumpliendo adecuadamente la NSR-10, donde el módulo de elasticidad es menor que el límite establecido (20.000 Mpa).

En las bóvedas de cañón longitudinal y transversal, se presentan fisuras perpendiculares a la sección del arco principal, lo que indica una deflexión en el sentido importante de esfuerzos, la cual debe ser neutralizada mediante tensores pasivos reversibles de tal manera que se pueden retirar en cualquier momento.

Dadas las condiciones de construcción empírica, la acción gravitacional y la fatiga de los materiales, ha hecho que se presenten patologías en forma de fisuras; para ello, se analizó los componentes vectoriales por unidad de longitud, las cuales se acumulan a partir de la clave del cañón, siendo mayor el componente horizontal en la medida que se aproxima a los muros laterales de apoyo. Por esta razón, se debe consolidar la estructura mediante la acción de conectores por cortante o clavos, con el empleo de epóxico ligante de refuerzo a mampostería.

Se debe consolidar las columnas lobuladas (16 varillas #6, en grupo por líneas cada 1m), las cuales reciben la transmisión de cargas a través de la bóveda cañón por cada arco fajón y toral a nivel de la imposta; por lo tanto, no se debe alterar la identidad patrimonial de la estructura de las columnas lobuladas.

Dadas las condiciones de sobre esfuerzos en las cúpulas del presbiterio y la zona del coro, se requiere de Platinas de fibra de carbono (S1012 S512) para refuerzo estructural, ya que los esfuerzos de tensión tangentes a la curvatura exceden los límites permisibles de mampuestos en arcilla cocida.

AGRADECIMIENTOS

Gobernación de Nariño, Jhon Rojas; Gobernador de Nariño, Alcaldía de Ancuya; Rocío Esmeralda Díaz Delgado; Alcalde de Ancuya, Arq. Alejandro Erazo, miembro del Consejo Departamental de Patrimonio de Nariño, Ing. Esp. Oscar Oswaldo Melo Rodríguez, CONSORCIO OM TEMPLO ANCUYA 2023, Ing. Jhon Jairo Campo Insuasty; Interventor.

LISTA DE REFERENCIAS

- Castillo, William. 2023. *Formulación del proyecto de refuerzo estructural del Santuario de la Virgen de la Visitación de Ancuya*. Inédito. Consorcio OM Templo Ancuya 2023. Pasto.
- Pasuy, William. 2023. *Caracterización arquitectónica y valoración patrimonial del Santuario de la Virgen de la Visitación de Ancuya*. Inédito. Consorcio OM Templo Ancuya 2023. Pasto.

La participación de los ingenieros militares en obras civiles para el control económico. El caso de Félix Prósperi como consultor en la reconstrucción de un muelle en San Juan de Ulúa

Mónica Cejudo Collera

El estudio de los ingenieros militares ha sido motivo de análisis para la interpretación de elementos arquitectónicos y creación de la infraestructura novohispana. Durante el siglo XVIII, con el auspicio de Jorge Próspero de Verboom se creó el Cuerpo de Ingenieros, por lo que se institucionalizó su práctica científica. A los ingenieros no sólo se les instruyó para la defensa del territorio, sino para ser técnicos calificados en obras públicas y eclesiásticas, con una visión humanista proveniente de la Ilustración (Capel et al. 1988). La historiografía ha sido amplia en las últimas décadas, pues los estudios se han enfocado en diversas aristas como la institucionalización, la intervención pública, los levantamientos territoriales, sus biografías, y la geopolítica, por mencionar algunos ejemplos (Calderón 1949a; Capel 2001a; Luengo 2013; Carrillo 2016; Moncada 2018b).

Respecto a la obra pública virreinal, es sabido que su construcción se produjo debido a diversas circunstancias y requerimientos, y que se potencializó en América gracias a la llegada de los ingenieros militares. Se realizaron proyectos de infraestructura para diferentes necesidades y se trataron de abarcar varios aspectos cotidianos de la vida novohispana. La ubicación de los edificios en la planeación urbana, los requerimientos del sistema hidráulico, el control del comercio, la administración pública y la contención de desastres naturales, eran temas que requerían de la intervención de los ingenieros militares, quienes estuvieron presentes para resolver las obras para la vida cotidiana y para mejora de las condiciones de la

población. Esta investigación parte de la consideración de que se requiere un análisis sucinto de la realidad portuaria de la época. En general, las edificaciones construidas en el mar resultan complejas por las particularidades de la cimentación y la presión hidrostática. Una parte importante del funcionamiento de las colonias españolas se realizaba a partir de las actividades realizadas en los muelles, estructuras fundamentales en la construcción en los litorales (Novoa 2005; Gámez 2018).

La ingeniería militar novohispana modificó sustancialmente la infraestructura portuaria, pues además de la construcción de vías de comunicación se financiaron bastimentos de agua, así como edificaciones educativas, religiosas y fiscales. A partir de las ideas de desarrollo del reformismo ilustrado borbónico de herencia inglesa, hubo cambios que afectaron la inversión y estabilidad política, y que propiciaron la centralidad a partir de los ingresos fiscales. El ataque a la corrupción y una nueva estructura bélica promovieron el arribo de una mayor cantidad de ingenieros militares en las últimas décadas virreinales. La formación ilustrada de este cuerpo técnico les permitió atender las cuestiones sociales como la falta de recursos y para generar conocimiento científico. Los fines constructivos determinaron un análisis de los terrenos más amplio, incluso se efectuaron censos de vivienda, se recopiló información edáfica, geomorfológica y meteorológica, por citar algunos ejemplos (Moncada 1993a; Castro 1996; Ruiz 2016).

Para la Nueva España, el puerto de Veracruz era considerado un eje clave por las actividades comerciales entre estos territorios y España ya que era el principal puerto de exportación de plata y mercancías hacia Sevilla y Cádiz durante todo el periodo virreinal. Se tienen noticias de la solicitud al Rey para la construcción de un muelle desde 1552, para naos y como desembarcadero. Sin embargo, el ingeniero militar, Bautista Antonelli, fue el encargado de realizar el proyecto hacia 1590 el cual ya contaba con depósitos y el muro de argollas.

El protagonismo de este centro portuario estuvo marcado por el comercio y la cotidianeidad. El puerto se alimentaba de la multietnicidad debida a los intercambios culturales del arribo y salida de personas y mercancías en las flotas sevillanas que utilizaban este puerto. Ingenieros militares como Diego García Panes identificaron la relevancia transoceánica, y la necesidad de tener construcciones, caminos y control de la zona. Para mediados del siglo XVIII, el puerto de Veracruz tuvo un aumento demográfico como una de las ciudades de la Nueva España con mayor crecimiento poblacional (Chiva 2019).

En cuanto a la distribución de las construcciones, el panorama urbanístico de Veracruz ya contenía la traza en damero, derivada de las ordenanzas de Felipe II en la que se ubicaron los edificios administrativos, religiosos y fiscales y se rodeaba a la ciudad de un cinturón pétreo. Paralelamente, en San Juan de Ulúa, como infraestructura para la defensa se reparaba y aumentaba la fortaleza y, por supuesto, el muelle que servía como desembarco de una de las aduanas principales a nivel internacional (Blázquez 1992). En un primer momento los ingenieros militares también se dedicaron a la rehabilitación de los caminos, en especial el de México a Veracruz.

Entre los ingenieros militares enviados por la Corona a Nueva España, arribó Félix Prósperi, reconocido por su tratado y obras de fortificación. Sus labores no sólo tenían la función constructiva, sino de mantenimiento y atención a desastres naturales (Moncada 1993a; Hernández y Ávila 2014). El ingeniero militar de origen italiano realizó aportaciones importantes en diversos aspectos de las tareas encomendadas al cuerpo técnico. Este trabajo refiere su actividad para la conservación y remodelación de un muelle en San Juan de Ulúa. Esta aproximación pretende mostrar la importancia de la incursión de los ingenieros militares en la planeación de obras civiles,

y la aplicación de los conocimientos adquiridos en las academias europeas. Es importante mencionar las tareas de reconocimiento territorial, de uso de materiales y técnicas constructivas locales y de la capacidad técnica de los ingenieros militares para adaptarse a las condiciones de los diferentes sitios. A pesar de que las obras civiles y de infraestructura, así como el equipamiento portuario eran fundamentales para el desarrollo comercial y de la vida cotidiana novohispana, estos especialistas tuvieron que resolver los requerimientos arquitectónicos y adecuarse a la lentitud de los tiempos de información y aprobación de los proyectos.

Félix Prósperi nació en Ferrara, Italia en 1689. En 1714 perteneció como militar a la República de Venecia y en 1728 ingresó al Cuerpo de Ingenieros. Dos años después aceptó ir a América y fue enviado gracias a sus labores en Andalucía y a sus buenos números en los exigentes regimientos (Hernández 2017). Posteriormente, en 1731 desembarcó, como teniente coronel en República Dominicana en donde realizó el plano de la plaza de Santo Domingo y proyectó el fuerte en la playa Xayna de la isla. En 1735 presentó un informe del estado de la plaza de Santo Domingo por las constantes guerras y tras el asedio inglés a las costas del Golfo de México, cuando la monarquía española se encontraba en declive, con enemistad de varios países y pocos recursos que detonaron reformas al respecto para inversión en defensa, Prósperi fue tomado en cuenta para la defensa portuaria en Veracruz. Primeramente, los cambios mayores estuvieron referidos en el plano urbanístico de San Juan de Ulúa (Calderón 1953b; Galindo 2000; Donoso 2008).

Durante este lapso en su estancia en América, Prósperi desarrolló el tratado, *La Gran Defensa*, considerado como el único tratado publicado en este continente. Tal como se inscribe, contenía *Un nuevo método de fortificación dividido en tres órdenes: a hacer Doble, Reforzado y Sencillo*. Para la época, significó un trabajo de consulta básica, pues como señala el autor, unificó los criterios geométricos y matemáticos que no eran congruentes. Buscó resolver las problemáticas estructurales expresadas en los revellines, las baterías, los baluartes, y propuso esconder los cañones, así como definió nuevas alturas para las cortinas, murallas y soluciones distintas a los terraplenados, las puertas, las torres, y los resguardos y lo que confería al sistema marítimo. En este tratado

se ve expresada la calidad y experiencia que adquirió pues se denotan las mejoras en la forma de cuadrar los ángulos y el manejo de las formas triangular y pentagonal (Prósperi 1744).

En la búsqueda de este orden geométrico la propuesta tiene dos líneas, la primera, la desaparición o el ocultamiento de la defensa con los cañones ocultos y los flancos descubiertos a manera de construcción sencilla y la segunda, los baluartes no defienden sus caras, sino que están orientados para defender las de los revellines. Esto se efectuó para reducir los materiales de construcción y con ello, los costos. Además, como se indica en su tratado, en el Libro II, que corresponde al orden reforzado, se hace hincapié en la edificación a partir del uso de los triángulos en los revellines —poco utilizados hasta el momento—. Estos últimos se conforman de manera independiente y

no vistos como un elemento completo en cuadro, pentágono y figuras de ocho lados. El triángulo toma relevancia porque es sencillo, y ya no requiere de obras exteriores, únicamente es la estructura de los revellines. De hecho, Prósperi señala en su título que la figura triangular, hasta el momento, fue rechazada por buena parte de sus colegas, no obstante, él la considera práctica y que en algunos sitios, su conformación puede ser ventajosa (Galindo 1996).

La Gran Defensa fue un hito para el conocimiento constructivo de la época, con la llegada del neoclásico las construcciones disminuyeron costos y hubo supresión de elementos heredados del barroco. La política sustentó una nueva formación de milicias para el orden territorial. Las respuestas poliorcéticas por parte de los ingenieros se dieron en buena medida a los avances científicos en el delineado de plan-

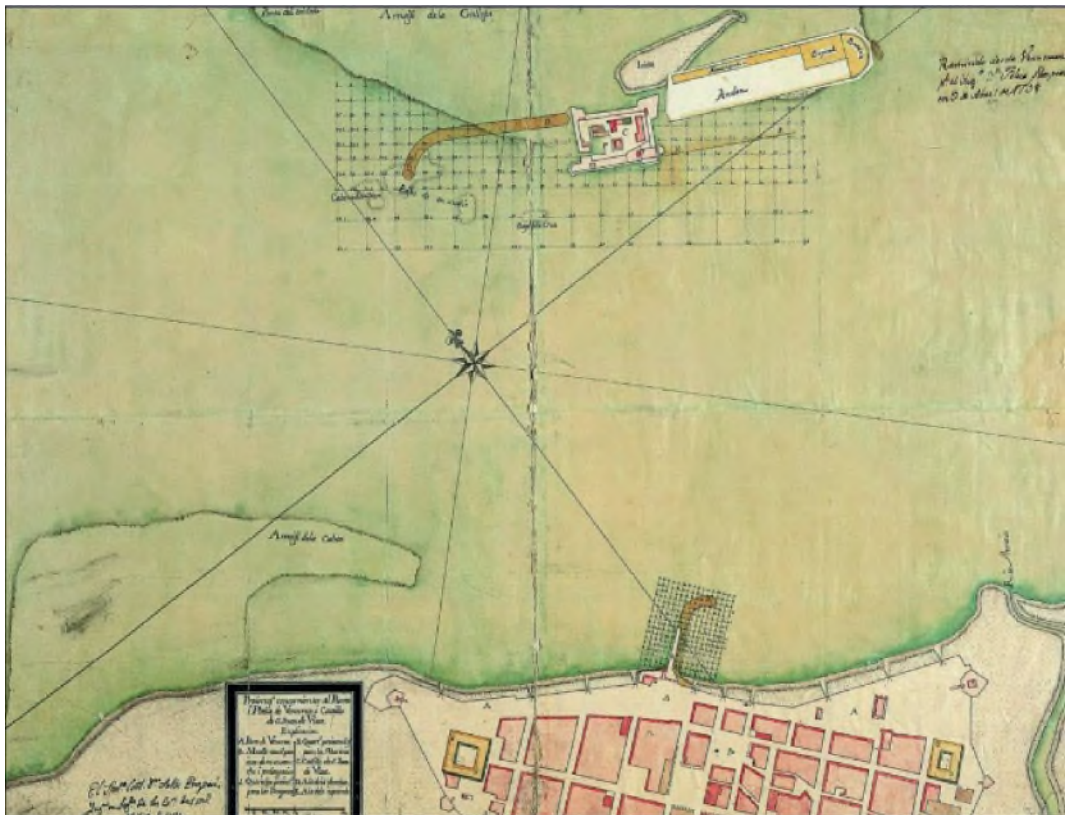


Figura 1
Proyectos concernientes al Puerto de la Plaza de Veracruz, 1737. (Fuente: Europeana)

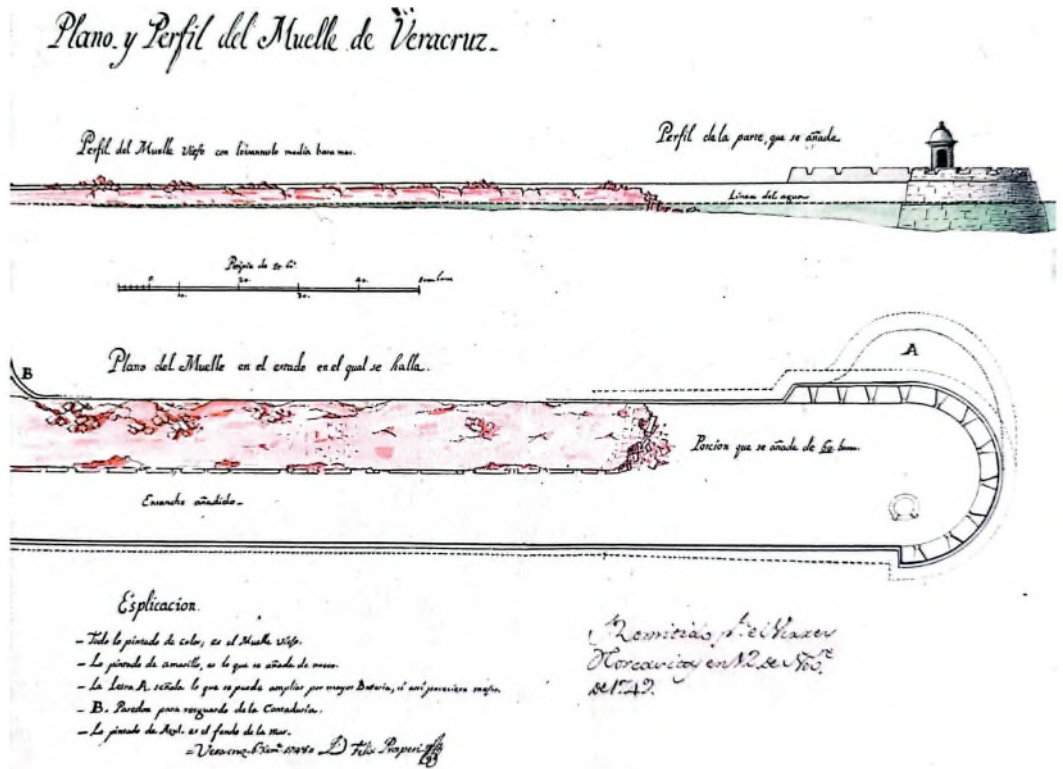


Figura 2
Plano y perfil del muelle de Veracruz, Félix Prósperi, 1748, Servicio geográfico del ejército

tas, perfiles topográficos y la dirección de las obras con menos recursos y de procedencia local. (Capel 2016). Un ejemplo de estas transformaciones de Prósperi, lo explica Galindo (1998:221), quien señala como propone una muralla más baja y con inclinación en el terraplén con la finalidad de soportar menos peso y tener la misma altura que las convencionales. Esta propuesta hace que los cañones sean el arma por excelencia, al desplazar a los fusiles. Además de la baja altura de las murallas, destaca las pocas obras exteriores al recinto. El muro sirve de contención al terraplén y disminuye el empuje del terreno (Galindo 2000c).

Para el caso específico de los muelles, las obras civiles estaban destinadas para carenar¹ las flotas, por ende, se empezaron a utilizar los muelles de carena. El muelle contenía el peso del navío, pues tenía que inclinarse; está construcción en las orillas tenía una pen-

diente con esta finalidad, es decir, el barco se podía acostar bajo cierto ángulo al costado del muelle. Servía, además para contener la fuerza hidráulica de la marea, y funcionaba como estructura para realizar maniobras de embarcaciones. Cabe mencionar, que los muelles solamente fueron edificados en las ciudades portuarias más importantes, por lo que durante la época virreinal pocos fueron los muelles novohispanos que facilitaron las labores de desembarque, embarque y contaduría. Generalmente se construían con maderas seleccionadas cuidadosamente (González 1992).

El mapa de la figura 1 corresponde al levantamiento de Félix Prósperi, denominado proyectos concernientes al Puerto de la Plaza de Veracruz en San Juan de Ulúa, escala 1:30000. Se identifica la delimitación del Castillo en el arrecife denominado de La Gallega. De manera particular se observa el proyecto de Prósperi para el ensanche del muelle,

pues lo marcado en color rojo significaba lo construido y en amarillo los que se pensaba edificar. La construcción de este muelle no se efectuó, y posteriormente el ingeniero militar Carlos Luján, dos décadas después, lo realizó con base al proyecto de Prósperi ya que no modificó los criterios iniciales planteados (SEDENA 2009).

En el contexto del mapa el muelle se encuentra frente a la fortificación; con cuadrantes en las esquinas para protección. Cabe mencionar que en este puerto se establecía una de las *ferias* más trascendentes del país, pues es dónde, en cada temporada, se comercializaban productos que provenían de la península Ibérica, así como la exportación de mercaderías novohispanas y orientales. Por lo que el muelle era una obra relevante para la vida naval del puerto. Para años posteriores, entre 1742 y 1743,

Prósperi se encargó de realizar plataformas de mampostería del muelle, por lo que fue especialista en el manejo marítimo de estos elementos estructurales. En la figura 2, se presenta el proyecto del muelle, en el cual se indica como la mampostería debe levantarse media vara más. El ensanche que se proyectó fue al doble del que estaba, y en la parte frontal, en forma semicircular, colocó una batería; así mismo pegado a la tierra, un muro grueso de contención para la protección para la contaduría.

Prósperi también estuvo a cargo de la construcción de baterías exteriores, las primeras en su tipo en la Nueva España. Estos elementos formaban parte de un sistema de defensa secundario con foso, tenazas, puentes y vías de comunicación. Su labor continuó por una década más, y en 1751 gestionó su regreso a España, desembarcando en Cádiz en 1753 (Muñoz 2004).



Figura 3
Plano de la Plaza de Veracruz, su Castillo de San Juan de Ulúa y Puerto. Año de 1755. Don Carlos Luján y Agustín López de la Cámara Alta. (Biblioteca Digital Mexicana A. C.)

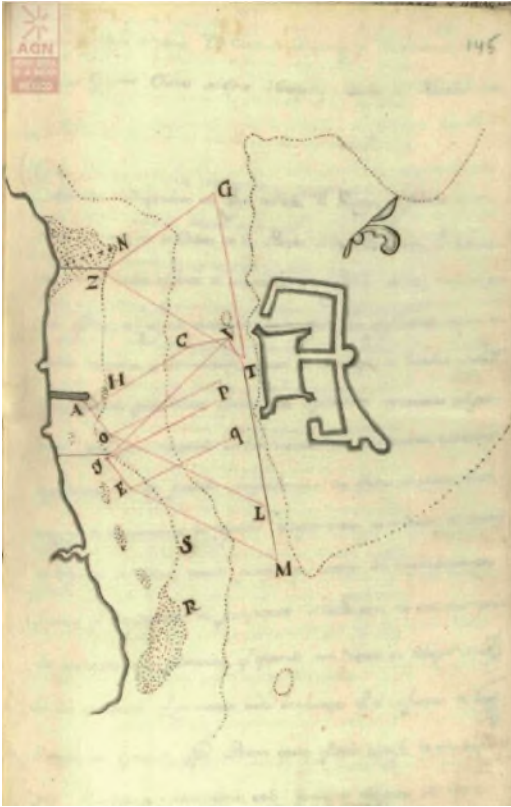


Figura 4
Baluarte de Santiago. Carlos Luján, 1755. Fondo Mapas, Planos e Ilustraciones (MAPILU), Ramo Obras Públicas, Volumen 38, Expediente 3, Foja 145

En la segunda mitad del siglo XVIII, el puerto de Veracruz se potencializó como destino portuario, por lo que aumentó considerablemente el número de ingenieros militares que arribaron a la ciudad para continuar con los planes de defensa. Entre estos se encuentran Pedro Ponce Camacho, quien se convertiría en gobernador de Veracruz, y sirvió como asistente de Carlos Luján. Este último fue quien sustituyó a Prósperi como Ingeniero jefe de Veracruz. Así mismo, el proyecto de fortificación y construcción del muelle tomó tal relevancia que también participó Agustín López de la Cámara Alta. El presente trabajo abarca el periodo entre 1754 y 1757 cuando comienzan las obras del muelle asignadas a estos ingenieros (Ruiz 2016; Nieto 2022).

El 25 de noviembre de 1754 por medio de los Oficiales Reales de Veracruz es que se indica la necesidad y cómo se puede efectuar el proyecto, tal como lo describe el «Cuaderno de cartas y respuestas sobre la fábrica del Muelle de Veracruz, escrito del gobierno de Revillagigedo»:

Ingeniero en Jefe Don Carlos Luxan, ya formado con presencia de el que hizo su antecesor Sr. Félix Prósperi, y tiene el Rey aprobado, por no haber en el de Luxan otra diferencia que la de prolongarle ocho varas, con la provechosa idea, de que surta la dicha longitud de resguardo por los bajos que salen a una y otra banda de la cabeza del Muelle... Cuanta emprender la obra a la dirección del Ingeniero en Jefe Don Carlos Luxan, y aunque haya asentista, la tendrá expedita, para que se ejecute la obra según el plano y a su satisfacción y que también le sean los materiales con que se hiciere, como inteligente en trabajar y ser cosa propia de su empleo e inspección. Por la mayor longitud que este Oficial militar da al Muelle, o porque su antecesor hizo la cuenta de los cantos o sillares que necesitaba el proyecto del suyo.²

Otro indicio que nos permite rastrear la construcción del muelle y su importancia mediática es el plano de la figura 3, el cual se denomina, Plano de la Plaza de Veracruz, su Castillo de San Juan de Ulúa y Puerto en 1755. Cabe mencionar, que el proyecto del muelle es parte de un sistema de seguridad naval y del comercio. Con ello, las mercaderías podían estar ancladas y ser resguardadas. Con el muelle, el mapa ilustra únicamente los planes de fortificación, tales como ramales, una batería con doce cañones, almacenes de madera y un canal de entrada al puerto. A la fecha de este mapa, el muelle aún no se construía.

Las obras del muelle continuaron en este lapso; según indican los informes. El costo fue de ochenta mil pesos, siempre bajo la dirección de Luján y Ponce, con un sueldo que llegó a alcanzar los cincuenta pesos, sin embargo, era una percepción menor en comparación a un Maestro Mayor o un cantero. Para la construcción del muelle una de las estructuras más complejas es la cimentación, pero, en dos meses ya se habían establecido nueve varas cúbicas de mampostería con un recorrido de siete varas de longitud (Calderón 1953b).

Es notoria la preeminencia que tuvo la construcción del muelle; por ende, es preciso comentar algunas disposiciones que tuvo Carlos Luján sobre los materiales, no sólo para el muelle sino para las cons-

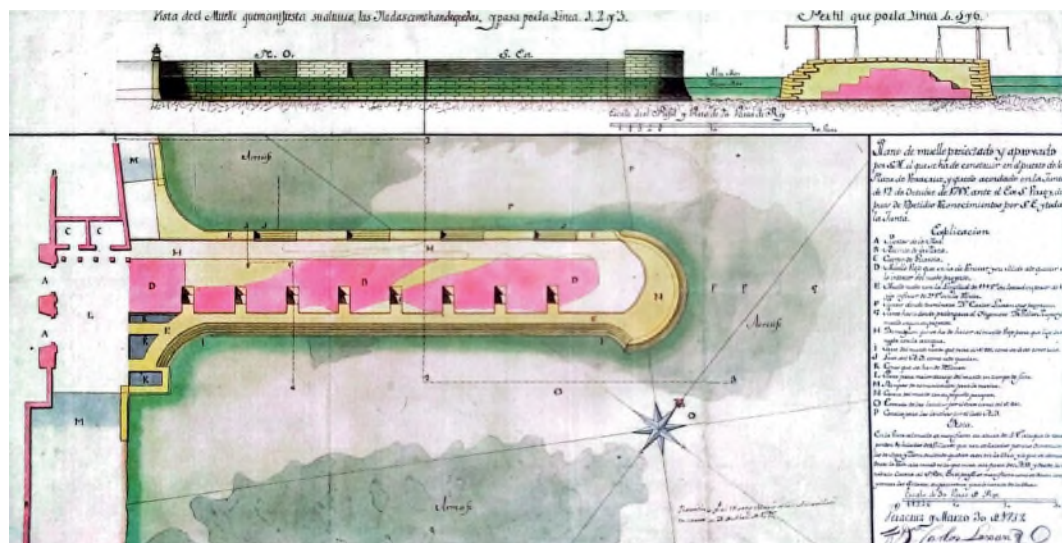


Figura 5
Plano del muelle proyectado y aprobado por SM. Carlos Luján, 1757, Servicio Geográfico del Ejército

trucciones de seguridad, entre ellas destacan: La cal debe ser de primera calidad, horneada con arena y con suficiente agua; los ladrillos deben de estar bien cocidos, en caso de que no cumpla con ello serán rechazados; la madera deberá estar bien seca y cortada a tiempo para que el trabajo esté a la perfección, y otras maderas servirán para puertas o ventanas. Por razones de mantenimiento, las maderas deberán pintarse con aceite de linaza a fin de evitar que la humedad las agravie, también se deberán guardar en almacenes para no sufrir los efectos de la intemperie.³

La figura 4 corresponde al plano elaborado por Carlos Luján, en el cual se reconoce que añadió varas de longitud, y se basó en el plano remitido por Félix Prósperi en 1734; incluso con las mismas intenciones de resguardo de las embarcaciones y que cada una tuviera una separación considerable. De igual forma, Luján asegura que las claves constructivas de Prósperi serán respetadas. La proyección temporal para la elaboración de la obra fue de seis a siete meses. La selección de canteras también fue idea de Prósperi pues conocía varias del territorio novohispano.⁴

Posteriormente, en 1757, y resultado de trabajos anteriores, Carlos Lujan desarrolló el plano del muelle proyectado (figura 4). En él destaca diferentes puertas hacia el mar, se observa cómo queda in-

crustado el muelle viejo (de hecho, señala que no se retira, ya que el material es útil para el nuevo) y la ampliación considerable que recibe. Posterior a estas mejoras, Agustín López de la Cámara Alta y Pedro Ponce (1757) realizaron obras complementando lo realizado por Prósperi y Luján para el mantenimiento del puerto de Veracruz. De la Cámara Alta participó también en la realización de dictámenes, su evaluación fue fundamental para que los proyectos fueran sólidos y se encontraran en constante mantenimiento.

Cabe citar dos aspectos relevantes de las intervenciones de López de la Cámara Alta el primero, en 1762 presentó el proyecto para la colocación de una rampa en el muelle, y el segundo, presenta un plano (figura 6) en donde ya aparece como terminado. Hace la aclaración que realizó una rectificación, y el muelle se circunscribe como entrada y puerta a la plaza de Veracruz (Osante 2006).

CONCLUSIONES

La influencia de los ingenieros militares en el pensamiento constructivo de la época, el aprovechamiento de los avances tecnológicos del siglo XVIII, el conocimiento adquirido en las academias y el contraste con



Figura 6

Plano de la Plaza de Veracruz, su castillo de S[an] Juan de Ulúa con la descripción del canal, viriles, situación de laxas que se comprenden en el espacio de este mapa, 1763, Agustín López de la Cámara Alta. Fuente, AGI//MP-MEXICO,220BIS

las técnicas y uso de materiales locales marcó el devenir de las obras de infraestructura en Nueva España. A partir del análisis del desarrollo constructivo del muelle de Veracruz se observaron las soluciones técnicas, el manejo de la información, y la manera en que se debían utilizar los recursos. Asimismo, se percibe cómo el trabajo de los ingenieros militares fue el de un equipo de técnicos, cuyas soluciones se sumaron a las acciones previamente realizadas a fin de adecuar y complementar las estructuras.

Este análisis permitió, además, entrever la condición portuaria y como estos sitios fungieron para el desarrollo de los intereses virreinales, pues se requería de una infraestructura sólida, que se mantuvo de acuerdo con los periodos de estabilidad política, económica y social, no sólo en Nueva España, sino en la península Ibérica.

El rastreo de fuentes primarias, y otros enfoques desde la arqueología resultan en estudios interdisciplinarios para comprender métodos y técnicas constructivas, adaptaciones locales, historia y conservación patrimonial. Fue necesario, además la revisión de mapas y planos para comprender la relevancia social y económica de las obras, y su impacto en la dinámica urbana del momento. La solución del cuerpo de ingenieros militares para el muelle del puerto de San Juan de Ulúa, enclavado en una zona de arrecifes cubiertos por la marea en buena parte del año, permitió que contara con las condiciones necesarias para permitir las maniobras de las embarcaciones Ibéricas (Hernández y Ávila 2014) y el crecimiento del puerto novohispano más importante de la época.

NOTAS

1. Reparación y mantenimiento de los navíos.
2. Archivo General de la Nación, Instituciones Coloniales, Obras Públicas, vol. 29, 320, exp. 2.
3. Archivo General de la Nación, Instituciones Coloniales, Obras Públicas, vol. 29, 320, exp. 2.
4. Archivo General de la Nación, Instituciones Coloniales, Obras Públicas, vol. 29, 320, exp. 2.

LISTA DE REFERENCIAS

- Blázquez, C. 1992. Comerciantes y desarrollo urbano: la ciudad y puerto de Veracruz en la segunda mitad del siglo XVIII. *Tiempos de América*, 5, 6: 21-36.
- Calderón, J. 1949a. Ingenieros militares en Nueva España. *Anuario de Estudios Americanos*, 6: 1-72.
- Calderón, J. 1953b. *Historia de las fortificaciones en Nueva España*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispanoamericanos.
- Capel, H., Eugeni, J. y Moncada, O. 1988. *De Palas a Minerva. La formación científica de los ingenieros militares en el siglo XVIII*. Madrid: Ediciones del Serbal.
- Capel, H. 2001a. Los ingenieros militares y su actuación en Canarias. En *Actuación de los Ingenieros Militares en Canarias, siglos XVI al XX*. Tenerife: Centro de Historia y Cultura de la Zona Militar de Canarias, Universidad de La Laguna, 13-54.
- Capel, H. 2016b. Construcción del Estado y creación de cuerpos profesionales científico-técnicos: Los ingenieros de la monarquía en el siglo XVIII. En *Proyección en América de los Ingenieros Militares, Siglo XVIII*, Madrid: Ministerio de Defensa, 53-91.
- Carrillo, J. 2016. La Academia de Matemáticas de Barcelona y su relación con la formación de ingenieros en América durante el siglo XVIII. En *Proyección en América de los Ingenieros Militares, Siglo XVIII*, Madrid: Ministerio de Defensa, 181-200.
- Castro, F. 1996. *Nueva ley, nuevo rey, Reformas Borbónicas y rebelión popular en Nueva España*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chiva, J. 2019. Fiestas acuáticas en el Virreinato de la Nueva España. En Rodríguez, I. (coord.) *El rey festivo. Palacios, Jardines, Mares y Ríos como escenarios Cartesianos (siglos XVI-XIX)*. Valencia: Comité Español de Historia del Arte.
- Donoso, R. 2008. La compañía del asiento y la guerra de la oreja de Jenkins: sus causas económicas y algunos aspectos contables relacionados. *Revista de contabilidad*, 11(1): 9-39
- Galindo, J. 1996a. La construcción de murallas: un aspecto del saber constructivo presente en los tratados de arquitectura militar (siglos XVI al XVIII). *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 19, 21: 217-222.
- Galindo, J. 1996b. *El conocimiento constructivo de los ingenieros militares del siglo XVIII. Un estudio sobre la formalización del saber técnico a través de los tratados de arquitectura militar*. Tesis de doctorado. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Galindo, J. 2000. Arquitectura Militar en la América del siglo XVIII: Asimilación, hibridación y resistencia. *Informes de construcción*. 52, 471: 59-64.
- Gómez, M. 2018. Ingenieros militares y obras públicas. Algunos ejemplos de Nueva Granada en el siglo XVIII. *Ars Longa*, 27: 125-138.
- González, I. 1992. *Ingeniería española en ultramar siglos XVI-XIX*. Vol. I. Madrid: Tabapress.
- Hernández, J. y Ávila, R. 2014. Los aljibes en la fortaleza de San Juan de Ulúa, Veracruz. *Boletín de Monumentos Históricos*, 32: 99-123.
- Hernández, M. 2017. Canary Island Immigration to the Hispanic Caribbean. *Universidad de La Laguna*. Pp. 1-24
- Luengo, P. 2013. *Manila, plaza fuerte, 1762-1788: Ingenieros militares entre Asia, América y Europa*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Moncada, O. 1993. Ingenieros militares en Nueva España; Inventario de su labor científica espacial. Siglos XVI a XVIII. México: UNAM. Instituto de Geografía.
- Moncada, O. 2018. La cartografía de los ingenieros militares. Instrumento para el conocimiento del territorio. *Revista geográfica Norte Grande*, 69: 9-31.
- Muñoz, F. 2004. La valoración universal de la fortificación y las fortificaciones virreinales en México. *Apuntes*, 17, 1: 76-89.
- Nieto, M. 2022. De asistente de ingenieros a gobernador de Veracruz: el caso de Pedro Ponce Camacho (1718-1797). *Perspectiva Pictorum, Dossiê: A História da Arte e a construção ilusionista na modernidade barroca: História, Ciência e Técnica*, 1, 2: 146-172
- Novoa, M. 2005. La obra pública de los ingenieros militares. En *Los ingenieros militares de la Monarquía Hispánica en los siglos XVII y XVIII*, Madrid: Ministerio de Defensa, 183-204.
- Prósperi, F. 1744. *La Gran Defensa*. Monarquía de las Españas.
- Ruiz, A. 2016. *Ingenieros Militares del siglo XVIII en Ceuta y América*. Ceuta: Instituto de Estudios Ceutíes.
- Secretaría de la Defensa Nacional. 2009. *Cartografía Militar Mexicana*. México: Colección Memoria.

Técnicas constructivas y trazas de la muralla de Santo Domingo, a la luz de los proyectos y memorias constructivas de sus autores

Carlos Clemente San Román
Elsy Zaldívar Morales

La defensa del territorio en la isla La Española, estuvo marcada desde la fundación de la ciudad de Santo Domingo por las apetencias de los enemigos externos, las construcciones militares que se construyeron, generaron una estructura cuyo trazado tributó a la defensa del territorio, con la ciudad como punto neurálgico.

El hecho de ser la primera ciudad europea en tierras americanas, y el puerto más cercano levantado entre los dos continentes, hizo que desde sus inicios se convirtiera en uno de los más importantes centros de poder y de intercambio comercial del Caribe. La Corona española adoptó medidas con la Fortaleza para defender la ciudad, y su entorno comenzó a fortificarse; estructurándose en un recinto signado por la presencia de fuertes, torreones y baterías enlazados por tramos de cortinas que paulatinamente conformaron sus puertas, como parte esencial de la trama urbana institucional, residencial y comercial. Desde su inicio, se apoya su trazado en los barrancos de la desembocadura del río Ozama y llega a las lomas elevadas del Norte, con Santa Barbara y San Lázaro. Las defensas de la ciudad, abarcaron el ámbito natural que sobrepasaba con mucho, el primer núcleo de calles en torno a la plaza principal con la Catedral y otras instituciones.

A partir de 1503, Nicolás de Ovando dio inicio a la construcción de la Fortaleza, con la maestría de Cris-

tóbal de Tapia y Juan Rabé, para garantizar la defensa de la incipiente ciudad de las amenazas internas y externas, manteniendo la actividad constructiva durante toda la primera mitad del siglo.

Pero no todo el territorio estaba protegido, las apetencias enemigas, sumadas a las propias características que iba adquiriendo, en cuanto a su desarrollo urbano y administrativo, trajeron consigo la necesidad de completar un sistema para amurallarla. El presidente de la Audiencia y Obispo de la ciudad D. Alonso de Fuenmayor,¹ dio inicio en 1543 a la construcción de la muralla que sustituiría a la primitiva cerca y empalizada de la ciudad, bajo la dirección de Rodrigo de Liendo, Maestro de obras de la Catedral.

Se tuvo en cuenta su experiencia constructiva, demostrada en las obras realizadas en el conjunto catedralicio, en la iglesia de Nuestra Señora de la Merced y San Francisco, en las cuales era palpable «una nota militar en la construcción del exterior, recio con sus contrafuertes macizos ... y en el polígono de la cabecera, ... casi defensivas», (Palm 1994) intervino en este proyecto inicial el Maestro mayor Luis de Moya², con quien había trabajado en las construcciones religiosas de la ciudad.³

Cuatro años después en 1547, Rodrigo de Liendo fue nombrado Maestro mayor de las fortificaciones⁴, era considerado «un maestro de mucha experiencia», lo que pudo corroborarse en los numerosos testimo-

nios presentados por su hijo Francisco de Liendo, cuando solicitó una canonjía de la Catedral de Santo Domingo.⁵ Liendo, heredaba una ciudad de Corte medieval hispana, con ladrillo y tapial, que estaba incorporando las trazas y las técnicas de la cantería en sus fábricas.

La muralla que levanta Liendo, realiza la protección del río Ozama en obra de sillería desde el baluarte de Santiago en la Fortaleza de Ovando, el Postigo del Conde, el baluarte del Invencible donde se sitúa la cadena que cierra el acceso por las noches, la Puerta de San Diego que protege el Alcázar, el muelle que da acceso a la Aduana, las Puertas de las Atarazanas y de la Carena. Es una fábrica de sillería, con foso y ronda, muy artilladas con baterías bajas y altas. El resto es una cerca de tapial que protege el frente del mar; y hacia el exterior, la Puerta de la Misericordia y la del Campo, posteriormente denominada del Conde.

En 1586 la ciudad fue atacada por Francis Drake quien destruyó numerosos templos religiosos (monasterio e iglesia de San Francisco, Las Mercedes, Santa Clara, Regina Angelorum, parroquia de Santa Bárbara, el hospital de San Andrés, etc.) y alrededor de 300 casas, dejando a Santo Domingo en un estado lamentable y con sus edificios más significativos destruidos después de la ocupación.⁶

El Cabildo requirió el envío urgente de un profesional capaz de poner en orden las defensas de la ciudad «un soldado práctico y un ingeniero y un maestro de obras. Para elegir el lugar adecuado y la realización de los planos y obras de una fortaleza y castillo que defienda la tierra, el río y entrada de él... y trace la dicha cerca y muralla que de nuevo se ha de hacer mucho más cercana a las casas de la que está empezada»⁷

Hacia 1589 se da a conocer un plano de la ciudad realizado por el cartógrafo italiano Giovanni Battista



Figura 1
Vista de Santo Domingo. Plano de la ciudad de Giovanni Battista Boazio, 1589. (BC. División de Geografía y Mapas, Washington, G3291.S12 s000. B6)



Figura 2

Planta de la ciudad de Santo Domingo en la Isla Española, Proyecto de Bauttista Antonelli. 1592. (BNE-MR/43/2351002003224)

Boazio, quien realizó una serie de mapas y dibujos sobre la presencia de Francis Drake en las indias occidentales, fue el primer plano que conocemos que muestra la estructura de la ciudad con su perímetro enmarcado en la muralla, y muestra el acceso de las naves enemigas a través del canal del Ozama.⁸

Ese mismo año, por Cedula Real se manda al presidente de la Audiencia de Santo Domingo y gobernador de la isla La Española, Lope de Vega Portocarrero a que «informe a la Caja Real de los caudales que se lograron salvar cuando entró en aquella ciudad el corsario Francis Drake», con el objetivo de conocer el capital con que se contaba para llevar a cabo las obras defensivas.⁹

La indefensión que prevalecía en la ciudad hizo que la Corona enviara al ingeniero militar Bautista Antonelli, con una probada experiencia en la fortificación de las posesiones hispanas en Europa. Llegó a Santo Domingo en abril de 1589, con las órdenes precisas de «en la boca del puerto de la ciudad de

Santo Domingo, por la parte de la ciudad ará un castillo sobre la presencia de Francis Drake en las indias occidentales, fue el primer plano que conocemos que muestra la estructura de la ciudad con su perímetro enmarcado en la muralla, y muestra el acceso de las naves enemigas a través del canal del Ozama.⁸

Santo Domingo, por la parte de la ciudad ará un castillo con os pareciere maxor con una plataformilla baja. Y dareis horden en que se cerque la dicha ciudad de Santo Domingo con una trinchera de tapias gruesas de altura que os pareciere, y con sus baluartes como está consignado en la traza metiendo dentro de la cerca el cerro y padrastro de Santa Bárbara»¹⁰

Con este plano, Bautista Antonelli incorporó en el imaginario de las autoridades de La Española el concepto de la evolución arquitectónica de las obras defensivas, según su método de trabajo, donde la adaptación y el aprovechamiento del territorio de los diferentes elementos defensivos de la fortificación era en sí, la principal defensa, unido a la incorporación de los baluartes en forma de lanza y el cierre efectivo de los ángulos y de los accesos exteriores. (Angulo 1942)

Su proyecto se basaba en las técnicas constructivas de la época, e incorporaba elementos de la arquitectura abaluartada, que tan buenos resultados había



Figura 3
Plano de la ciudad de Santo Domingo. 1608. (AGI. MP-SD, 22)

dado hasta el momento, representa el recinto antiguo de la ciudad, señala la trayectoria de las fortificaciones del lado norte y la nueva propuesta para su mejor defensa. Incluye las plantas de los edificios más importantes como iglesias, conventos y castillo.

Implementó principios teóricos de fortificación, proponiendo un trazado donde cada línea, en íntima relación con las restantes, respondía a una medida.

Intentó volver a los patrones antiguos de la ciudad cerrada con su plaza fuerte, que marcaría su extensión y las pautas de comportamiento de sus habitantes. Propuso una estructura poligonal con baterías, baluartes, numerosos ángulos y gran extensión, con un perímetro irregular y acomodado al terreno, adecuando el recinto fortificado al área urbana ya existente, y previendo su posible ampliación.



Figura 4
Plano de las defensas de la ciudad de Santo Domingo y sus contornos, 1619. (AGI. MP-SD, 29)

Aunque el proyecto no se llegó a ejecutar por razones económicas, el plano de Antonelli sirvió de referencia para las obras realizadas a todo lo largo de los siglos XVII y XVIII, modificándose solamente la distribución de los bastiones y el contorno de la traza.

A partir de este momento la forma de construir cambió radicalmente, con vistas a incrementar la defensa y a restablecer un equilibrio entre los contendientes al incorporarse la pólvora y la artillería en los escenarios bélicos. Al aumentar el alcance de la artillería se construyeron obras de apoyo en el exterior, delante de la muralla y su foso, constituyendo una defensa escalonada, organizada con diversos niveles de obstáculos defensivos, difíciles de batir por el enemigo y con una cortina de gran potencia de fuego capaz de detener cualquier asalto.

Tal era la importancia de la ciudad como punto estratégico en el Nuevo Mundo para la Corona, que durante todo el siglo XVI se destinaron numerosos recursos económicos para concluir y modernizar la cerca. En 1607, S.M. ordena a D. Antonio Osorio, presidente de la Audiencia «acabar de cercar dicha ciudad con la muralla que se comenzó en los tiempos de su fundación, para completar su defensa»; y manda a los oficiales reales que libren las cantidades que se precisen.¹¹

Un año después el Gobernador de la isla, propuso reducir la extensión de la muralla trazada por Anto-

nelli, con las modificaciones que a su entender debían realizarse para poner en total defensa la plaza. En el plano que se remite a la Corona, se describen los elementos defensivos que debían conformarla, destacando los baluartes de Santa Bárbara, San Antón, San José, San Miguel, San Antonio, de Nuestra Señora del Rosario y Santo Domingo. A esto se suma el interés de aprovechar los tramos de muralla preexistente, delimitando la altura y grosor de los muros en diversos tramos, así como el costo de las modificaciones que proponen.¹²

En 1619, el gobernador D. Diego Gómez de Sandoval da a conocer el proyecto del ingeniero Bernardo de Silva, presentado a la Junta de Guerra, donde se reflejan los elementos defensivos y civiles que en ese momento existían en la ciudad, cabe destacar la incorporación de obras de avanzada y auxiliares como baterías y trincheras, poniendo en práctica el concepto de la defensa de la ciudad como un sistema.¹³

En 1651 se vuelve a discutir el problema de la defensa del puerto, se habla de una plataforma, bastión y fortines y de fortificar el lado oriental del río Ozama. El conde de Peñalva hizo construir una fortificación que él describe como «...guarnecida con treinta y dos piezas de artillería... importantísima para la defensa».¹⁴



Figura 5
Plano de la ciudad de Santo Domingo y sus alrededores, 1656. (AGI. MP-SD, 52)

A mediados del siglo XVII la muralla era considerada por el Oidor de la ciudad D. Francisco Montemayor de Cuenca, como «unas paredes de tierra y cascajo, sin parapeto»¹⁵ y plantea la necesidad de volver sobre el proyecto de Antonelli para completar la defensa de la ciudad, propiciando la construcción en 1655, del fuerte de Haina por Félix de Zúñiga.¹⁶

A partir de este momento se refuerzan las obras de la muralla con la labor constructiva el capitán Francisco Vicente Durán. Se construye una fortificación provisional y mandan cerrar y fortificar las puertas de la Misericordia y de Lemba y abrir la Puerta del Conde, donde construyó un baluarte, los caminos al río Haina fueron cerrados.¹⁷

Envía un plano a S.M. donde se representa la ciudad de Santo Domingo con las nuevas fortificaciones el río Haina y los caminos que conducen a la ciudad. En el margen derecho, hay una clave numérica relativa al plano de la ciudad, y en la izquierda una clave alfabética que se refiere al río Haina y los caminos. Se puede apreciar la intención de cerrar y atrincherar algunos de los accesos y así aumentar los niveles de defensa.

El día 3 de abril de 1656, el Conde de Peñalva informaba el estado en que se encontraban las obras de defensa, «se han acabado algunas fortificaciones y otras se han comenzado, ... he ajustado nueva planta con toda distinción y claridad y demostración del es-

tado que la ciudad tenía y del que hoy tiene ... y lo nuevamente obrado en el castillo de San Jerónimo, y la fuerza que se ha hecho en la eminencia de la otra banda».¹⁸

Dos décadas después se continúa aportando recursos económicos para la defensa, en 1672 se destinan 20.000 pesos anuales para terminar la muralla de la ciudad, «durante cinco o seis años, que debe durar la obra», a cargo de la Caja Real de México.¹⁹

Con este empeño llegó a la ciudad en 1673, Juan Bautista Ruggero, Ingeniero militar de las costas de Barlovento²⁰, con las órdenes de «delinear, disponer la zerca que se a de hacer en aquella ciudad». De forma inmediata se pone a trabajar y un año después remite a S.M. una planta de la traza de la muralla para la ciudad de Santo Domingo con detalles de algunos edificios proyectados y el perfil del muro.²¹

Con este proyecto el ingeniero italiano inicia una nueva etapa en la estructuración de las obras defensivas de la ciudad, su traza responde claramente a los principios que había dejado establecidos Antonelli en su plano para la muralla; adaptación al terreno, incorporación de baluartes, cierre de las cortinas y planificación de obras exteriores de avanzada en el frente de La Sabana, que hablan ya de la concepción de la defensa como un sistema escalonado e interrelacionado entre sí.

En 1688 el gobernador D. Andrés de Robles refiere a S.M. «que están hechos mil pies de muralla y a



Figura 6
Planta de las murallas proyectadas para la ciudad de Santo Domingo, 1674. Juan Bautista Ruggero. (AGI.MP-SD, 67)

los 500 de ellos, un baluarte acabado nombrado San Carlos y a los otros 500 está acabado otro llamado San Lázaro ... que la muralla vieja ha dado bastante material ... que se an cosido ya ocho hornadas y con los doce mil pesos que llegaron de México para la obra con el situado no se cesará un instante». ²²

D. Severino de Manzaneda es nombrado gobernador de La Española en 1696²³ con el encargo de que «ponga la ciudad en defensa y se valga de todos los caudales de la Real Hacienda, para terminar las obras de la muralla». ²⁴ Esta decisión puede entenderse un año después con la firma de la Paz de Ryswick en 1697, a través de la cual España cede a Francia la parte occidental de la isla, por lo que a partir de este

momento se produce un cambio en la mentalidad defensiva de la isla. ²⁵

En 1702, D. Juan de Barranco y Solano gobernador de la ciudad, consigue el cierre definitivo de la muralla y restaura el fuerte de San Diego. ²⁶ Unos años después se reforma la puerta del Conde, principal salida de la ciudad por el lado de tierra y la muralla adquiere su aspecto definitivo. ²⁷

En la década del treinta llega a Santo Domingo el teniente coronel D. Félix Prósperi quien, con su Plano de la plaza, realizó propuestas muy bien definidas de las obras en el recinto y de avanzada, y recomendó aquellas que era necesario demoler, su proyecto fue un magnífico ejemplo de la aplicación de los nuevos



Figura 7
 Plano de la Plaza de Santo Domingo capital de la Isla Española con sus Proyectos. D. Félix Prospero, 1730.
 (Archivo Cartográfico. CGEE. AR. J-1.3-C.4-22. 2201339)

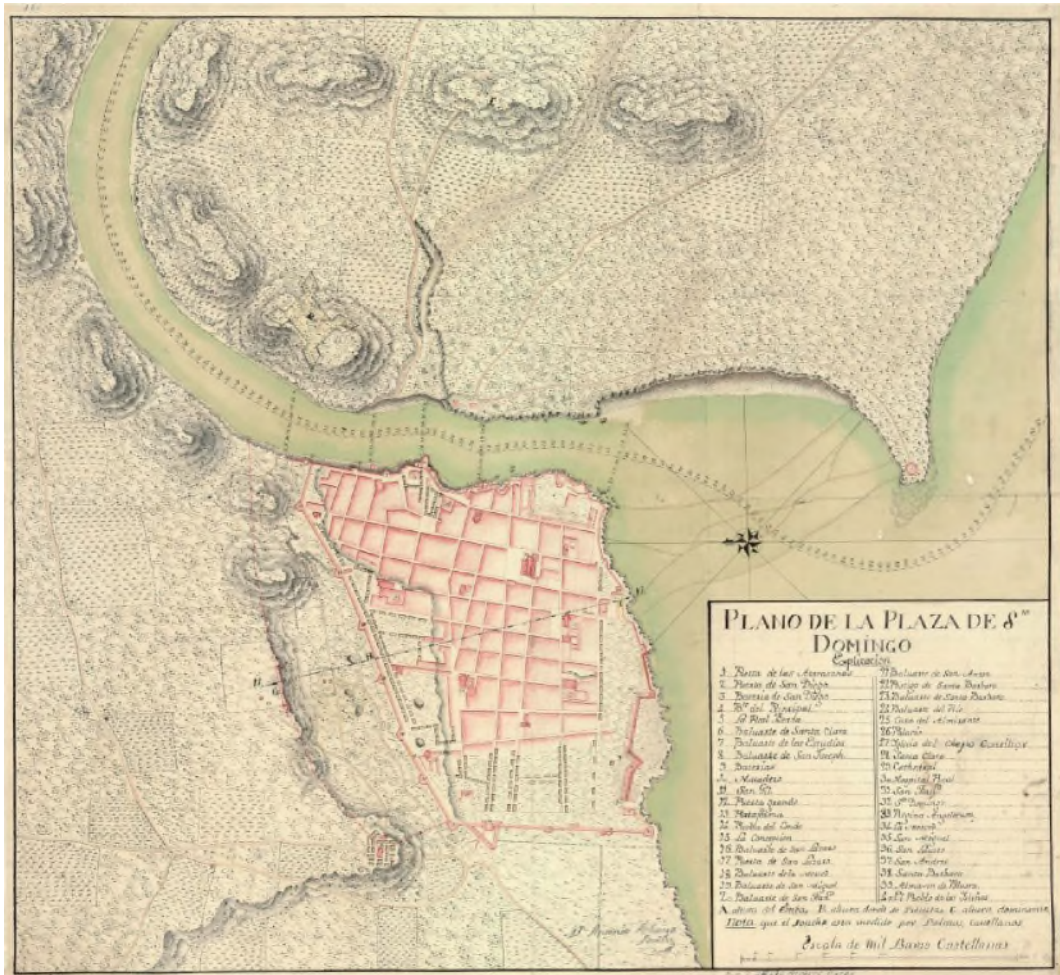


Figura 8

Plano de la Plaza de Santo Domingo. D. Antonio Álvarez Barba, 1770. Archivo Cartográfico. CGEE. AR. J-T.3-C-4_31-2201344

preceptos de fortificación que imponía la Real Academia de Ingenieros de la cual era miembro.²⁸

A partir de 1770 el ingeniero D. Antonio Álvarez Barba, comenzó a encargarse de las obras de fortificación,²⁹ realiza una evaluación detallada de la situación defensiva en que se encontraba la ciudad, describe: «estas se reducen a unas simples murallas, guarnecidas, de pequeños baluartillos y cuadrados, que tienen para flanquear las cortinas, las que no están en sus longitudes arregladas al método de fortificación».³⁰

Destacan en su proyecto recomendaciones muy importantes para reparar y poner en defensa la ciudad,³¹ y certifica el presupuesto general de 29.311 pesos, propone:³²

- Aumentar las defensas de la playa por donde en otras ocasiones ha desembarcado el enemigo, construyendo en el lateral del Castillo de San Gerónimo, una batería a barbata de ocho cañones, haciendo una cortadura en el Camino Real con dirección Hayna.

- Reparar la muralla en la parte que da al mar, componiendo sus parapetos desde la Garita hasta el baluarte de San Diego, interviniendo en sus tambores y en el de la puerta de Mar.
- Reparar el parapeto del frente de San Diego hasta Santa Clara de forma inmediata porque amenaza ruina, reconstruir las explanadas de las baterías, reedificar los tinglados del Cuerpo de Guardia del Principal, así como su tejado.
- Reparar el frente de La Sabana desde el baluarte de San Gil hasta el baluarte de la Concepción, incidiendo en los puestos de terraplén y pavimentación de la muralla.

El proyecto arquitectónico y su Memoria, da la medida de la profesionalidad técnica que ya en el XVIII se había alcanzado por los miembros del Cuerpo de Ingenieros de España, la pericia demostrada en sus proyectos y en el uso racional de los materiales y recursos económicos hizo posible la puesta en valor nuevamente de las estructuras defensivas de la ciudad.

Durante todo el último cuarto del siglo trabajó en la isla, incluso con la participación de otros ingenieros, como D. Juan Martín Cermeño con quien realiza modificaciones a su proyecto anterior, planteando aumentar las obras exteriores del frente oriental, con una obra de tenaza y cortadura en el revellín, adoptando medidas para que el enemigo no logre cegar el foso y evitar así el asalto, y propone poner obras defensivas a prueba de bombas.³³

Al finalizar el siglo XVIII y luego de un periodo de guerra protagonizado por Francia y España, esta última se vio obligada a firmar la renuncia de la soberanía sobre la isla La Española, a través del Tratado de Basilea.³⁴ En 1795 desde el Ministerio de Guerra se transmiten órdenes a Gabriel de Aristizábal para que vaya a Santo Domingo a supervisar la evacuación, transportando a La Habana los cuerpos militares y políticos de la isla.³⁵

Todo el siglo XIX estuvo signado por enfrentamientos tendientes al logro de la soberanía, tanto de Francia, como de Haití o de España. La cartografía



Figura 9

Plan del sitio de Santo Domingo por Dessalines, líder de las revueltas de Santo Domingo, 1805. BC. División de Geografía y Mapas. Washington, D.C. 20540-4650 USA dcu

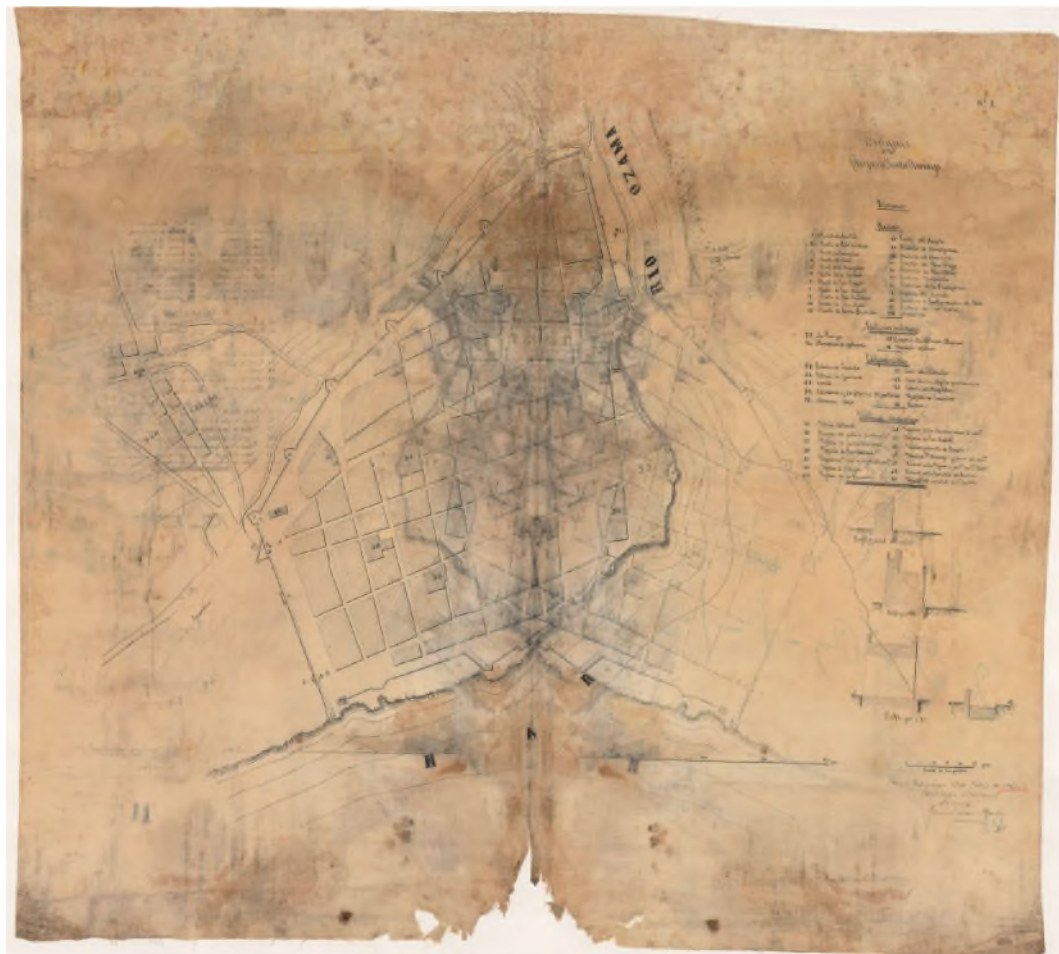


Figura 10
Croquis de la plaza de Santo Domingo. Santiago Moreno; copia Gumersindo Berben, 1861. (AGMM. PL- DOM-5/1- 2126611)

existente de esta época es muy diversa y se vincula fundamentalmente con la representación de la ciudad de Santo Domingo según los intereses defensivos.

En 1804, se proclamó la independencia de Haití y comenzó el periodo francés, un año después, Santo Domingo fue sitiada por el general Jean J. Dessalines, produciéndose una gran batalla de la guerra franco-haitiana cuya referencia gráfica la tenemos en el Plan del Sitio de Santo Domingo, la ciudad permaneció en poder francés hasta su recuperación por España en julio de 1809.³⁶

Este mismo año se realiza un Plan General para fortificar la plaza de Santo Domingo, para ampliar el

recinto defensivo y construir obras exteriores por el frente de tierra de la ciudad y la otra ribera del Ozama, se incluía la construcción de bastiones y revellines, brindando la posibilidad de efectuar un fuego cruzado sobre los atacantes.³⁷

En 1816 desde el Real cuerpo de Ingenieros de España, la Comandancia de la isla, da a conocer una Memoria militar de la plaza de Santo Domingo, por parte del Ingeniero D. Luis Muñoz y por orden del Excmo. Capitán General D. Carlos de Urrutia. Esta Memoria realiza una exhaustiva descripción de la plaza, los tipos de fortificación que prevalecen, y el estado del recinto.³⁸

«La plaza de Santo Domingo solo se puede considerar como un puesto fortificado que sirva de asilo a un ejército en retirada; ... tiene todas las partes de su recinto desproporcionadas: los baluartes son muy reducidos ... el de más capacidad solo tiene 70 varas de perímetro y ninguno admite más de dos piezas en cada flanco: las líneas de defensa son generalmente cortas: ... no tiene foso ni obra exterior que aumente la defensa ... tiene, en fin, muchos defectos...»³⁹

En 1861, el coronel de Ingenieros. D. Santiago Moreno Tovillas, elabora un plano topográfico de Santo Domingo⁴⁰ que comprende la costa meridional entre el río Ozama y el río Jaina, donde referencia los elementos constructivos de la ciudad; recinto urbano, fuertes y puertas principales, edificios militares, civiles y eclesiásticos.

El presidente Ulises Heureaux promulgó en 1884 un Decreto que autorizaba la demolición de la muralla para ampliar el recinto urbano de la ciudad, ya no existían los mismos intereses de defensa y era considerada obsoleta. Con esta medida muchos tramos de la muralla fueron demolidos y sus lienzos fueron embebidos en nuevas construcciones. (Alemaer 1943, 165)

En el siglo XX cambia por completo la fisonomía de la ciudad, y la supervivencia de la muralla y otros elementos defensivos estuvo en concordancia con el crecimiento de la población, más allá de los límites urbanos conocidos hasta el momento.

Hacia 1919 el Servicio Geológico de los Estados Unidos realiza los primeros levantamientos cartográficos, a una escala semi detallada, con curvas de nivel y elevaciones del terreno, cubriéndose una extensión de unos 8,000 km². (Chez Checo 2008, 302)

Hacia 1936 se construye Muralla Gris delimitando la fortaleza Ozama, realizada por el ingeniero Félix Benítez Rexach, con el amparo del gobierno norteamericano, formó parte de una compleja construcción de ingeniería marina que abarcó el rompeolas y la gran plataforma sobre pilotes a orillas del río Ozama. (Ubrí 2011)

En 1968 fue aprobada la Ley No. 318, para la Protección del Patrimonio, y la Oficina de Patrimonio Cultural se propuso consolidar las partes de la muralla que no estaban deterioradas, restaura el lienzo frente al palacio de la Capitanía General y se da continuidad al paseo de ronda, dentro del proyecto se incluyó hacer excavaciones en el fuerte y

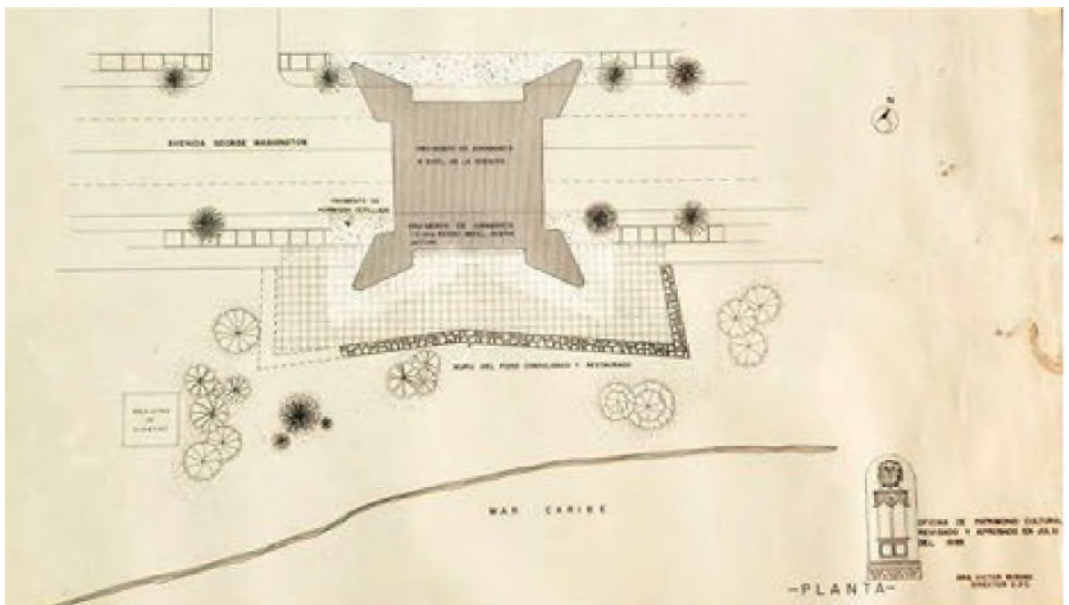


Figura 11
Propuesta de intervención en Castillo de San Gerónimo. 1980. (Arquitecto Víctor Bisono. OPC)

puerta de San Diego para encontrar el nivel original del suelo.⁴¹

A partir de este momento se van desarrollando proyectos para la conservación y puesta en valor de los elementos que quedaron del sistema defensivo de la ciudad, como la restauración del fuerte de la Concepción en 1972 (Coste 1972), en el sector de la Atarazana se produjo el descubrimiento de los cimientos de un tramo de la muralla desaparecida entre el alcázar de Diego Colón y el fuerte del Angulo, (Ugarte 1973, 16).

En 1975 el arquitecto Teódulo Blanchar, lleva a cabo la restauración de la Fortaleza y contempló la demolición de parte de las murallas contemporáneas en las recomendaciones del Banco Interamericano de Desarrollo y el Plan Cuna de América para la Ciudad Colonial.

En 1976 se restaura la puerta del Conde, llevando al descubrimiento de su foso, puente y camino empedrado. El arquitecto Luis E. Delgado desarrolla la primera fase del proceso de restauración de la puerta de la Misericordia en 1980, encontrando los cimientos de la muralla que se extendía delante de la puerta.⁴² Se realiza en ese mismo año proceso de restauración y ambientación del entorno del castillo de San Gerónimo.

En 1981 se dio a conocer por parte de la OPC un nuevo criterio en la política de restauración, el cual estaba encaminado a convertir el entorno de los monumentos en áreas de expansión para los residentes. A los arquitectos Teódulo Blanchard y Risoris Silvestre se les encargó la puesta en valor del fuerte San José y se decidió reconstruir parte de las baterías sin

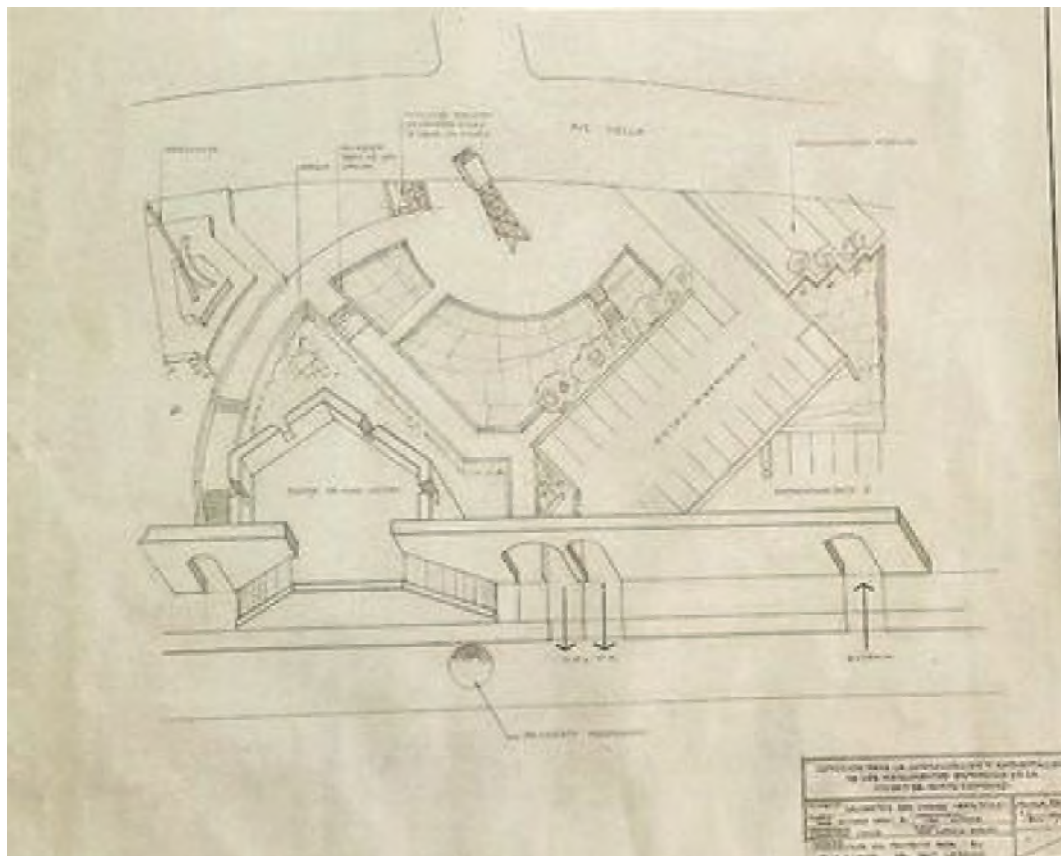


Figura 12
Perspectiva del proyecto para el Baluarte de San Lázaro. 1993. (Arquitecto Gustavo Ubrí, Arqueología Francisco Coste.)

afectar la línea visual al mar. Un año después se inician trabajos de restauración en la puerta de la Misericordia, se emprenden investigaciones arqueológicas que sacan a la luz los cimientos de uno de los fortines laterales que defendían con su artillería la entrada de la ciudad.⁴³

En 1985 se realiza un levantamiento del fuerte de San Gil, con análisis de imagen pictórica, fotográfica e isonométrica, el proyecto estuvo dirigido por Víctor Bisono, y a cargo del arquitecto Fernando González y Mayra Paulino.

Desde agosto de 1987 hasta 1988, la OPC, llevó a cabo el proyecto de Conservación y revitalización de Santo Domingo Histórico, con un plan regulador de la ciudad colonial, realizaron numerosas propuestas donde intervinieron el arquitecto Esteban Prieto como director de la Oficina, Manuel Gautier con un gran equipo profesional. A partir de este proyecto se documentaron gráficamente una veintena de espacios públicos vinculados a los entornos patrimoniales de la ciudad de Santo Domingo, en las que destacaron Puertas, plazas, fortificaciones y tramos de la muralla.⁴⁴

En la década del 90 se realizaron trabajos de rescate del fuerte de San Antón, bajo la dirección del arquitecto Luis E. Delgado, constatando que los muros del bastión se encontraban cubiertos por un grueso revoco que ocultaba el material original del monumento.⁴⁵

Se desarrolla el Plan General de rescate de la cerca, con un amplio proyecto por parte de la Comisión de Monumentos a partir del cual se liberaron los vestigios patrimoniales de los muros de las construcciones modernas, con el propósito de integrar el ambiente de ese bastión colonial al de la puerta del Conde. Estuvo a cargo el ingeniero José R. Báez López-Penha y el ingeniero Guillermo Selman.⁴⁶

En 1995 fueron rescatados por la Comisión de Monumentos cinco de los siete baluartes de la muralla conocidos hasta el momento, dos de ellos restaurados, la Concepción y Santa Bárbara y tres sin terminar su restauración, San Lázaro, San Miguel y San Antón (Ubrí 1995, 8), un año después fue reconstruida la decoración heráldica de la fachada de la puerta de San Diego.

Al analizar la historia y evolución de las técnicas constructivas empleadas en la construcción de la muralla de Santo Domingo, a través de los proyectos y memorias constructivas de sus autores, se produce un acercamiento a un conjunto fortificado que evolucio-

na en más de dos centurias y se presenta con características que se adaptan a los principios generales de la evolución del arte de la fortificación, y donde intervienen numerosos arquitectos e ingenieros que van dejando su impronta en lo construido y hacen de la muralla un organismo arquitectónico cambiante e inseparable del entramado del paisaje urbano de la ciudad.

NOTAS

1. AGI, Justicia, 62. Pesquisa y residencia a los alcaldes ordinarios, alguaciles y sus tenientes, y otras justicias, regidores y escribanos de la ciudad de Santo Domingo.
2. AGI. SD, 10, 1541. Real Disposición.
3. AGI. Contratación, 5536, L1, F276
4. AGI. SD, 49. Carta del Licenciado Cerrato a S.M. Santo Domingo, 23 de abril de 1545.
5. AGI. SD, 94, R1, 21A
6. AGI. SD, 51, R.3. Carta de la Audiencia al rey. Santo Domingo.
7. AGI. SD, 73. Instrucciones del Cabildo de Santo Domingo a Diego de Leguizamón procurador. 1587.
8. BC. EE.UU. División de Geografía y Mapas, Washington G3291.S12 s000. B6. Grabado que ilustra el viaje de Sir Francis Drake a las Indias Occidentales en 1585.
9. AGI. SD, 868, L.3, F138. Real Cédula a Lope de Vega Portocarrero. 1589.
10. Idem.
11. AGI. SD, 869, L.5. Real Cédula a don Antonio Osorio, gobernador, capitán general y presidente de la Audiencia de Santo Domingo.
12. AGI. MP-SD, 22. Carta remitida por don Antonio Osorio, gobernador de la isla de La Española. 1 de enero de 1608.
13. AGI. SD, 54, R.10, N.126. Relación del informe dado por la Junta de Guerra de 7 de enero de 1619.
14. AGI. Escribanía, 22, R.3. Carta de la Audiencia al Rey. Santo Domingo, 1652.
15. AGI. Contaduría, 1060, N.1. Autos formados por Juan Francisco Montemayor de Cuenca, oidor de Santo Domingo. 1654.
16. AGI. MP-SD, 52. Plano de la ciudad de Santo Domingo y sus alrededores. 3 de abril de 1656.
17. Idem.
18. AGI. SD, 53-5-3. Carta del Conde de Peñalva a S.M. con un plano del estado en que se hallaba aquella ciudad con las nuevas fortificaciones. Santo Domingo, 3 de abril 1656.
19. AGI. Contaduría, 888. Cuentas de la Real Hacienda, 1672.

20. AGI. Contratación, 5439, N.79. Expediente de información y licencia de pasajero a indias del capitán Juan Bautista Ruggero. 23 de junio de 1673.
21. AGI. MP-SD, 67, 3245. Planta de las murallas proyectadas para la ciudad de Santo Domingo con detalles de algunos edificios y con un perfil del muro. Juan Bautista Ruggero. 4 de junio de 1674.
22. AGI. SD, 65. Carta de don Andrés de Robles a su majestad del 20 de octubre de 1688.
23. Don Severino de Manzaneda acababa de construir el castillo de San Severino en Matanzas, Cuba.
24. AGI. Escribanía, 13B. Defensa del gobernador don Juan del Barranco, durante su residencia.
25. AHN. Consejo de Estado, 1698. Paz de Ryswick, firmada el 20 de septiembre de 1697.
26. AGI. Escribanía, 13B, 6. Residencia de Juan del Barranco, Gobernador y Capitán General de la isla Española y Presidente de la Audiencia de Santo Domingo.
27. AGI. Escribanía, 14B. Certificaciones del tesorero real Juan Dionisio Ledesma. 13 de agosto de 1726.
28. Archivo Cartográfico CGEE. AR. J-T.3-C.4-22. 2201339. Plano de la Plaza de Santo Domingo capital de la Isla Española con sus Proyectos. D. Félix Proserpi.
29. AGI. Contratación, 5514, N.1, R.31. Expediente de información y licencia de pasajero a indias de Antonio Álvarez Barba, teniente coronel ingeniero, a Santo Domingo. 29 de agosto de 1770.
30. AGMM. C.G.D.5-4-10-3. Orden Comunicada al ingeniero Antonio Álvarez Barba por D. Manuel de Azlor capitán general de la isla La Española. 11 de enero de 1771. Obras de ingeniería Militar de Santo Domingo.
31. Ídem.
32. Ídem.
33. Ídem.
34. AGM Álvaro Bazán. 21, 168. Órdenes transmitidas a Gabriel de Aristizábal para que vaya a Santo Domingo a supervisar la evacuación de la parte española de la isla. 28 de agosto de 1795.
35. AHN. España, Estado, 3400, Exp.6. Paz de Basilea entre España y Francia, 22 de julio de 1795.
36. AGI. Diversos, 46. Documentos adquiridos.
37. BC. EE.UU. División de Geografía y Mapas. Washington, G4954.S8. Plan General del recinto y de las obras proyectadas para fortificar la plaza de Santo Domingo. 1805.
38. AHN. Madrid. Estado, legajo 130. 6. Memoria militar de la plaza de Santo Domingo por el cap. Ingeniero del cuerpo D. Luis Muñoz.
39. Ídem.
40. AGMM. DOM-4/7- 2125782. Mapa topográfico de la parte de terreno limítrofe a la ciudad de Santo Domingo. Santiago Moreno. 1861.
41. Diario El Caribe, Santo Domingo, 20 de julio de 1968, p.16. Restauran un sector amurallado de la ciudad.
42. Ídem. 28 de febrero de 1976, p.12. Transforman viejo parque en plaza monumental.
43. Ídem. 27 de febrero de 1982, pp.12-13. Dos bastiones defendían puerta de la Misericordia.
44. Planos y proyectos del Centro de Conservación y revitalización de Santo Domingo histórico 375013-20177
45. Diario El Caribe, Santo Domingo, 24 de junio de 1989, pp.10-11. Trabajos de rescate del fuerte de San Antón muestran que cortaron el baluarte al prolongar la calle Hostos.
46. Ídem. 16 de junio de 1990, pp.10-11. Iniciarán el rescate del fuerte de San Lázaro.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aleamar, Luis E. 1943. *Santo Domingo, ciudad de Trujillo*. Santiago: Editorial El Diario.
- Ángulo, D. 1942. *Bautista Antonelli, las fortificaciones americanas del siglo XVI*. Madrid: Real Academia de la Historia.
- Chez Checo, J. 2008. *Imágenes insulares: Cartografía histórica dominicana*. Santo Domingo: Edición del Banco Popular.
- Coste, Francisco. 1972. *Restauración tramos de muralla*. BID. Programa de Fomento de Turismo. Actividad 3.11.2.
- Palm, Erwin Walter. 1944. *Rodrigo Gil de Liendo, arquitecto en La Española*. Santo Domingo: Editorial La Nación.
- Pérez Montáz, Eugenio. 1984. *República Dominicana. Monumentos Históricos y Arqueológicos*. México: Instituto Americano de Geografía de México.
- Reglamento No. 4195 sobre la Oficina de Patrimonio Cultural. G.O. 9159
- Ubrí, Gustavo. 1995. *Los entornos monumentales de la ciudad colonial, el entorno de San Lázaro y de San Miguel, barrios históricos de Santo Domingo*. Santo Domingo.
- Ubrí, Gustavo. 2011. *La muralla de Santo Domingo*. Santo Domingo.
- Ugarte, María. 1973. *Fortificaciones coloniales de Santo Domingo*. Santo Domingo: Editora Nacional.

Carpintería de armar con lacería en la iglesia de La Purísima Concepción, en Caravaca de la Cruz (Murcia, España)

Pedro Enrique Collado Espejo

Con la reconquista cristiana del reino nazarí de Granada y la consolidación de la unión de las coronas de Castilla y Aragón, el antiguo Reino de Murcia (cuya delimitación se realiza en el siglo XIV), dejará de ser zona fronteriza e insegura y alcanzará la necesaria estabilidad política y social.

En este contexto, serán las instituciones religioso-militares que intervinieron en el proceso de reconquista y repoblación de las tierras las que colaborarán en satisfacer las necesidades de la población cristiana. Caravaca de la Cruz, cuarta ciudad más poblada del Reino de Murcia, tras Murcia, Cartagena y Lorca, experimentará un notable progreso económico y social bajo la tutela de la Orden Militar de Santiago.

La administración de este territorio, a modo de «encomiendas», realizada por esta Orden Militar permitirá unificar y consolidar económica y socialmente el espacio urbano. Este aspecto se reflejará claramente en la construcción de nuevas iglesias y ermitas, lo que exigirá un control económico, a través de los libros de *Quentas*, que serán periódicamente examinados y verificados por los «visitadores» de la Orden. Unos libros fundamentales que nos permiten identificar a los promotores y autores (maestros alarifes, canteros, carpinteros, pintores, tejeros, albañiles, etc.) de estos templos así como los medios económicos y materiales utilizados para ello.

El paulatino aumento de población conllevará el desarrollo urbano extramuros de las villas, con nue-

vas barriadas y la aparición de pequeños núcleos en zonas de huerta (Gutiérrez-Cortines y Griñán 1996), lo que generó la necesidad de construir edificios de culto cristiano (iglesias y, especialmente, ermitas) que, además de satisfacer las necesidades espirituales de la ya numerosa población cristiana, debía servir para la necesaria evangelización y asimilación socio-cultural de la comunidad musulmana (mudéjares) que coexistía en este territorio desde la reconquista, y que así pasarían a ser moriscos («cristianos nuevos» en numerosos textos de la época). Son numerosos los ejemplos de estos nuevos templos en ciudades como Lorca, Totana, Mazarrón, Caravaca de la Cruz, Cehegín o Mula (Collado 2021).

NUEVOS EDIFICIOS PARA EL CULTO

Las nuevas iglesias y, sobre todo, las ermitas, que algunos historiadores, como Elías Tormo (1923) llamarán «arquitectura de reconquista», se estructurarán, en la mayoría de los casos, a través de arcos transversales (como el caso de la iglesia que vamos a analizar), una solución de clara influencia valenciana (Zaragozá 2017)¹. Dado que estos nuevos templos responden a la necesidad de generar una amplia red de edificios de culto cristiano que permitan la rápida evangelización de la población (especialmente de los mudéjares), se emplearán soluciones constructivas

sencillas y que permitan el ahorro de medios. Estos edificios serán realizados con materiales autóctonos como el yeso, tierra, cal, ladrillo, madera (principalmente pino) y la piedra caliza procedente de la roturación de los campos. Materiales fáciles de obtener y de bajo coste. La estructura se resolverá con muros de carga de tapia y/o mampostería, ladrillo macizo para los arcos, bóvedas y campanarios, dejando los trabajos de cantería para las portadas, columnas y pilastras, incluso dovelas cuando económicamente era posible. La madera, principalmente de pino, se empleará para realizar los medios auxiliares (andamios, apeos y cimbras) y para los entramados de las cubiertas. Es decir, se usarán materiales y sistemas constructivos con una larga tradición de empleo entre los alarifes, los maestros canteros, carpinteros, etc., del espacio geográfico donde se construye, además de realizar templos donde la funcionalidad se impone sobre otros criterios. Esta forma de actuar, impulsada por órdenes militares como la de Santiago (cuya presencia, respecto a otras órdenes militares, será mayoritaria en el Reino de Murcia), y con la participación, en la mayoría de los casos, de cuadrillas de artesanos itinerantes, conllevará necesariamente la repetición de las soluciones constructivas y decorativas, algo que también ocurrirá en las techumbres de madera. Además, en el caso de la mayoría de estas nuevas ermitas en el territorio murciano, su construcción va a compartir un origen común: serán promovidas y levantadas por una cofradía fundada con un objetivo religioso principalmente, pero también de cohesión social y de beneficencia y, en algunos casos, con fines asistenciales, al unir al nuevo templo la construcción de un hospital para el cuidado y atención de cofrades, enfermos y pobres.

UNA COFRADÍA PARA CONSTRUIR UNA ERMITA Y UN HOSPITAL

Un ejemplo de la función más allá de lo religioso será la Cofradía de Nuestra Señora de La Concepción y San Juan de Letrán, fundada en febrero de 1532 en Caravaca de la Cruz, que construirá la ermita (actual iglesia parroquial) de La Purísima Concepción y, anexo al templo, un Hospital de Caridad. Así, los cofrades disponen de un lugar para el culto y un asilo para el cuidado y atención de enfermos y pobres. En las cercanas ciudades de Cehegín y Mula



Figura 1
Vista general del exterior de la Iglesia de La Purísima Concepción, en Caravaca de la Cruz

encontramos dos casos similares². De la primitiva iglesia de Mula queda muy poco, pues en el siglo XVIII se reforma completamente el convento. Sin embargo, los templos de Caravaca y Cehegín comparten, además del origen y advocación a La Concepción, características constructivas similares como un zaguán de entrada, planta rectangular, nave central amplia, una capilla en el lado del evangelio dedicada a San Juan de Letrán, el altar mayor elevado, dimensiones reducidas, poca iluminación, fachadas austeras, estructura de arcos transversales de medio punto, pocos elementos decorativos, cubierta a dos aguas y, lo más destacado de ambos templos, una techumbre de madera resuelta con carpintería de armar con lacería (también llamada carpintería de lazo) policromada.

De los templos construidos en el siglo XVI, actualmente en la Región de Murcia sólo se conservan techumbres de madera con lacería en las iglesias de San Onofre, en Alguazas; La Purísima Concepción, en Caravaca de la Cruz; Ntra. Sra. de La Concepción, en Cehegín; San Andrés, en Mazarrón; Santiago, en Totana, y el Santuario de Santa Eulalia de Mérida, a unos 7 km de Totana. En el caso de la iglesia de Caravaca, será la nave principal la resuelta con entramados de carpintería de lazo con soluciones «muy bellas de detalle y de las más ricas de la región» (Pérez 1960, 99). Además, la solución de Caravaca es única en la Región, ninguna de las otras iglesias tiene una decoración tan elaborada como la de los falsos almizates policromados del templo carava-

queño. Únicamente la cúpula ochava que cubre el Altar Mayor de La Concepción de Cehegín puede equipararse en complejidad y finura. Pues las dos iglesias de Totana (soluciones de par y nudillo) no tienen policromía aunque el diseño y desarrollo de la traza a partir del sino de ocho puntas sí es significativo y reseñable.

LA CONSTRUCCIÓN Y SUS INFLUENCIAS

La actual iglesia parroquial de La Purísima Concepción, en la calle Corredera de Caravaca de la Cruz (Murcia, España), es un edificio protegido como Bien de Interés Cultural con categoría de monumento (RD 2881/1983). Su construcción, cercana al Humilladero de la Cruz y a la Puerta de Huéscar (o de Granada), delimita la expansión de la ciudad, en el siglo XVI, hacia el sudoeste y da nombre al cerro y barriada de la Concepción.

Consta de una gran nave, dividida en cuatro tramos de diferente longitud y separados por arcos transversales o diafragma de medio punto (traza renacentista) sobre unas columnas apilastradas, todo el conjunto realizado con sillería, sobre los que apoyan los entramados de madera. El Altar Mayor se cubre con bóveda de crucería con terceletes, de tradición gótica. En el lado del evangelio y a continuación del Altar Mayor está la capilla de San Juan de Letrán, que se resuelve con bóveda de crucería rematada con una pequeña linterna que ilumina la capilla, y frente a ella, en el lado de la epístola, la Capilla de Jesús Nazareno, con bóveda simple, sin nervaduras. Al templo se accede a través de una muy pobre portada, por el lado de la epístola pues, a los pies de la iglesia, se adosaba el desaparecido Hospital de Caridad, que se construyó entre los años 1550 y 1573 (Pozo 2018, 491). Como comentaremos más adelante, el maestro cantero Martín de Homa trabajó de 1542 a 1556 en levantar la iglesia por lo que es más que probable que fuese también el que diseñase este hospital y, junto con su cuadrilla de canteros, el que iniciase su construcción.

Para Torres Balbás (1949, 295) «el tipo de templo más propagado por la región levantina (...) es el de una nave cortada por arcos fajones transversales, trasdosados en forma angular para el asiento de la armadura de madera a dos aguas que cubre aquella.



Figura 2
Vista general de la techumbre de madera de la Iglesia de La Purísima Concepción

(...) y nada deben al arte islámico. La única influencia mudéjar que existe en semejantes iglesias levantinas, hay que buscarla tan solo en las pinturas que decoran su techumbre a dos aguas. Tal vez desde Levante este tipo de templos llegó a Granada en el siglo XVI, a raíz de su conquista». Pérez Sánchez (1960) reabrirá el debate sobre la influencia de modelos levantinos o granadinos en las iglesias murcianas, que para él serían más granadinas, olvidando las opiniones de especialistas como Leopoldo Torres Balbás o Elías Tormo. Además, sus análisis ayudarán a que se generalice la idea de la autoría de carpinteros mudéjares, en lugar de carpinteros castellanos, para los entramados de cubiertas con lacería, algo que posteriormente será muy cuestionado por la mayoría de los historiadores murcianos (Collado 2021, 6).

AUTORÍA DE CANTEROS Y CARPINTEROS

Afortunadamente, en el Archivo Episcopal de la Diócesis de Cartagena se encuentran dos libros de *Quentas* de la Cofradía; uno comprende los ingresos (donaciones y limosnas) y gastos de 1540 a 1565 y el otro de 1605 a 1631; y en el Archivo de la Catedral de Murcia tenemos el *Libro de Acuerdos de la Cofradía de Nuestra Señora de la Concepción y San Juan de Letrán, 1532-1574*, y el *Libro de Cabildos y encargo de las casas de la Iglesia y Cofradía de la Concepción, 1587-1618*; por tanto, el análisis comparativo de estos documentos históricos permiten conocer una parte importante de la construcción de esta iglesia. Además, en el año 1987 la historiadora Cristina Gutiérrez-Cortines publica su tesis doctoral, que se convierte en un referente para el estudio de la arquitectura religiosa renacentista murciana, dedicando un capítulo a *las iglesias de techumbre de madera* (1987, 435-479), en el que incluye el análisis histórico y constructivo de las iglesias de La Concepción de Caravaca de la Cruz y Cehegín. Por desgracia, la profesora no tuvo acceso a los citados li-

bros de *Quentas* y su afirmación de que la techumbre de madera de la iglesia de La Purísima Concepción de Caravaca «fue rematada en 1603 en Baltasar de Molina, carpintero del que no tenemos ninguna referencia, pero la magnífica factura del artesonado, le viene a situar entre los especialistas más expertos en este género de carpintería de tradición mudéjar» (1987, 447) no es correcta, como comentaremos más adelante³.

De esta iglesia no se ha podido documentar la autoría de la traza. Gutiérrez-Cortines (1987, 443) data el inicio de la construcción en 1542 al hacerse cargo de la obra Martín de Homa⁴, maestro cantero de origen vizcaíno que desde 1539 trabajó también en la construcción de la caravaqueña iglesia de El Salvador actual sede de la Vicaría Episcopal Caravaca-Mula, hasta que fue despedido en noviembre de 1556 (Pozo 2002, 44-45). Como hasta ese año existen pagos documentados a este cantero como *maeso de la obra* de La Purísima Concepción, es evidente que un grupo de canteros vizcaínos⁵, dirigido por Martín de Homa, formaban un taller de cantería que desarrollaba su labor, al menos, en Ca-

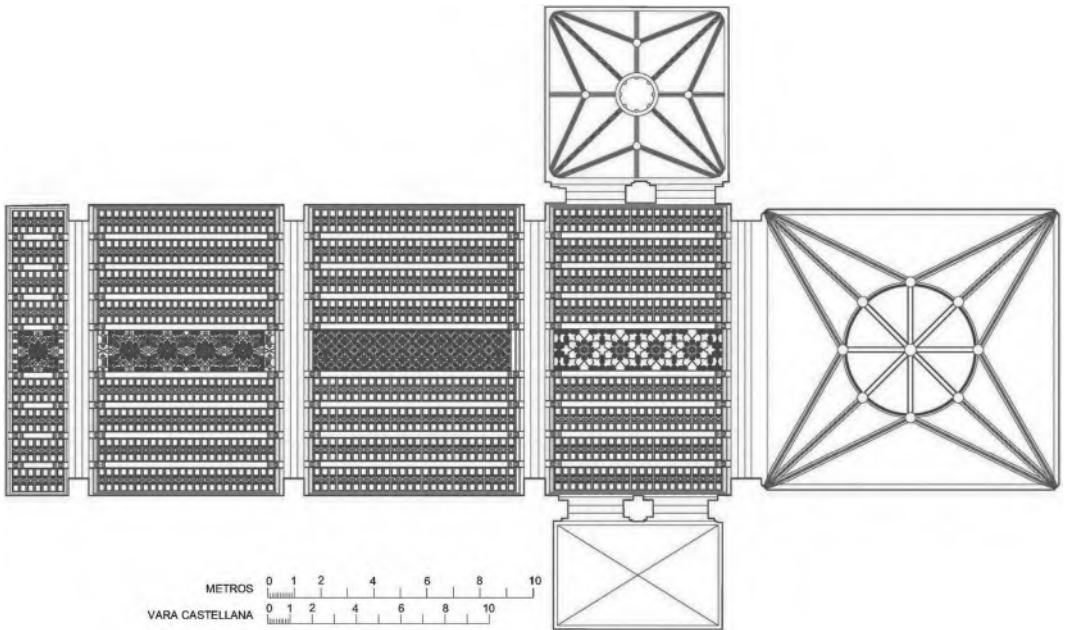


Figura 3
Planta general de la techumbre de madera y bóvedas de capillas de la iglesia

ravaca. Después de unos años de ralentización/paralización de las obras (seguramente por dedicar los escasos recursos de la Cofradía a la construcción del Hospital de Caridad), se contará con el maestro cantero Andrés Monte⁶ que desde 1598 estaba trabajando en El Salvador y que entre 1603 y 1605 cobrará por terminar el último arco de la nave y el coro. Finalmente, desde finales de 1611, Damián Pla⁷ construirá la torre, desconociéndose la fecha de finalización. Salvo para las pilastras, dovelas y la torre, donde se utilizaron sillares de piedra caliza, los ripios para cimentación y arranque de muros, y la tapia calicostrada (con un ancho de una vara castellana) fueron los materiales empleados, con el ladrillo macizo para los huecos y esquinas.

En cuanto al autor de la traza y ejecución de la techumbre de madera de esta iglesia debemos insistir en el error de adjudicarlo al carpintero, vecino de Caravaca, Baltasar de Molina. El libro de *Quentas* de la Cofradía de 1540 a 1565, recoge que el dieciséis de abril de 1548 se pagó un «libramiento a Juan Myravete carpintero por la traza y apostera que dio para las dos arcadas de la cubierta de madera de Nuestra Señora dos ducados» (fol.67r) y más adelante detalla otro «libramiento a Juan Myravete carpintero quinze ducados por el primer tercio de las cubiertas de los recodos de Nuestra Señora» (fol.67v). Hasta 1551 sigue habiendo varios pagos menores a este carpintero hasta que el quince de marzo de este año cobra dos ducados por traer madera⁸ y «quynze ducados del segundo tercio de la segunda arcada que obro en Nuestra Señora fecho a diez de mayo». En el año 1557 aparece por última vez este carpintero con un pago menor. En algunos de los libramientos (órdenes de pago) de los años 1548 y 1551 aparece Juan Miravete con el también carpintero Sebastián Pérez, por lo que se podría considerar a éste último como un colaborador de Miravete. En los años 1564 y 1565 aparecen pagos a los carpinteros Sebastián Pérez, Ginés del Amor y Diego Hurtado, los dos últimos miembros de la Cofradía desde 1564, por diferentes trabajos realizados aunque aludiendo a la construcción del hospital (edificio que se levantará entre 1550 y 1573), no a la iglesia. Por tanto, al menos la traza y la ejecución de los dos primeros tramos de la techumbre de madera de esta iglesia (el tramo central y el delimitado por las capillas) deben ser atribuidos al carpintero Juan Miravete⁹.

El Libro de Cabildos 1587-1618 recoge el acuerdo del veinticuatro de junio del año 1600 para «que se hagan los conçiertos que convengan para que se acabe el arco ultimo de la yglesia desta casa» (fol. 258 r). Por tanto, el tercer tramo de la techumbre y el pequeño tramo final con que se cubre el coro estaban sin construir en esa fecha. Para ello, el cabilido contará con el maestro cantero Domingo Ortiz, «el qual se obligo a sacar toda la piedra que fuera neçessaria para acabar y haçer el ultimo arco de la yglessia de esta cassa» (fol.235r) pero este cantero no realizaría el arco, solo se encargaría de extraer en cantera y, muy posiblemente, preparar/tallar la piedra pues, como hemos comentado, el pago por este trabajo está documentado en el maestro cantero Andrés Monte. Una vez realizado el último arco de la nave, serán los carpinteros Baltasar de Molina y Ginés de Lagos¹⁰ quienes realicen la techumbre que estaba pendiente, cobrando por ello Baltasar de Molina cinco ducados (aunque finalmente serán cuatro) y ocho ducados Ginés de Lagos. Por tanto, tras el análisis de los documentos históricos, podemos afirmar que la atribución de la traza y ejecución de la techumbre que se había realizado hasta la actualidad, es errónea, y que sería el carpintero Juan Miravete el autor, al menos de la traza y de los dos primeros tramos.

Para confirmar las fechas en las que se ejecutaron los diferentes tramos de la techumbre basta con comprobar los pagos realizados a varios pintores por la policromía que aún se conserva, tanto en los faldones como en el «falso almizate». En 1549, Juan de Salas cobrará cinco reales por pintar los aliceres y otros dieciocho «del pintar de la madera». En el año 1551, Francisco de la Torre recibirá diez reales «para en parte de pago de la pintura del almyzate» y a Ginés López se le pagará 1.471 maravedíes «del pintar del almyzate y madera»; por tanto, los dos primeros tramos de la techumbre estaban terminados en 1551. Y en 1605 se liberan 300 reales «para pagar al pintor que pinto el almizate y las demas tablas que se pintaron en la techumbre de la dicha nave y para que hiçiese deribar la pared que estava de por mitad de la dicha ultima nave y las demas naves de la dicha yglessia», y otros treinta reales «a Xbal (Cristóbal) Hernandez pintor vecino desta villa por raçon que el susodicho pinto las tablas y tirantillos de la cubierta de la ultima nave de la yglessia desta cofradia»¹¹.

ANÁLISIS TÉCNICO-CONSTRUCTIVO DE LA TECHUMBRE DE MADERA

Lo que singulariza y destaca de esta iglesia es la techumbre de la nave, en la que se distinguen tres tramos independientes más un pequeño tramo para cubrir el coro, con dos zonas diferentes: faldones inclinados, resueltos con la técnica de cinta y saetino adornados con bordones blancos y puntos negros (el emblema blanquinerio significa pureza y penitencia); y falsos almizates¹² con magníficos trabajos de carpintería de armar con lacería, tomando la estrella de ocho puntas como base de su traza y composición y ornamentados con pintura al temple. En cada tramo, la techumbre presenta ocho grandes jácenas apoyadas en canchillos de madera, tallados con ovas y acantos pero sin policromía, que sobresalen de los arcos de piedra, y alfardas (pares) de menor escuadría.

La diferencia entre tramos lo marca el falso almizate, que en este templo es estrecho (casi la separación entre las jácenas) y está resuelto con cuartillejos que desarrollan la estrella de ocho puntas¹³. En el caso de los tramos 1 (el más próximo a la Capilla Mayor) y 3, con cuatro cuartillejos cada uno, y en el pequeño tramo del coro, con un cuartillejo, se utiliza la estrella con cintas en ángulos de 45°. En el tramo 2 (en el centro de la nave), la estrella de ocho se desarrolla con cintas en ángulos de 90°. El tramo 3 y el del coro comparten también la decoración policroma, con racimos de uvas y motivos florales estilizados en tonos claros sobre fondo salmón. En el tramo 1, los



Figura 4
Detalle de la techumbre. Arco transversal entre los tramos 2 y 3

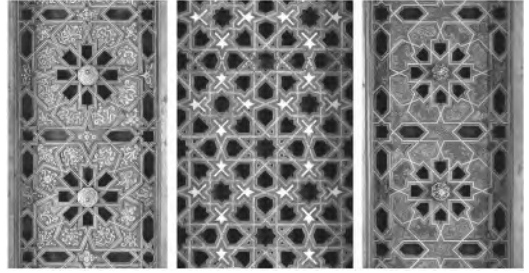


Figura 5
Detalles de los falsos almizates. A la izquierda dos cuartillejos del tramo 3; en el centro el tramo 2; y a la derecha el tramo 1

motivos florales son más voluminosos aunque con algunos tonos oscuros. Estos tramos tienen pequeñas piñas de mocárabes colgadas de cada sino, destacando el intenso dorado del tramo 3 y del coro. El tramo 2 es el que tiene la traza más compleja y llamativa; no presenta mocárabes ni decoración floral pero, partiendo del sino de ocho desarrolla la rueda con un zafate irregular y la almendrilla en negro, destacando así los tonos blancos del candilejo (estrella irregular) y de la cinta (con puntos negros, a diferencia de los otros tramos, que sólo tienen el tono blanco). De esta forma, se desarrolla el típico diseño reticular ornamentado de líneas entrecruzadas con la regla de «corta y pasa», donde la cinta pasa primero por encima con la que se cruza y en el siguiente encuentro por debajo, formando estrellas, en este caso, de ocho puntas y figuras poligonales, una solución aún más cercana a los diseños islámicos que en el resto de tramos.

Como en todos los trabajos de carpintería de armar con lacería que aún se conservan en la Región de Murcia, la armadura de estos falsos almizates es apeinazada; es decir, la labor de lacería forma parte de la estructura, a diferencia de las armaduras ataujeadas, de origen musulmán y donde los elementos que forman la lacería están clavados a unos tableros que, a su vez, se sujetan a la estructura. (Cantero 2011,140).

Los arrocabes se han resuelto de una manera simple, sin policromía ni motivos decorativos, con doble alicer o tabica de madera y tres tocaduras (molduras), dejando así todo el protagonismo a los falsos almizates.



Figura 6
Trasdós del faldón de cubierta durante las obras de restauración. Destaca la solución de cinta y saetino así como la colocación de listones sobre los pares, dejando finalmente una pequeña cámara de ventilación

Con el desmontaje completo de la cubierta de teja realizado en la última intervención en la iglesia se pudo comprobar que sobre las alfardas o pares de madera de la techumbre se disponían unos listones, a modo de rastreles, sobre los que apoyaban los entablados que recibían las tejas (figura 6). Esta solución dejaba un espacio, de varios centímetros, que permitía cierta ventilación, algo muy importante para ayudar a secar la madera en caso de pequeñas filtraciones de agua de lluvia, lo que sin duda había ayudando a conservar de manera relativamente óptima esta techumbre. La intervención mantuvo esta solución aunque con el refuerzo de los listones se consiguió una mayor cámara de aire (de unos 10 cm) y los nuevos entablados de madera (lo originales eran irrecuperables) son hidrófugos y están protegidos por un onduline sobre el que apoyan las tejas.

Por último destacar que con la restauración integral, realizada entre 2006 y 2008 por el arquitecto Juan de Dios de la Hoz, la caravaqueña iglesia parroquial de La Purísima Concepción ha «recuperado» su monumentalidad. Los faldones y los falsos almizates muestran el colorido original de la ornamentación, acrecentando así los valores patrimoniales de este templo, todo un referente cultural y social, así como un singular ejemplo de carpintería de lazo en la Región de Murcia.

NOTAS

1. «Las iglesias de arco de diafragma fueron muy abundantes en número en tierras valencianas. (...) llegaron a constituir la fórmula más frecuente y habitual para la construcción de iglesias en la Valencia medieval.» (Zaragozá 2017, 142)
2. En Cehegín, la Cofradía de Nuestra Señora de La Concepción, constituida en 1534, construirá la ermita, actual iglesia, de Ntra. Sra. de La Concepción, iniciada alrededor de 1538, consagrada el 9 de enero de 1556 por el obispo de Modrusia don Diego de Loaysa (este obispo consagró La Purísima Concepción de Caravaca cuatro días después, el 13 de enero) y terminada a mediados del siglo XVI, y anexo un Hospital de Caridad. En Mula, la Cofradía de La Purísima Concepción construirá una iglesia (terminada en 1577), que en la actualidad forma parte del Convento de San Francisco, y el Hospital de San Pedro. En todos los casos el edificio del hospital ha desaparecido pero en Caravaca y Cehegín sí se conservan las techumbres de madera de las iglesias, ambas resueltas con carpintería de lazo y policromía. En Mula, sólo se conserva un pequeño tramo de la techumbre de madera, sin lacería y oculto por la bóveda de lunetos de la nave central.
3. A partir de esta afirmación, prácticamente todos los textos sobre la techumbre de la iglesia de La Purísima Concepción de Caravaca de la Cruz adjudican la autoría al carpintero local Baltasar de Molina, del que se añade «seguramente morisco». A lo que hay que añadir lo inapropiado del uso del término «artesonado» para esta techumbre (o para las soluciones de par y nudillo). Esta cuestión, junto con los conceptos «techumbre morisca» o «iglesia mudéjar», aplicados indebidamente a las iglesias murcianas se analizan en *Carpintería de armar con lacería en iglesias de la Región de Murcia. Conceptos básicos y características de estas techumbres de madera* (Collado 2021).
4. Gutiérrez-Cortines (1987, 453) documenta que entre los años 1540 y 1543, Martín de Homa contrató varias reparaciones en el castillo de Cehegín, por lo que argumenta que es muy probable que participara en la construcción de la iglesia de Nuestra Señora de La Concepción de Cehegín. La proximidad entre Caravaca y Cehegín (unos 6 km) y las similitudes ya comentadas en la construcción de ambas iglesias de La Concepción dan pie a pensar que también el carpintero Juan Miravete, y no Baltasar de Molina, podría haber participado en la realización de la techumbre ochava con lacería de la iglesia de Cehegín, un caso único de este tipo de solución en Murcia (Collado 2022, 252).
5. El libro de *Quantas* de 1540 a 1565 refleja pagos a los canteros vizcaínos Martín de Alvite, Juan de Oñate y Vicente Llanos, además de otros nombres de los que no

se añade procedencia, como Pedro de los Corrales, quién también trabajó en la iglesia de El Salvador.

6. Maestro cantero, sobrino del que fue Maestro Mayor de las obras de la Diócesis de Cartagena hasta su fallecimiento en 1607: Pedro Monte de Isla (Pozo 2002, 52), del que se desconoce su origen.
7. Cantero procedente de Baza (Granada), que realiza la traza de la torre de El Salvador, junto a Martín de Baranza, y dirige su construcción (Pozo 2002, 55-57). Entre 1625 y 1627, Damián Pla trabajó en la Catedral de Murcia, falleciendo en 1628.
8. Según consta en los libros de *Quantas* de la Cofradía, la madera de pino con la que se realizan los andamios, cimbras y la techumbre de la nave procederá del paraje de Majaracán (Alto de Inazares), a unos 40 km de Caravaca y que pertenece al término municipal de Moratalla. Esta madera será suministrada, inicialmente por el maderero Juan de Salas (hasta 1556) y a partir de 1603 por Pedro de Pierres, ambos de origen francés.
9. Carpintero afincado en Caravaca de la Cruz. En 1557 la Cofradía de Nuestra Señora de La Concepción y San Juan de Letrán acuerda que Juan Miravete haga una capilla en la iglesia de La Purísima Concepción a su costa y se la quede en propiedad, a cambio de hacer unas andas, un púlpito y un atril. Todo esto nos induce a pensar que se trata de un «cristiano viejo» y no de un morisco.
10. «*Tratose en este cabildo q la obra de la Yglesia que se ha corrido esta rrematada en baltasar de molina, carpintero, vecino de esta villa conforme a las condiciones con que la dha obra se ha corrido y rrematado. Se le a de dar luego la tercia parte de lo que monta el preçio en que se remato doçientos y cincuenta y ocho ducados, en que entran treze ducados que se ganaron de prometido, los ocho ducados que ganon gines de lagos, vezino de la puebla don fadrique y los cinco ducados el dho baltasar de molina*» (ACM. LC 1587-1618, fol. 314v-315r).
11. En la primera jácena del faldón de madera del coro, en el lado del evangelio, hay una inscripción que dice: «*cacabose de cubrir año de 1605*» lo que confirmaría la conclusión de la techumbre de madera ese año.
12. Al no tratarse de armaduras de par y nudillo sino de alfarjes inclinados y apoyados en arcos transversales, muchos autores consideran que el paño central y horizontal de estas soluciones de carpintería de armar, tengan o no lacería, no pueden considerarse almizates (o harneruelos), sino «falsos almizates».
13. Además de por su facilidad de traza (Nuere 2000, 228; Nuere et al. 2019), la estrella de ocho puntas se ha usado preferentemente en las techumbres de iglesias porque el número ocho en el cristianismo significa la «resurrección o transición entre cielo y tierra». En la Región de Murcia, todas las soluciones de carpintería de lazo desarrollan estrellas de ocho puntas.

LISTA DE REFERENCIAS

- Cantero Mancebo, Sacramento 2011. Techumbres históricas de estilo mudéjar en los templos murcianos. Estado de la cuestión. En *XXII Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia*, 139-148. Murcia: Tres Fronteras Ediciones.
- Collado Espejo, Pedro Enrique 2021. Carpintería de armar con lacería en iglesias de la Región de Murcia. Conceptos básicos y características de estas techumbres de madera. En *Imafronte*, 28: 1-15. Universidad de Murcia.
- Collado Espejo, Pedro Enrique 2022. La techumbre ochava con lacería de la iglesia de Ntra. Sra. de La Concepción, en Cehegín (Murcia). En *Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, 251-258. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Gutiérrez-Cortines Corral, Cristina 1987. Las iglesias de techumbre de madera. En *Renacimiento y arquitectura religiosa en la antigua Diócesis de Cartagena*, 435-479. Murcia: COATMU.
- Gutiérrez-Cortines Corral, Cristina; Griñán Montealegre, María 1996. La devoción en el espacio: las ermitas en los territorios de las Órdenes Militares. En *Imafronte*, 10: 51-60. Universidad de Murcia.
- Nuere Matauco, Enrique 2000. *La carpintería de armar española (2ª edic.)*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Nuere Matauco, Enrique; Franco Rodríguez, Elena; Fernández Cabo, Miguel C. 2019. Armaduras de lazo toledanas. Evolución de las trazas geométricas con estrellas de ocho puntas y su relación con los diferentes sistemas constructivos empleados. En *Informes de la Construcción*, 71 (556): e317. Madrid.
- Pérez Sánchez, Alfonso E. 1960. Iglesias mudéjares del Reino de Murcia. En *Arte Español*, vol. 23, 91-112. Madrid: Revista Española de la Sociedad de Amigos del Arte.
- Pozo Martínez, Indalecio 2002. La iglesia parroquial del Salvador, Caravaca (Murcia). En *Murgetana*, n°106, 37-67. Murcia: Real Academia Alfonso X El Sabio.
- R.D. 2881/1983, de 21 de septiembre, por el que se declara monumento histórico-artístico, de carácter nacional, la iglesia parroquial de La Purísima Concepción, en Caravaca de la Cruz (Murcia). BOE n°. 275, de 17 de noviembre de 1983 (Con la aprobación de la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español, pasa a ser BIC con categoría de monumento).
- Tormo Monzó, Elías 1923. *Levante*. Madrid: Editorial Calpe.
- Torres Balbás, Leopoldo 1949. Arte almohade. Arte nazari. Arte mudéjar. En *Ars Hispaniae. Historia Universal del Arte Hispánico. Vol. Cuarto*. Madrid: Editorial Plus Ultra.
- Zaragozá Catalán, Arturo 2017. Las Iglesias de arcos de diafragma y techumbre de madera en el levante hispánico. En *Pax Christi 1505-2002. V Centenario de la fundación de las parroquias del Valle de Ricote*. 138-151. Murcia: Consejería de Cultura, Juventud y Deportes.

El doble arco tranquil y su huella en la arquitectura del siglo XVIII en México

Alejandra Contreras Padilla

ANTECEDENTES EN TRATADOS DE ARQUITECTURA, SU FUNCIONAMIENTO Y ESTÉTICA-CONSTRUCTIVA

En la literatura española encontramos el término «capiteles pinjantes», para definir un sistema compositivo – estructural, que parte de la conformación de un arco cuya piedra clave, se encuentra invertida hacia el intradós, produciendo un efecto visual de un elemento suspendido o de un elemento faltante, en este caso la columna y sólo estuviera el capitel. Este recurso, si bien tiene una solución principalmente funcional, ya que al generar un claro más grande entre los muros o intercolumnios, permite espacios y circulaciones más amplias, responde a una solución constructiva que permite el desarrollo de un gran arco subdividido en secciones.

Los capiteles pinjantes o arcos con claves pinjantes, los podemos identificar de dos formas, la primera con los aparejos abovedados con la piedra clave invertida o en pinjante, conformado un perfil continuo, simulando la formación de dos arcos sucesivos que se delinearán sobre un plano con capitel suspendido entre los dos arcos. Esta solución va a generar variantes que permitan la integración de más arcos y de más piedras claves.

El segundo tipo, se origina por la intersección de dos arcos o de dos series de arcos sucesivos pertenecientes a dos planos perpendiculares entre ellos y tiene el capitel suspendido en el punto de encuentro de

los dos planos. Este sistema se utilizará principalmente en las bóvedas de crucero.

Otro elemento importante para considerar será la circulación de los Tratados de Arquitectura, que, si bien hay construcciones que utilizan este recurso arquitectónico desde la época medieval en Europa, se retomará este doble arco tranquil por su excepcional solución embonando con los recursos estilísticos del arte manierista y barroco, como lo demuestra el Tratado de arquitectura del año 1757, en el que la figura 18 en la esquina inferior derecha, muestra precisamente un doble arco con dovela invertida. Libro II. De la descripción y fábrica de los arcos, y Bóvedas cilíndricas,

De aquí fe colige también el modo de formar los arcos pendientes, cuyos pies de una parte se juntan en uno que no llega al suelo, quedando al parecer entrambos arcos pendientes en el ayre, como fe ve en la fig. 18. Fabricanfe formando un arco elíptico rebaxado, u de cordel, y dexando la llave, y fus colaterales tan largas, que lleguen a formar las dos periferias cóncavas de los arcos menores: y fi acafo no bastaffen las dichas piedras á formar el pie pendiente, se añadirán otras, uniéndolas con las de arriba con gafas de hierro: lo que no lleva peligro alguno, pues lo mismo es cargar el arco elíptico con peso fobrepuerto á la clave, que con pefo pendiente de ella. El método de fu fabrica fe colige de lo dicho en los antecedentes (Tosca, 1757, 119)

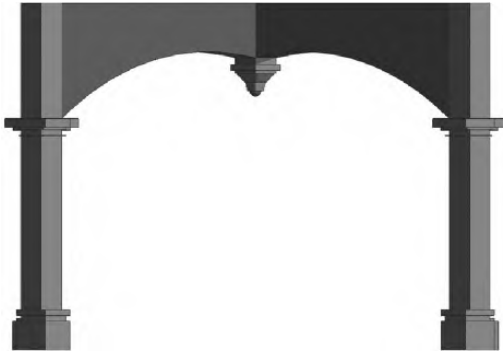


Figura 1
Se muestra el principio estructural en el que se forma un solo arco de columna a columna, y al centro la piedra clave con pinjante invertida. (Dibujo: A. Contreras)

Por lo definido en la descripción, es evidente que no es un mero recurso estilístico, es una solución geométrico-constructiva, ya que es un arco que está soportando el peso de la estructura que está sobre él y que de igual forma, distribuye el peso de las cargas hacia los costados, simplemente la piedra clave está invertida generando un efecto óptico de suspensión del elemento, pero el arco está funcionando como elemento estructural.

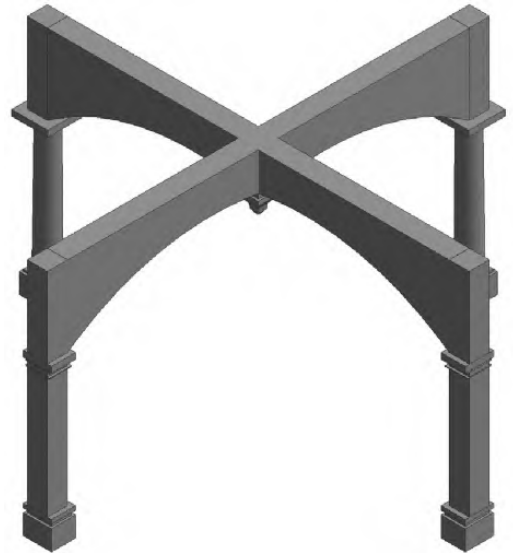


Figura 2
Se presenta la intersección de dos arcos compartiendo la piedra clave. (Dibujo: A. Contreras)

En el caso de México, varios factores permitieron una mayor producción arquitectónica hacia la segunda mitad del siglo XVIII, primero, como parte de los problemas que enfrentó la ciudad al ubicarse en una zona lacustre, y como consecuencia las frecuentes inundaciones y los daños por sismos, varios edificios habían resultado dañados o se encontraban en malas condiciones y era necesaria una reconstrucción. Otro factor de impacto fue el auge económico, producto entre otras cosas por las Reformas Borbónicas, derivado del aumento en la extracción del oro y la plata de las minas, lo que trajo un mayor flujo de comercio trasatlántico entre Asia, América y Europa, lo que originó una bonanza económica.

Finalmente, el factor detonante en la consolidación de los constructores, será la especialización en el gremio, gracias a los conocimientos de geometría y matemáticas difundidos por medio de los Tratados de Arquitectura, sumándose estudios de cantería, trazado, cálculo y estereotomía aunado a la legislación del oficio mediante las Ordenanzas, lográndose una madurez en las técnicas constructivas desarrolladas por los arquitectos.

En este sentido, habrá dos documentos fundamentales que impactaron a los arquitectos novohispanos, el primero será el de las Ordenanzas formadas en

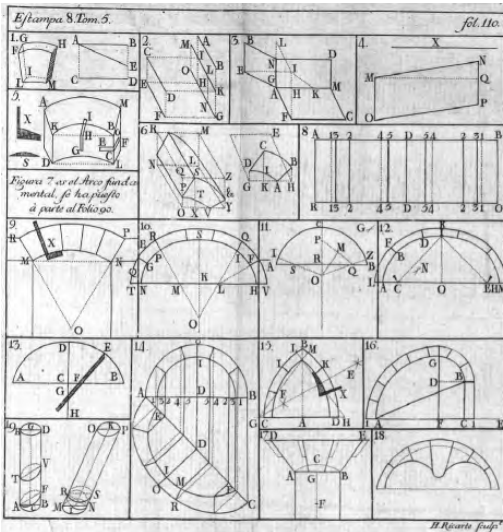


Figura 3
Catálogo de arcos que se definen en el Tratado, con el número 18, el que se caracteriza por la piedra clave invertida. (*Compendio Mathematico*, p. 109)

1735, en el que se da un cambio radical en lo establecido en el gremio, modificándose las de 1599 ya que, en las nuevas, se establece de manera categórica, la necesidad de mantener los conocimientos indispensables de geometría y matemáticas para la actividad constructiva, requerimiento que se establece en el numeral 11:

... Cualesquiera que pretendieran examen de este arte hayan de ser españoles, de conocida calidad, procederes y costumbres, lo que ha de constar por plena información, como asimismo el que hayan aprendido con escritura y con maestro arquitecto y examinado, con principios de geometría, por ser necesarísimo el que hayan de ejercitar todos los empleos como también el que sepa montar, reducir, quadrear, cubicar, etc. Que hayan de saber leer, escribir, y contar, por ser como es también preciso y que haya pasado seis años de oficial de uno de los tres ejercicios mencionados, practicados en obras públicas (Reyes y Cabañas, 2004, 47-48).

«Las Ordenanzas de Arquitectura de la ciudad de México», fue un documento que desarrollaron los arquitectos Pedro de Arrieta, Miguel Custodio Durán, Miguel Joseph de Rivera, Manuel Álvarez, Joseph Eduardo de Herrera y Francisco Valdez, fechado el 7 de diciembre de 1735, arquitectos con renombre y gran trayectoria, fueron quienes establecieron las medidas que regularía la profesión del arquitecto. Fueron elaboradas por los Maestros veedores de arquitectura para su aprobación. En este sentido, vemos el papel que desempeñó Pedro de Arrieta como Maestro Mayor de la Catedral, Maestro Mayor de la Ciudad de México y Maestro Mayor del Santo Oficio, por lo que su formación y estatus dentro del gremio será contundente en los procesos de construcción que se llevaron décadas posteriores.

Hasta este momento, al menos en la Nueva España la geometría euclidiana seguía teniendo suma importancia en la materialización de la arquitectura, la geometría descriptiva se desarrollará posteriormente ya con los estudios ilustrados que se impartirán en las Academias. Pero regresando a la geometría descriptiva, esto se puede verificar también en el segundo documento que será un referente para los constructores, que es el manuscrito anónimo titulado *Arquitectura mecánica conforme a la práctica de esta Ciudad de México*, publicada entre 1740-1760, en el capítulo referente a “Ynstrumentos y Libros que ha de tener un maestro”, conmina a estudiar los Elementos de Eu-

clides, “en el mismo orden que allí se hallan, luego los demás Tratados”, en este sentido se refuerza la hipótesis en la que se establece que el conocimiento de estudios como el cálculo, la estereotomía, la geometría aunado a la práctica del oficio, definieron la labor de los constructores.

EL BARROCO EN MÉXICO Y LA MADUREZ ARQUITECTÓNICA DE LOS CONSTRUCTORES

El siglo XVIII en México se caracterizó por el arte Barroco, caracterizado por la suntuosidad y las formas caprichosas, que tendrán sus propuestas edilicias muy definidas. El primer inmueble que se tiene identificado con esta solución de un doble arco tranquil con piedra pinjante es el palacio de la Inquisición, construido por Pedro de Arrieta entre 1732-1736 en la Ciudad de México.

Por el uso del inmueble, se le da acceso por medio de la esquina para relacionar lo que pasa en el patio con la plaza exterior, dando una solución sumamente innovadora para la época, ya que, al ubicar el acceso en la esquina, en el interior se elimina la columna de la esquina del claustro, con esta solución de un doble arco que permite liberar hacer un claro más ancho.

Este edificio se volverá un referente sobre todo después de la segunda mitad del siglo XVIII, ya que el arco con claves invertidas con pinjantes se convertirá en un recurso estético constructivo utilizado en distintos inmuebles de uso civil y religioso.



Figura 4
Doble arco tranquil interceptado con la piedra clave invertida a modo de pinjante. Antiguo Palacio de la Inquisición. (Fotografía: A. Contreras. Agosto, 2018)

CASOS DE ESTUDIOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

La producción edilicia será muy prominente, tanto en arquitectura civil como religiosa, identificándose varios inmuebles con esta solución constructiva, se mencionarán los casos de estudio en función de la forma en que se le usa, y no desde el punto de vista cronológico o del autor de la obra, siendo el común denominador que todos los edificios que se presentan a continuación se construyeron hacia la segunda mitad del siglo XVIII, en donde esta solución se convierte en un elemento característico de los edificios.

Entrepisos

Es de destacar el papel que desempeñó el arquitecto Francisco Antonio Guerrero y Torres, en la segunda mitad del siglo XVIII, ya que tuvo una práctica importante del oficio al igual que en su momento Pedro de Arrieta en la primera mitad del siglo. Guerrero y Torres, construyó varios edificios religiosos y civiles mostrando su capacidad no solo como gran constructor, si no al ostentar nombramientos como el de Maestro Mayor de la Inquisición, cargo que había tenido Pedro de Arrieta.

Y es probablemente que precisamente después de la obra de Arrieta con el edificio del Santo Oficio, el sotocoro del Templo de Nuestra Señora del Pilar sea el segundo caso de maestría constructiva, al librar un claro de aproximadamente 14 metros con un solo arco trilobulado. El Templo de Nuestra Señora del Pilar o de la Enseñanza, inició su construcción entre 1772 y 1778 como parte del templo anexo al Convento dedicado a la enseñanza de niñas, en donde se impartían clases de lectura, música y diversas labores, se cree que la capilla se realizó en la antigua cochera del convento, de ahí que solo tenga un acceso hacia la antigua calle de Cordobanes (Hoy calle de Donceles), ya que las capillas de los conventos de mujeres generalmente tenían dos accesos. La capilla es de forma rectangular con las cuatro esquinas ochavadas, con una gran cúpula en la nave principal. El espacio de la nave se divide prácticamente en tres secciones, el presbiterio, la nave propiamente y el espacio del sotocoro, que es en donde se encuentra el mayor alarde de esta pieza arquitectónica de las más representativas del barroco mexicano.

El sotocoro presenta un arco fajón trilobulado o tres medios arcos con dos piedras clave pinjantes y decorados con arquivoltas, librando un claro de 14 metros. Sobre el sotocoro una bóveda vaída de ocho gajos que generan el coro en la planta alta.

Accesos

En el texto *Arquitectura Mechanica*, se menciona en la sección de elementos arquitectónicos el tema de las portadas de los edificios. Cuando se habla de las puertas, se refiere al marco de cantera, definiéndose toda una composición de los elementos estilísticos que debía llevar el marco de la puerta.

Puerta. Se compone de zoclo de tezontle de una cuarta de chiluca de una o dos piedras según el dueño de la obra. Basa, sobrepasa de chiluca, pues derechos de cantería, su número según el claro de la puerta desde cinco piedras hasta once según fuere el claro (...) De todas estas especies hay una jamba que llaman. Hay dos jambas, hay moldados, acojinados, hay de moldura, hay de medio relieve acojinados, y moldados de mucho vuelo. (Cortés, 2019, 39)

En este sentido, las fachadas de los edificios tanto civiles como religiosos, ostentarán fachadas ricamente ornamentadas cumpliendo con los lineamientos mencionados, por lo que será un recurso que deban acatar los arquitectos para la elaboración de sus obras.

Como se mencionó anteriormente, uno de los arquitectos más importantes por la cantidad de edificios que construyó será fue el Arquitecto Francisco Antonio Guerrero y Torres, quien diseñó y construyó



Figura 5

Triple arco tranquil en el sotocoro del Templo de Nuestra Señora del Pilar (Foto. Alejandra Contreras. Marzo, 2016)



Figura 6
Templo del Pocito. Fotografía. (A. Contreras. Agosto, 2015)

el Templo del Pocito en la villa de Guadalupe, que inició en 1777 y quedó concluida en 1791. Uno de los edificios más barrocos en México por el diseño de su planta circular probablemente inspirada en una de las ilustraciones del Tercer Libro de Serlio, que resguarda un manantial de aguas minerales a las que se le atribuían poderes medicinales.

La portada principal del templo, ubicada al poniente que es la que da acceso al «Pocito», se encuentran revestidas de tezontle, y los vanos de puertas y ventanas en forma de estrellas tienen ricas decoraciones en piedra labrada. Pero no sólo la particular forma del edificio llama la atención si no el acceso principal con un arco polilobulado con triple pinjante generando un acceso más amplio.

Prácticamente son arquitecturas contemporáneas la capilla del Pocito y el Templo de la Enseñanza, por lo que la construcción de estos elementos como los triples arcos polilobulados con pinjantes suspendidos fue una práctica recurrente en la obra de Guerrero y Torres.

Casa del Conde de la Torre de Cossío y de la Cortina

Siguiendo con el diseño de los accesos, encontramos el Palacio del Conde de Torre de Cossío y de la Cortina edificado entre 1781 y 1791 en parte del terreno que ocupó la casa de Don Juan Manuel de Sotomayor. Actualmente el inmueble se ubica en la calle de República de Uruguay # 90. Un edificio de uso mixto como se acostumbraba en la época, en la planta baja accesorias de uso comercial cuya recaudación servía para el mantenimiento del propio edificio, el entresuelo con habitaciones y espacios destinados al administrador y el primer piso o la planta noble, que era el espacio habitacional de la familia, de este edificio no se conoce el nombre del artífice de este inmueble, pero al ser un palacio, debió ser de un arquitecto. También llama la atención que siendo una construcción de la última década del siglo XVIII cuando ya estaba en boga el estilo neoclásico, este edificio siga los cánones del barroco.

A la usanza de los edificios barrocos característicos de la ciudad de México, el muro de la fachada se encuentra recubierto de piedra tezontle rojizo y los vanos de puertas y ventanas enmarcadas con jambas de cantería gris de Chiluca. A pesar de no encontrarse en la esquina, tiene un remate tipo torreón y el último piso está coronado por unos pináculos. Lo que sobresale de este inmueble es el acceso principal formado por un arco trilobulado profusamente decorado con dos pinjantes invertidos, enmarcado por dos columnas puristas de capitel jónico con fuste estriado.

Escaleras

Casa de los Condes de Santiago de Calimaya

Entre los casos de estudio, tres pertenecen al mismo constructor, Francisco Antonio Guerrero y Torres



Figura 7
Acceso del antiguo Palacio del Conde de Torre de Cossío y de la Cortina en República de Uruguay # 90. (Foto: A. Contreras Febrero, 2019)

quien se desempeñó como Maestro Mayor de las Obras y del Estado del Marquesado del valle de Oaxaca, autores como Gabriel Loera (1982,62), consideran que su obra cumbre fue “El Templo del Pocito” referido anteriormente, lo que derivó en que tuviera más demanda como arquitecto, principalmente en las clases adineradas de la época. Es así como inicia la construcción de dos casas señoriales para las casas principales del Mayorazgo de Guerrero en la actual calle de Moneda, y en entre 1777 y 1781, reedificó desde los cimientos la casa principal de los Condes.

Para Ignacio González Polo, el adjetivo con el que se conoció a la Ciudad de México como «La ciudad de los Palacios» se le debe a Guerrero y Torres (2006, 177), quien intervino varios inmuebles de la arquitectura habitacional nobiliaria, aportando características muy específicas a las obras, como el recubrimiento de tezontle en las fachadas, los enmarcamientos de vanos de puertas y ventanas con cantería y las decoraciones en los accesos, definiendo la tipología característica de la segunda mitad del siglo XVIII novohispano.

En el estudio desarrollado por Francisco Javier González (1994, 105) menciona que el inmueble se encontraba en estado ruinoso por la afectación de un sismo en el año 1768, que había muros desplomados y techos colapsados por el mal estado de la madera, por lo que en 1775 se contrató al arquitecto Francisco Guerrero y Torres para reedificar la casa. Prácticamente



Figura 8
Arranque de la escalera del Antiguo Palacio de los Condes de Santiago de Calimaya. (Foto: Alejandra Contreras, mayo 2018)

mente se volvió a construir en dos plantas, con accesorias en la planta baja y en el primer piso, la planta noble.

Si bien, la fachada del edificio presenta características estilísticas importantes, el mayor aporte en este inmueble se encontrará en el interior. A diferencia del partido arquitectónico de los edificios novohispanos en general, en los que se componen de una serie de crujías en torno a un patio, y donde el cubo de la escalera se encuentra de frente al acceso principal, en este caso la escalera, se ubica hacia el norte, esto es, del acceso en la crujía de lado izquierdo.

El arranque de la escalera esta flanqueado en sus costados por dos leones labrados en cantería, las cuales se encuentran enmarcadas por un amplio arco rebajado trilobulado con dos piedras claves suspendidas. Tanto en planta alta como en la baja, el claro del cubo que da hacia los corredores sostenidos por arcos rebajados trilobulados, simulan un artificio estructural de tres arcos a los que se retiraron las columnas centrales.

Universidad Real y Pontificia de México

La Universidad Real y Pontificia de México, según consta en los expedientes, se encontraba en un estado avanzado de deterioro por lo que era necesario hacer una intervención, además, sirvió esto para poder modernizar el inmueble con la estilística del momento, que era el barroco. Con base en los estudios de Glorinela González Franco, se realizó un concurso y la



Figura 9
Cubo de escalera del Antiguo Palacio de los Condes de Santiago de Calimaya. (Fotografía: Alejandra Contreras, mayo 2018)

obra fue ganada por Idelfonso Iniesta Bejarano (1990a, 6), quien ostentaba ya varios cargos como ser el alférez de las Milicias reales, maestro Mayor de Arquitectura de la Nueva España, agrimensor de la real Audiencia y Alarife Mayor de esta nobilísima ciudad de México, y autor de varias obras importantes en la ciudad. Un dato de suma importancia será que trabajó como sobrestante de Pedro de Arrieta en la obra del Hospital de Jesús, y se examinó como arquitecto en 1744.

Las obras de la Universidad fueron realizadas entre 1758-1761, que incluyeron la fachada exterior, los interiores del salón general, la capilla y la escalera (González Franco, 2005b, 57). Lamentablemente este edificio fue destruido en 1910 a consecuencia de la renovación de las instalaciones y los estatutos de la propia universidad, en donde se quería hacer esa actualización “rompiendo” con su historia virreinal y decimonónica consideradas un lastre para el avance de la educación. Pero se conservan fotografías de la época que permiten identificar los elementos constructivos en este caso también de la escalera monumental del edificio universitario. En este caso, un arco rebajado con una piedra clave pinjante suspendida, para librar un claro de más de 10 metros aproximadamente. Las enjutas que se forman entre los arcos están profusamente decoradas y se distinguen elementos decorativos, probablemente tres ángeles, uno en cada extremo y coronando el pinjante el tercero.

Sobre en la parte superior del arco, formado un pasillo se ubican tres arcos rebajados sobre pilastras ricamente



Figura 10
Imagen del doble arco tranquil que estuvo en la escalera principal de la Universidad Real y Pontificia de México. (Referencia: Fototeca INAH)



Figura 11
Planta alta de la escalera universitaria. (Referencia: Fototeca INAH)

decoradas, pareciera son de cantería labrada a manera de estípites y el conjunto está enmarcado con dos pilastras tableadas.

El espacio del cubo de la escalera, al igual que el del Palacio de Calimaya, responden a la jerarquía del inmueble, con escaleras señoriales de una rampa en la planta baja y a partir del descanso de forman dos brazos para llegar al primer piso, aunado a la escala y la profusa decoración en columnas, arcos y muros.

REFLEXIONES FINALES

El edificio del Santo Oficio será el precursor de esta solución estético-constructiva, que definirá un referente para construcciones posteriores. Tuvieron que intervenir varios factores para que se diera la produc-

ción edilicia tan rica en recursos, primero, que se originó debido a la consolidación de conocimientos técnicos por parte de los constructores como los relacionados con los estudios de estereotomía, geometría, cálculo, así como los de traza y corte de cantería, que permitieron a los arquitectos de la segunda mitad del siglo XVIII en la ciudad de México, explorar más soluciones arquitectónicas con esta técnica.

Si bien, este tipo de soluciones ya se conocían en España tanto por los Tratados de Arquitectura, como por los edificios góticos que utilizaron estos arcos con «capiteles pinjantes», en el caso mexicano estaba faltando esa consolidación del oficio que se dará hasta el siglo XVIII. Utilizándose esta técnica constructiva de manera indistinta entre bóvedas de claustro, entrepisos, dinteles de vanos y librando grandes claros para la época como los cubos de las escaleras o hasta soportar un sotocoro, demostrándose que fue una técnica bien aprendida.

También es importante resaltar la producción edilicia al menos de dos de los tres constructores que se consideraron como casos de estudio, por lo que puede asumirse el poder que llegaron a tener tanto Francisco Guerrero y Torres como Iniesta Bejarano en la construcción del México novohispano de la última mitad del siglo XVIII. Aunque el trabajo aquí desarrollado se centra en la ciudad de México, en el interior del país, se materializaron varios edificios con la misma técnica constructiva en el mismo periodo.

Finalmente, hay evidencias por la sucesión de hechos históricos que permiten identificar la importancia de la obra de Pedro de Arrieta para la producción edilicia en el siglo XVIII, primero por la construcción del edificio de la inquisición, segundo, como formador de arquitectos ya que Iniesta Bejarano se formó en su taller, y en tercer lugar y no menos importante la participación de Arrieta en la elaboración de las Ordenanzas que regularon el quehacer de los constructores, en donde se establece claramente que quienes ejerzan el oficio deberán ser arquitectos examinados, que sepan de geometría, dibujar montañas, reducir, cuadrar, cubicar, que sepan leer, escribir y contar, y que al menos tenga seis años como oficial en alguno de los gremios, aunado a los Tratados de Arquitectura que circularon durante el citado siglo, generando que en conjunto se diera un cúmulo de información y legislaciones que propiciaron la especialización de los constructores.

LISTA DE REFERENCIAS

- Contreras Padilla, Alejandra. 2019. Pedro de Arrieta y el Tribunal del Santo Oficio. En: *III Tercer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de La Construcción*. México: Facultad de Arquitectura-UNAM, Sociedad Española de Historia de La Construcción, Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Universidad Politécnica de Madrid.
- Cortés Rocha, Xavier, et.al. 2011. *Pedro de Arrieta. Arquitecto (1692-1738)*. México: CONACULIA-UNAM.
- Cortés Rocha, Xavier. 2019. *Arquitectura mecánica. La profesión y el oficio*. México: UNAM, Facultad de Arquitectura e Instituto de Investigaciones Bibliográficas.
- Escobar Duran, Alejandro; Rea Torres, Claudia María Teresa y Trejo Reyes Luis Eduardo. 2018. *Templo de la Enseñanza (Iglesia de Nuestra Señora del Pilar)*. Tesis de Ingeniero Arquitecto México: Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco, Instituto Politécnico Nacional.
- González Franco, Glorinela. 1990. Un Arquitecto Novohispano: Ildefonso De Iniesta Vejarano Y Durán (1716-1781). *Boletín De Monumentos Históricos*, n.º 11 (diciembre):2-9.
- González Franco, Glorinela. 2005. El Arquitecto Ildefonso se Iñiesta Vejarano y Durán y su Familia. *Boletín De Monumentos Históricos*, n.º 4 (agosto): 55-74.
- González Cárdenas, Francisco Javier. 1994. *El Palacio o casa nobiliaria en la Nueva España*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Arquitectura. México: Facultad de Arquitectura, UNAM.
- González-Polo Acosta, Ignacio Francisco. 2006. *Vida y obra del arquitecto Francisco Antonio Guerrero y Torres (1727-1792)*. Tesis para obtener el Título de Doctor en Historia, México: Colegio de Historia. Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.
- Jiménez Pérez, Juan. 1992. *Capilla del Pocito*. México: INAH- CONACULTA.
- Loera Fernández, Gabriel. 1982. Francisco Antonio Guerrero y Torres, arquitecto y empresario del siglo XVIII. *Boletín De Monumentos Históricos*, n.º 8 (diciembre):61-84.
- Mas-Guindal Lafarga, Antonio José. 2021. *Mecánica de las estructuras antiguas o cuando las estructuras no se calculaban*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Prada, Natalia Silva. 1996. Oficio y Arte: Don Ildefonso de Iniesta Bejarano, Un arquitecto novohispano, 1716-1781. *Historia Mexicana* 46, no. 2 (1996): 279-323.
- Reyes y Cabañas, Ana Eugenia. 2004. Las ordenanzas de arquitectura de la Ciudad de México de 1735. *Boletín De Monumentos Históricos*, n.º 1 (agosto):41-49.
- Tosca, Iomás Vicente. 1757. *Compendio Mathematico: en que se contienen todas las materias principales de las Ciencias, que tratan de la cantidad. Tomo V. Que comprehende Arquitectura Civil, Monte y Cantería. Architectura militar, Protechnia y Artilleria*. Valencia: Imprenta de Joseph García.

Al servicio del Rey de España: Francesco Prestino y la obra de construcción de los circuitos bastionados

Annalisa Dameri

1648: durante el asedio de Cremona,¹ Francesco Prestino, ingeniero militar y supervisor de obras del Estado de Milán, muere por un disparo de mosquete. Como suele suceder cuando muere un ingeniero militar, el archivo personal, valioso patrimonio de mapas y planos resultado de los muchos encargos estratégicos para la seguridad del Estado, ha de conservarse inmediatamente en un lugar seguro; entre estos folios se anidan demasiados secretos e informaciones cruciales. En este caso, en lugar de guardar tal documentación en los archivos del Estado, se le entrega con el encargo de conservarla a Gaspare Beretta, alumno que le había acompañado en muchas operaciones militares (De Caro 1967, Viganò 2009).² Esta decisión determina también la fortuna, o, mejor dicho, la desafortuna crítica de Prestino: las andanzas del alumno, sus proyectos y escritos ofuscarán la memoria del maestro.³

«LE FORTEZZE NON SI POSSONO RUBBARE SE NON CON INGANNI O TRADIMENTI»⁴

Un documento data el inicio de la actividad de Francesco Prestino en 1629: en la declaración se reconstruye la carrera del ingeniero, haciendo especial hincapié en los aumentos de salario.⁵ La actividad se intensifica, y ello consta por un mayor acopio de documentación, en la década de los treinta: la situación

política entre el Estado de Milán y el Ducado de Saboya, en el norte de la península italiana, se recrudece y los ingenieros militares al servicio del gobernador español se dedican constantemente a realizar levantamientos y planos de murallas y proyectos de refuerzo, especialmente en las ciudades de frontera, que deben oponerse a todo y posible ataque que pudiera llegar por el oeste. De todas éstas, Novara, perteneciente a los milaneses, pero cuya cercanía a la ciudad saboyana de Vercelli la expone sobremanera a posibles ataques por parte del Ducado de Saboya, es objeto de los trabajos de Prestino, quien, a principios de los años treinta, firma algunos informes. En uno de éstos, escrito alrededor de 1632 y dirigido al duque de Feria,⁶ se reafirma la necesidad de construir medias lunas para evitar que los ejércitos enemigos se acerquen peligrosamente a la ciudad de Novara.

El informe es una disertación teórica sobre el uso de los varios elementos que forman la muralla urbana fortificada y las necesarias obras externas, y el ingeniero lo escribe partiendo de su experiencia adquirida. Prestino pone de ejemplo y testimonio el asedio de Casale Monferrato de 1630: él mismo ha realizado un plano, que más tarde se editaría, en el que ilustra el asedio capitaneado por Ambrogio Spinola.⁷ En el citado informe la atención se dirige hacia la ciudad de Novara, en cuya descripción aún aparece un circuito amurallado con once baluartes, es decir, muy parecido a lo que plasmara en un levantamiento Gaspa-

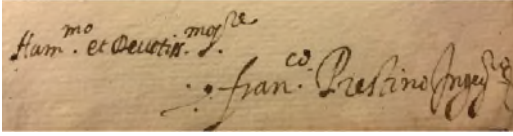


Figura 1
Francesco Prestino, firma (BTMi, Belgioioso, 263)



Figura 2
Francesco Prestino, Novara (BTMi, Belgioioso, 263)

re Baldovino unos diez años antes.⁸ «Non saria male farvi una Cittadella, ovvero mettere il Castello in sicurezza, tale che potesse resistere a un esercito, perché se la detta Città fosse si ben murata e fortificata come si tratta, et Dio non voglia, che in tempo di guerra cadesse in mano per qualche accidente . . .».⁹ Pero la construcción de la ciudadela siempre debe realizarse después del fortalecimiento de las murallas urbanas, con medias lunas y contraminas; un error que se cometió en Vercelli.

En el informe Prestino insiste en dar gran importancia a la defensa de las fronteras mediante el fortalecimiento de una cadena de plazas fuertes a escala territorial, como hizo Gabrio Busca antes que él (Dameri 2016). La frontera hacia el Piemonte sabauda es defendida por Novara, Mortara, el fuerte de Sandoval, el fuerte de la Villatta, Valenza, Alessandria, Tortona.



Figura 3
Francesco Prestino, Novara detalle (BTMi, Belgioioso, 263)

Un plano actualmente conservado en Simancas firmado por Prestino,¹⁰ “plasma” el asedio de Núremberg de 1632, momento crucial de la guerra entre el ejército sueco y el imperial. El enfrentamiento se resuelve quince días después de su inicio, con la retirada de los suecos hacia Viena. Prestino ilustra la disposición de los campamentos en los parajes alrededor de Núremberg, mostrando los «*Posti Fortificati alli passi del Fiume*» (Sitios Fortificados en los pasos del Río), el «*Campo delli imperiali, cavalleria, et infanteria*» (Campamento de los imperiales, caballería e infantería), el lugar desde en que el enemigo sueco «*aspettava il soccorso*» (se acantona esperando tropas en su auxilio), la «*campagna dove il nemico viene al foraggio*» (campiña a la que el enemigo



Figura 4
G. Francesco Prestino Ingegnere, VERCELLI (BTMi, Belgioioso, 266)



Figura 5
Francesco Prestino, Mortara Fortificaz.e (BTMi, Belgioioso, 262)

se dirige para el forraje), y la «*campagna dove fra pochi giorni metteremo il nostro Campo*» (campaña en la que en pocos días colocaremos nuestro Campamento). Excluyendo la posibilidad de que se trate de una copia de un plano redactado por otro ingeniero militar, el documento testimonia la presencia de Prestino en el bando del ejército imperial y con un cometido importante, demostrando una sólida formación.

El conocimiento del territorio del milanesado que se desprende de los informes sobre las varias plazas fuertes le garantiza un prestigioso cometido: en una carta de fecha 13 de octubre de 1633,¹¹ Felipe IV le encarga a Prestino un mapa de todas las fortalezas y castillos del Estado milanés. Dada la conocida pasión del monarca por la cartografía y la geografía, no sorprende que Felipe encargue una serie de planos de plazas fuertes y pida que se envíen a Madrid; en la misiva se manifiesta la urgencia con la que el monarca pide el envío del material. Son años en los que el



Figura 6
Francesco Prestino, Nuremberg [1632] (AGS, M.P. y D., V-111)

posible estallido de otra guerra en el Estado de Milán incumbe peligrosamente y, «*con ogni prestezza possibile*» (con la mayor prontitud posible), Prestino debe perfeccionar los levantamientos ya existentes y predisponer algunos nuevos, tras inspeccionar los sitios: en los mismos años, en su rol de ingeniero militar, Prestino está ocupado en Novara, Valenza Po, Alessandria, Mortara y Tortona. La defensa de la frontera occidental del Estado de Milán, una vez más punto estratégico del enfrentamiento entre los Saboya, ahora filofranceses, y los españoles, es uno de sus principales encargos. Hasta hoy, tal mapa no se ha encontrado, si bien a los mismos años se remonte una serie de folios sueltos (actualmente conservados a Milan, en la Biblioteca Ambrosiana y la Biblioteca Trivulziana, en el *fondo Belgioioso*, muchos confluídos en los documentos Beretta).

Los varios planos (algunos sin fecha) ilustran las muchas plazas fuertes del Estado milanés y están siendo estudiados por quien escribe para verificar su atribución. Muy probablemente forman parte del mapa que no se llegó a encuadernar.

Francesco Prestino firma una planimetría en la que se indican unas obras de refuerzo por llevar a cabo en las murallas de Alessandria. En el reverso, la fecha de 1635 sitúa el plano en correspondencia con el sitio de Valenza, una población cerca de Alessandria. El gobierno milanés teme un ataque y pide un proyecto de refuerzo.

Es un momento crucial de la guerra en la que los españoles y los franco-piamonteses se contienden la



Figura 7
Francesco Prestino, Novara (BTMi, Belgioioso, 263)

ciudad de Alessandria y la comarca de Monferrato, y la atención se dirige a las fortificaciones, distinguiéndose en éstas caballeros, reductos y baterías en las puertas de la ciudad, en los puentes y en obras “nuevas” por construirse o ya realizadas. El año sucesivo Prestino estaba ocupado poco lejos de allí, en Basignana, donde confluyen los ríos Po y Tánaro; por ende, sien-

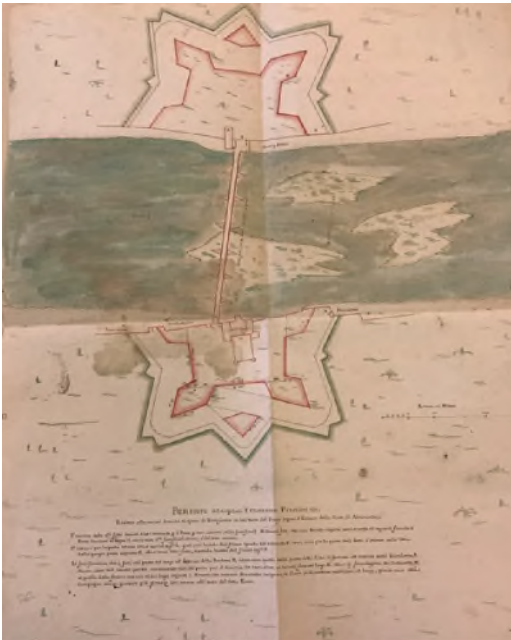


Figura 9
Francesco Prestino, Dissegno della fortificazione da' farsi al ponte sopra Tanaro a Lissand.a, (B'IMi, Belgioioso, 260)



Figura 8
Francesco Prestino, Città di Alessandria, 1635 (AST, Monferrato, Feudi, 5.1)

do un lugar estratégico, el ingeniero está interesado en la construcción de trincheras y baluartes atenazados, con el objetivo de impedir el avance del enemigo en territorio lombardo (Dameri 2013).

En 1637, la muerte de Vittorio Amedeo I, duque de Saboya, agudiza ya no sólo las hostilidades entre Francia y España, sino también y sobre todo entre el Estado saboyano y el Estado milanés. A partir de ese momento, la actividad de Prestino se concentra cada vez más en la frontera: se alinea con el marqués de Leganés, gobernador de Milán y comandante del ejército que intenta ocupar Piamonte. Entre 1638 y 1639 Prestino se encuentra en España,¹² pero regresa a Vercelli, donde los españoles quieren reforzar el sistema defensivo de la ciudad recién conquistada y ganada al ducado de Saboya; la intención es hacer de la ciudad un punto fijo de la línea defensiva lombarda en



Figura 10
Francesco Prestino, Informe, detalle, (BTMi, Belgioioso, 267)



Figura 11
Proyecto por las trincheras, (BTMi, Belgioioso, 269)



Figura 12
Francesco Prestino, Novara, (BTMi, Belgioioso, 263)

la frontera occidental. De hecho, el ingeniero firma un informe cuando la ciudad, tras haber sido conquistada por el marqués de Leganés y el príncipe Tommaso (1638), se convierte en el extremo más occidental del dominio español en el norte de la península italiana (Dameri 2016). Prestino, a quien se le había pedido consejo, dictamina negativamente sobre la posible edificación, extramuros, de un fortín de planta cuadrada con baluartes angulares. Su realización, y el mismo Prestino lo deja anotado, debería impedir que el enemigo sitiara la ciudad. Además, es de suma importancia crear una vía de enlace con el importante sistema territorial de control del Estado milanés, cuya construcción ha durado varias décadas y que suministra pertrechos, abastecimiento y tropas, usando como parada intermedia el cercano fuerte de Sandoval. Así, los españoles quieren incluir la ciudad de Vercelli en la “cadena” de plazas fuertes, tal y como esperaba y aconsejaba a principios de siglo Gabrio Busca (Dameri 2013), y el fortín, gracias a la sencillez de construcción y a lo económico del modelo cuadrilátero bastionado, permite la «puesta en defensa» ya pocas semanas después y con un dispendio mínimo de recursos.

Como alternativa al proyecto que él mismo ha cuestionado, Prestino propone realizar una media luna que da al río Cervo y dos caminos cubiertos, so-

lución que resultaría más económica y cuya construcción requeriría el despliegue de menos soldados. Al final, el fortín se construye, a pesar de la contrariedad de Prestino: cortinas de unos 30 metros, baluartes angulares y flancos rectos, hechos con «terra, teppa et fascine» (barro, musgo y paja) que desde fuera controla una plaza bastionada y el territorio circundante, impidiendo que los enemigos hagan cerco. La completa gestión militar de la plaza de Vercelli se le encarga al capitán Prestino, que firma –en la primera mitad de la década de los cuarenta– una serie de informes sobre las condiciones de las fortalezas del Estado milanés. En ellos se describen con detenimiento las obras de algunos baluartes y de algunas construcciones externas, con sus correspondientes cálculos económicos.¹³

En 1640, las derrotas de Casale Monferrato y de Turín sufridas por el ejército lombardo-español interrumpen el avance de Leganés en Piamonte, causando una desdolorosa repatriación: el temor de un contraataque del ejército saboyano apoyado por los franceses pone en entredicho la salvaguardia del Estado de Milán. Se redactan inmediatamente proyectos de renovación y refuerzo de los circuitos fortificados para algunas ciudades clave en la defensa de la frontera. Para Alessandria, Francesco



Figura 13
G. Francesco Prestino, TERRA DI MORTARA, (BTMi, Belgioioso, 262)

Prestino firma el proyecto de las cabezas de puente sobre el río Tánaro;¹⁴ la atención se desplaza seguidamente a Novara, Tortona y Mortara respecto a la que se ha expresado un dictamen favorable a su fortificación efectiva para el año 1641,¹⁵ a raíz de la derrota de Casale de 1640 («*Parere di Fortificarla Realm. Te l'Anno 1641 dopo la disgratia di Casale del 1640*»).

No sólo la defensa de los territorios lombardos, sino también una cierta aprensión por las recientes conquistas en Piemonte, de las cuales podría derivar una peligrosa contraofensiva. Leganés refuerza las murallas de algunas de estas ciudades realizando obras urgentemente (Dameri 2015); en caso de que los piemonteses las reconquistaran, podrían poner en crisis la frontera occidental del Estado de Milán. Tras las derrotas de Casale y Turín, la situación política se invierte rápidamente: a Prestino se le pide una opinión para proceder con el desmantelamiento de algunas plazas fuertes;¹⁶ él mismo reconoce que, después de la traición del príncipe Tommaso, que se alía con los franceses, «*la debolezza del nostro esercito nasce di essere dilatato in tante parti*» (la debilidad de nuestro ejército estriba en que está expandido por muchas partes).

En Milán, en 1644 Prestino escribe un largo informe en el que demuestra, una vez más, su gran conocimiento de los territorios y de la historia de las obras realizadas en las varias ciudades y fortalezas ya desde principios del siglo XVII, mucho antes de empezar la carrera de ingeniero. Analiza con de-



Figura 14
Linea che dimostra l'altezza del Monte Curione, (BTMi, Belgioioso, 265)

tenimiento los muchos problemas que pueden amenazar la seguridad del Estado como, por ejemplo, los ríos navegables como el Po y el Ticino, que podrían convertirse en “camino” para las ofensivas del enemigo. Enumera una por una las ciudades y establece un listado de los varios fuertes, citando las obras de refuerzo, así como el reciente (en el mismo 1644) desmantelamiento del fuerte de Sandoval. Su análisis se inclina a desaconsejar el desmantelamiento del fuerte de Breme-Guzmán delegando la defensa del Estado y de Milán solamente a Cremona, Novara, Pavia, Lodi, Alessandria y Tortona. La seguridad del Estado puede garantizarse sólo si todas las plazas colaboran unidas, a pesar del dispendio económico que suponen el mantenimiento y la gran cantidad de hombres ocupados en la defensa. Pero se hace caso omiso a las observaciones de Prestino: después del fuerte de Sandoval, la plaza de Breme también se desmantela en 1646 porque el gobierno español la considera cara y superflua. El informe es una demostración más de cómo los documentos de Prestino, ahora en manos de Beretta, se convierten en material de trabajo para el alumno. De hecho, Beretta comentará el texto escribiendo anotaciones y, probablemente en un momento de estudio, también una especie de esquema en el que resume todas las ciudades ocupadas por el marqués de Leganés en su “notable campaña” de 1639. En la primera página escribe: «*Occhio. Questo discorso (benché del mio Maestro) è confuso, e solo conclude di non doversi demolire Breme; né meno da Parere di dover demolire altre Piazze. Sichè ben si ri-*



Figura 15
Modelo de la estructura en elementos finitos (FEA). (Fuente: William Castillo Valencia)

conosce doversi demolire Mortara, Valenza, Gera e Picitone» (¡Ojo! Este discurso (aunque lo haya escrito mi Maestro) no está claro y sólo lleva a la conclusión de que no se debe desmantelar Breme; tampoco escribe ningún dictamen sobre el desmantelamiento de otras Plazas. Bien se desprende que se deben desmantelar Mortara, Valenza, Gera y Picitone).

Mientras tanto, Breme ha sido derribada y, en el intento de reducir el dispendioso sistema defensivo del Estado milanes, se han quitado otras estructuras. Ha cambiado mucho el contexto político: especialmente tras la paz de los Pirineos de 1659, las ambiciones de España han sido acalladas forzosamente. El Estado de Milán, cuya defensa ya está en manos de Bereta, se dirige hacia un lento, pero inexorable desmoronamiento. Muchas de las murallas fortificadas de las ciudades, que fueran reforzadas constantemente durante casi un siglo, ahora están destinadas al abandono y, en algún caso, a un desmantelamiento prematuro (Dameri 2018).

ABREVIATURAS

AGS Archivo General de Simancas (Valladolid, Spagna)

ASMi Archivo di Stato di Milano

AST, Archivio di Stato di Torino

BTMi Biblioteca Trivulziana di Milano

M.P.y D. Mapas Planos y Dibujos

NOTAS

1. Asedio de los franceses en el verano de 1648. (Roncai 2008).
2. El archivo personal de Beretta se conserva hoy en parte en la Biblioteca Trivulziana y en parte en la Biblioteca Ambrosiana de Milan. Viganò escribe «le carte Beretta sono la stratificazione per inclusione delle carte di predecessori – Gaspare Baldovino, Francesco Prestino e Giovanni Domenico Richino – e di suoi collaboratori – Giovan Battista Giuseppe Formenti, Giovan Battista Sesti, Joseph Chafrión [...] Domenico Serena, Michelangelo Garove e Giacomo Solari».
3. (Bossi, Langé, Repishti 2007). Ad vocem Prestino elaborada por Antonella Perin es todavía limitada y no exenta de imprecisiones.
4. BTMi, *Belgioioso*, 263 c. 159. «*Las fortalezas no se pueden robar; a no ser que se haga con el engaño o la traición*».
5. *Ibidem*.
6. La memoria no está fechada pero la dedicatoria al duque de Feria, fallecido en 1634, permite situarla cronológicamente en los primeros años de la tercera década del siglo XVII. Otro informe prácticamente similar (que difiere sólo en pequeñas partes) está fechada en 1632. BTMi, *Belgioioso* 263, cc. 160-166; cc. 174-175.
7. BTMi, *Belgioioso*, 260 c. 229.
8. Gaspare Baldovino, *Novara B.*, 1622 (AGS, *M.P.y D.*, VII-197).
9. BTMi, *Belgioioso*, 263 c. 160. «No estaría mal construir una Ciudadela, esto es poner al seguro el Castillo, porque si tal Ciudad estuviera bien amurallada y fortificada como debería, podría resistir contra un ejército en cuyas manos, no lo quiera Dios, podría caer de no ser así [...]».
10. AGS, *M.P.y D.*, V-111.
11. ASMi, *Uffici e Tribunali Regi*, p.a., cart. 745, fasc. Prestino. Carta de 15 de noviembre de 1634 en la que se hace referencia a la carta del año anterior con la que Felipe IV, desde San Lorenzo del Escorial, «commandava, che se si trovavano fatti Mappe et disegni di questo stato et delle sue fortezze et castelli, se gli inviassero subito et non sendo fatti, si facessero con la brevità possibile» «lo más rápido posible». (Dameri 2017).
12. BTMi, *Belgioioso*, 267 c. 298-309.
13. BTMi, *Belgioioso*, 267 c. 298-309.
14. BTMi, *Belgioioso*, 260 c. 45.
15. BTMi, *Belgioioso*, 262 c. 266.
16. BTMi, *Belgioioso*, 264, c. 56.

LISTA DE REFERENCIAS

Barghini, Andrea, (1993). *Una piazzaforte di livello europeo*, en Barghini, Andrea, Comoli, Vera, Marotta, Anna,

- coord., *Valenza e le sue fortificazioni. Architettura e urbanistica dal Medioevo all'età contemporanea*, Alessandria: Sogep, 47-61.
- Bossi, Paolo, Langé, Santino, Repishti, Francesco, (2007). *Ingegneri ducali e camerali nel Ducato e nello Stato di Milano (1450-1706) dizionario biobibliografico*, Firenze: Edifir.
- Comoli, Vera, (2003). *La fortificazione "alla moderna" negli stati sabaudi come sistema territoriale*, in Marino, Angela coord., *Fortezze d'Europa. Forme, professioni e mestieri dell'architettura difensiva in Europa e nel Mediterraneo spagnolo*, atti del convegno internazionale, Roma: Gangemi, 59-71.
- Dameri, Annalisa, (2013). *Le città di carta. Disegni dal Krigsarkivet di Stoccolma*, Torino: Politecnico di Torino.
- Dameri, Annalisa, (2015). *Progettare le difese: il marchese di Leganés e il padre gesuita Francesco Antonio Camassa esperto di arte militare in Fortmed 2015 - International Conference on Modern Age Fortifications of the Western Mediterranean coast*, Valencia: Universitat Politècnica, 29-36.
- Dameri, Annalisa, (2016). *La difesa di un confine. Le città tra Piemonte e Lombardia nella prima metà del XVII secolo*, in Camara Muñoz, Alicia coord., *El dibujante ingeniero al servicio de la monarquía hispánica. Siglos XVI-XVIII*, Madrid: Fundacion Turriano, 271-293.
- Dameri, Annalisa, (2017). *Francesco Prestino and Giacomo Tensini, engineers at the service of the king of Spain. Fortifications reinforcement, cities drawings*, in *Fortmed 2017 Defensive architecture of the mediterranean XV to XVIII centuries*, Alicante: Universitat d'Alacant, 2017, 159-166.
- Dameri, Annalisa, (2018). *Demolire per difendere. Lo smantellamento di fortezze nel XVII secolo*, in *Fortmed 2018 Defensive architecture of the mediterranean XV to XVIII centuries*, Torino: Politecnico di Torino, vol. 7, 87-92.
- De Caro Gaspare, (1967). *Gaspare Beretta in Dizionario Biografico degli Italiani*, vol. 9, Roma: Treccani, 48-51.
- Iacobone, Damiano, (2004) *A difesa delle piazzeforti spagnole: i fortini in "terra, teppa et fascine*, in Colmuto Zannella, Graziella, Roncai, Luciano coord., *La difesa della Lombardia spagnola* Atti del Convegno di studi Milano 2-3 aprile 1998, 305-317.
- Roncai, Luciano, (2008) *Francesco Prestino ingegnere militare e camerale (1610-1648). L'assedio di Cremona*, in Vignoli Mariano coord., *Castelli guerre assedi. Fortificazioni mantovane, bresciane e cremonesi alla prova del fuoco (XIII-XVIII secolo)*, Mantova: Publi Paolini, 245-263.
- Viganò, Marino (2001) *Le portefeuilles de Gaspare Beretta (1620-1703) à la Bibliothèque Trivulziana de Milan: plans et mémoires pour servir l'Espagne*, in Maroteaux Vincent, d'Orgeix Emilie coord., *Porteufolles de plans: Projets et dessins d'ingénieurs militaires en Europe du XVIe au XIXe siècle*, Actes du colloque international de Saint-Amand-Montrond Bourges: Conseil Général du Cher, 147-158.
- Viganò, Marino, (2009) *Gaspare Beretta ingegnere maggiore dello stato di Milano (Brissago? 1620-Milano ?1703)*, in Accademia di Architettura, Università della Svizzera Italiana www.arch.usi.ch/ra_2009 (ult. cons. 4/10/2023).

Edificar para perdurar: Purdy & Henderson Co. en Cuba

Beatriz del Cueto

Los edificios son como las palabras de los pueblos, y sus símbolos. A través de su edad cuentan su espíritu y revelan su historia.

José Martí

Entre los años 1899 a 1900, se estableció en La Habana la primera sucursal ultramar de los ingenieros estadounidenses Corydon T. Purdy y Lightner Henderson (Purdy & Henderson Co. – P&H). Los esfuerzos y visión de esta empresa exitosa de diseño, compuesta por ingenieros y arquitectos talentosos y experimentados, los trajeron a Cuba, donde podrían establecerse con sus conocimientos vanguardistas y experiencia innovadora. Entre sus proyectos más conocidos en la ciudad de New York, donde radicaba su sucursal principal durante este periodo, aún se encuentran: el edificio singular del Flatiron, la altísima torre para la compañía de seguros del Metropolitan Life, y el edificio para el periódico New York Times. Este último fue la primera edificación construida encima de una línea subterránea activa para el metro ciudadano cuyo reto fue su diseño estructural debido a la vibración causada por los trenes.

Poco se ha escrito sobre la importante obra habanera de P&H. Los primeros proyectos cubanos de esta compañía coincidieron con los años fundacionales de la República de Cuba e incluyeron múltiples edificios con estructura de acero revestidos con distintos materiales arquitectónicos. Entre los más conocidos se encuentran el Centro Gallego, el Capitolio, y el Hotel Nacional (figura 1). Sus labores incluyeron una estrecha colaboración con arquitectos e ingenieros cubanos, sirviéndoles como sus consultores y edificadores.

Durante la última década del siglo XIX, tanto empresarios como artesanos españoles y estadounidenses emigraron al Caribe Hispano (antiguas colonias españolas: Cuba, Puerto Rico y la República Dominicana). Los productos de cemento pórtland¹ fueron inicialmente importados del Viejo Mundo hasta que se establecieron las primeras fábricas de cemento locales. Luego de la Guerra Hispano-cubano-americana² de 1898, durante un periodo de crecimiento económico debido a la productividad y ventas del azúcar, hubo un aumento en los proyectos de construcción con nuevos materiales edilicios como el cemento y las estructuras de acero.

Las tecnologías de construcción de principios del siglo XX que utilizaron el cemento han sido poco estudiadas en los trópicos. Lograr un entendimiento del importante papel que jugaron los elementos arquitectónicos fabricados con materiales de vanguardia en esta época como las armaduras de acero, forman la base de este artículo, ya que promovieron la evolución de la arquitectura, particularmente en Cuba. El diseño de componentes estructurales, fachadas e interiores fueron profundamente impactados por elementos arquitectónicos posibilitados por un molde con mezcla de cemento que permitió todo tipo de siluetas y formas, y que facilitó su instalación, y proporcionó competitividad en costo. P&H fue una de las empresas extranjeras importantes que hicieron esto posible.



Figura 1
Anuncio para la empresa Purdy & Henderson Co. con fotografías de algunos de sus proyectos. 1925. *El Libro de Cuba*, La Habana

CAMBIA FORMA DE CONSTRUIR

Hay varios denominadores comunes en el Caribe Hispano que afectaron y aún afectan el diseño local: el bagaje cultural, la geografía insular, el clima, los desastres naturales, y la flora y la fauna. Las rutas comerciales para la importación de materiales de construcción, los comerciantes y artesanos tanto del Viejo como del Nuevo Mundo, convirtieron a las Antillas en una escala importante que eventualmente promovió expansiones urbanas, la manufactura de materiales prefabricados, y diseños acelerados e innovadores.

El clima húmedo y caluroso de esta región tropical ayudó el fraguado rápido del nuevo material conocido como piedra plástica o cemento por la posibilidad de ser moldeado. Un molde con un mortero de cemento permitió la prefabricación y facilitó su instalación. Las inmigraciones españolas y estadounidenses promovieron la fundación de «La primera fábrica de cemento en el Caribe que produjo cemento Portland se llamó Cuba... este fue el primer país que produjo cemento en Iberoamérica...» (de las Cuevas Toraya, 2001). Estaba ubicada cerca de La Habana y fue inaugurada en el 1895.

Luego de la guerra Hispano-cubano-americana hubo un periodo de crecimiento económico por las ventas de azúcar y así aumentaron los proyectos de construcción y el uso del cemento y sus productos. Estos fueron materiales nuevos para una región deseosa de modernizarse.

La llegada del hierro como resultado de la Revolución Industrial (1760-1840) fue un momento histórico importante para los ferrocarriles e infraestructura a nivel mundial. En el Caribe, una transformación tecnológica de importancia ocurrió a mediados del siglo XIX con la llegada de las trituradoras de hierro para la caña, las cuales aceleraron la producción del azúcar en la región. Fue también el momento para exposiciones internacionales y ferias, como la Exposición Colombina de 1893 en Chicago, cuyas estructuras fueron construidas con esqueletos livianos de acero que facilitaron tanto gran altura y luz natural, como ancho mayor. A nivel mundial, esto ocurrió durante un periodo cuando había una gran necesidad para infraestructura civil.

La piedra plástica o el cemento recibió su patente a través del ingeniero británico Joseph Aspdin en el 1824. A pesar del establecimiento de fábricas locales de cemento en el Caribe, continuaron las importacio-

**SI
USTED
ESTÁ
INTERES-
ADO--**

EN
**MÁQUINAS PARA HACER
BLOQUES DE CEMENTO
Y
MEZCLADORAS DE HORMIGÓN**
(CEMENT BLOCK MACHINES AND CONCRETE
MIXERS)

*Pída hoy detalles descriptivos de las má-
quinas "Climax" los mejores en el mundo*

GALBÁN & CO.

Habana	Nueva York
Lonja del Comercio	78-80 Wall Street
DTO. DE INGENIERIA Y MAQUINARIA	



Figura 2

Bloques de hormigón y piedra artificial moldeada para edificios «modernos». Enero 1902. Cement and Engineering News

nes de la piedra plástica desde Estados Unidos y Europa durante las primeras tres décadas del siglo xx, siempre anunciándolo como permanente, impermeable e ignífugo (del Cueto 2011).

A finales del siglo XIX llegaron al Nuevo Mundo las baldosas o mosaicos hidráulicos y sus catálogos junto a los comerciantes y artesanos versados en su manufactura manual una a una. La baldosa hidráulica, de invento catalán y francés, fue considerada una «...metáfora de la alfombra textil...» (Roselló 2009) que incluía los estilos eclécticos y modernistas provenientes, en gran parte, de Barcelona. Fue material de imitación controversial considerándose que abarataba los interiores. Estos productos innovadores prefabricados proveían una decoración más atrevida y colorida, que incluyeron temas de la flora y fauna de la región caribeña (del Cueto 2016).

El bloque de hormigón fue un producto netamente estadounidense desde su invento en el 1901. Fue introducido en la región caribeña primordialmente por los misioneros evangélicos para utilizarlos en la

construcción de sus templos, colegios, y hospitales. La máquina con los moldes para hacer las unidades una a una, igual que las baldosas, era sencilla y no requería experiencia previa. Los bloques se hacían en el mismo proyecto donde se utilizaría el agregado fino o arena en el subsuelo del lugar o sus cercanías unido al cemento. Múltiples catálogos difundieron esta piedra artificial, que, a pesar de tener diseños variados, fueron tema de agitadas discusiones igual que los mosaicos, y descrito como un producto de imitación, para los más puristas (Newberry 1906).

El uso amplio de hierro para el ferrocarril eventualmente trajo el invento del acero el cual fue utilizado para crear armaduras para edificios que resistieran mejor los embates del clima. El acero evolucionó para convertirse en una armazón eficaz por su rapidez al ensamblarse, permitir mayor altura a los edificios con grandes ventanales, y lugares mejor iluminados y ventilados.³

El hormigón, compuesto por un mortero de arena, cemento, y agregado mediano, se convirtió en el ma-

terial más útil para todo tipo de construcción en el Caribe Hispano. A los albañiles locales, acostumbrados a utilizar encofrados para levantar muros de mampostería y tapia, se les facilitó utilizar el mismo método para construir con hormigón armado.

Este nuevo material, fortalecido con varillas de hierro, fue aprobado por los códigos de construcción locales para edificar residencias de gran escala. Los materiales nuevos proveyeron un cambio radical en la región (figura 2). En las tres capitales de estos países insulares hubo una evolución rápida hacia el uso del cemento y armaduras de acero para edificaciones cada vez más altas, más ornamentadas, y más duraderas.

PURDY & HENDERSON

La decisión de utilizar a la empresa de Purdy & Henderson como ejemplo de los procesos «modernos» para construir, fue facilitada por la cantidad, calidad, importancia, y permanencia de la obra edificada lograda por esta empresa en La Habana, durante los primeros treinta años del siglo XX. El Ing. Corydon T. Purdy, fue pionero en la construcción con acero en Estados Unidos y en el extranjero, y activamente promovió al ingeniero estructural como un asesor importante al servicio de los arquitectos.

En 1893, durante la Exposición Colombina en Chicago, Purdy se asoció con el ingeniero Lightner Henderson y así se fundó la compañía PURDY & HENDERSON. Desde entonces, ya estos socios se habían convertido en los ingenieros consultores de estudios de arquitectura de renombre como lo fueron Holabird & Roche y Burnham & Root para rascacielos de importancia como el Marquette, el Republic, el Rand-McNally, y el Reliance en Chicago.⁴

Luego de esta Exposición Internacional, cuando disminuyeron los proyectos de su compañía, Purdy se dirigió a Nueva York donde eventualmente la empresa obtuvo su primer proyecto que fue la ampliación del Hotel Waldorf Astoria. En la Gran Manzana fueron asesores de imponentes rascacielos como el Flatiron, la Torre Municipal de Nueva York, y la *Grand Central Station*.

La empresa P&H logró establecer siete sucursales desde la primera en Chicago en el 1889, hasta la última en Puerto Rico, en el 1911. Otras sucursales incluyeron Nueva York, Boston, La Habana, Seattle, y

Vancouver. El colapso de casi todas resultó de las pérdidas ocasionadas por la Primera Guerra Mundial del 1914 al 1918, cuando solo quedaron la neoyorquina y la habanera.

Es importante señalar que P&H fue una compañía que mantuvo la fidelidad de sus recursos humanos empleando, a menudo, miembros de una misma familia. En un total de aproximadamente 109 años de existencia,⁵ los señores Leonard Brownson padre, e hijo, fueron presidentes de las sucursales que perduraron en Nueva York y en La Habana.

GLOBALIZACIÓN DE LA EMPRESA

Para mediados del siglo XIX, España se encontraba en condición económica precaria, e intentó mantener a Cuba como su última colonia ultramar. Su maltrato al pueblo cubano, al tener que recortar gastos, aumentó cuando fueron disminuidos servicios básicos como los acueductos y la electricidad. Hambriento y desesperado, los cubanos se rebelaron a través de lo que resultó ser la Guerra de los Diez años (1868-1878). Cuba, al igual, fue un teatro de operaciones y tierra codiciada por los Estados Unidos (EE. UU.), debido a la cercanía a sus costas y su ubicación en la ruta del propuesto Canal de Panamá.

La entrada oficial de Estados Unidos a la Guerra Hispano-cubano-americana, logró sustituir la presencia y dominación española de 400 años en Cuba por la estadounidense. A estas iniciativas le siguieron anuncios para que los norteamericanos invirtieran e hicieran negocios en esta Isla. Como resultado, se establecieron todo tipo de empresas de materiales y equipos, incluyendo para construcción, el cemento siendo uno de los protagonistas de mayor necesidad. Al igual, el turismo estadounidense aumentó a Cuba, facilitándose por sistemas de barcos, trenes, y *ferries* que conectaban puertos de Nueva York, la Florida, y el sur de EE. UU. con La Habana. El establecimiento de esta nación norteamericana en Cuba garantizaba y facilitaba las labores de desarrollo para empresas provenientes de su país como a la P&H Co., a quienes les facilitaban todo tipo de transacción administrativa y comercial.

Debido a la disminución de proyectos en sus otras sucursales, el Ing. Purdy viajó a Cuba en el 1899, durante la guerra, para investigar la posibilidad de establecer en el Caribe su primera sucursal ultramar.

Llevó consigo al Sr. Leonard Brownson a quien entonces dejaría ya establecido en La Habana como presidente de este despacho.

A pesar de un clima y materia prima desconocidos para los norteamericanos, los primeros años de la república resultaron ser un incentivo para inversión. Entre grandes proyectos estuvo la Carretera Central que uniría a Cuba de oeste a este; mientras que P&H edificaban los dos primeros «rascacielos» en La Habana: el Banco Nacional del 1908, y la Lonja del Comercio del 1909, donde su altura de cinco a seis pisos, equivalían, debido a su altura excesiva en el Centro Histórico Colonial, a nueve niveles de altura en edificios comunes.

El incremento de la presencia de EE. UU. en los comercios y proyectos de Cuba durante la primera década de la república no detuvo un segundo establecimiento de edificaciones emblemáticas por las comunidades españolas que permanecieron. Estas fueron representadas por grandes obras como el Centro Gallego y el Centro Asturiano, ambas edificadas por P&H. El aumento en azúcar durante la primera guerra mundial promovió riqueza, y un aumento en los proyectos de construcción.

Como presidente de la sucursal de P&H en La Habana, Brownson fue una persona incluida en todo tipo de actividad tanto social como comercial. Fue presidente de bancos y de entidades sociales desde donde promovió a la empresa y sus negocios en los medios noticiosos y artículos técnicos, tanto en Cuba como en EE. UU. El nombre de la empresa fue publicado a menudo tanto en periódicos como revistas que incluían los materiales y equipo que ellos también importaban para sus proyectos, y el beneficio de obras cubanas en general.

En 1960, como consecuencia de la Revolución Cubana, fueron nacionalizadas todas las refinerías de petróleo, ingenios, y fábricas de azúcar, así como 166 empresas o negocios estadounidenses que permanecían en Cuba. Basado en las fechas de los últimos proyectos de P&H en La Habana, debe haber sido entonces cuando cierra definitivamente esta única sucursal caribeña.

PROYECTOS EMBLEMÁTICOS EN LA HABANA

Los Colegios profesionales en Cuba relacionados a la industria de la construcción fueron fundados para

distinguir y proteger los roles de cada profesión emulando la iniciativa española. Cuando P&H llega a Cuba, se percatan que no pueden ejercer como diseñadores independientes debiendo asociarse a un profesional cubano licenciado. Tuvieron que diversificar la empresa para sobrevivir, y se reinventaron para servir como consultores estructurales-civiles, contratistas, supervisores de obra, representantes de materiales de construcción, e importadores.

Desde los primeros proyectos de la empresa P&H, se documenta su colaboración con el ingeniero-arquitecto José Francisco Toraya quien era un profesional de renombre en La Habana que había estudiado ingeniería en Londres y arquitectura en Madrid. Esta colaboración duró del 1904 al 1916. Los planos para los proyectos eran bilingües ya que el despacho de Toraya preparaba sus planos en castellano y P&H los preparaban en inglés. Por ley, Toraya asumía la responsabilidad del proyecto que trabajaran en conjunto.

Según previamente detallado, el establecimiento de fábricas para producir cemento comenzó desde 1895 en Cuba con la marca «Cuba», continuó con la fábrica Almendares en 1901 con su cemento «Volcán» y para la segunda década del siglo XX, existía el cemento «El Morro» que eventualmente fue utilizado para todos los proyectos de construcción del gobierno en la isla (de las Cuevas Toraya, 2001). Los materiales más utilizados en los proyectos tempranos de la alianza entre P&H y Toraya fueron armaduras de acero recubiertas por hormigón armado y la piedra artificial moldeada⁶ además de los bloques de hormigón (figura 3). Las compañías de acero establecerían sucursales en Cuba para facilitar su uso debido a la cantidad ascendente de proyectos construyéndose en la Isla. Los obreros importados norteamericanos entrenaron a jóvenes cubanos que dominaron rápidamente la manufactura de estas armazones.

La fábrica de cigarros en La Habana con las piezas de acero de la *Milliken Steel Company* fue la primera estructura construida con estos materiales en La Habana y su fotografía salió publicada en el catálogo de la compañía en 1902, cuando fue considerada «...una versión americana reconocible de la modernidad»⁷ (Cody, 2003). Los pisos de hormigón para estas estructuras también salieron ilustrados en sus catálogos internacionales. El hormigón armado se utilizaba para completar estructuras por su resistencia a huracanes, terremotos, y fuego.

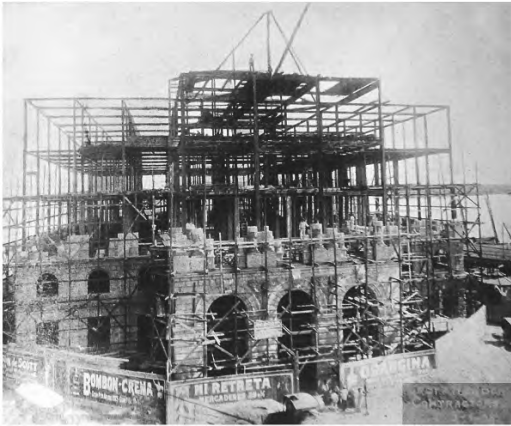


Figura 3
Edificio para la Lonja del Comercio en La Habana durante proceso de construcción con armadura de acero recubierta con piedra artificial moldeada. Abril de 1908. *The Cuba Review and Bulletin*, New York

Al igual, las máquinas y moldes importados para fabricar tanto la piedra artificial moldeada que recubriría estos esqueletos, como el bloque de hormigón, le permitía a P&H recomendar a los profesionales con los que colaboraban, materiales prefabricados que habían especificado con anterioridad en Estados Unidos y que conocían íntimamente. El «Stevens Cast Stone»⁸ fue especificada múltiples veces por los arquitectos que colaboraron con P&H.

P&H también diseñó y patentizó unos bloques de hormigón hidrófugos⁹ específicamente para sus proyectos habaneros donde el nivel freático alto era un problema (Torrance 1906). Estos bloques resolvieron el dilema, sobre todo para el primer sótano construido en la ciudad capital donde se albergaría la bóveda del Banco Nacional. Estos bloques eran ignífugos también.

La arquitectura del molde compuesta por piezas prefabricadas fue un negocio lucrativo. Produjeron, en masa, columnas, frisos, escaleras, cornisas, pasamanos, y ménsulas, e incluso monumentos funerarios y depósitos de agua, fabricados en todos los estilos imaginables, y estos encontraron mercados listos para utilizarlos¹⁰ (Zardoya-Loureda 2001).

CASOS DE ESTUDIO

Una foto aérea de La Habana Vieja (figura 4) indica el sector de la ciudad capital donde Purdy & Hender-



Figura 4
Foto aérea de La Habana. 1929. Secretaría de Obras Públicas - Negociado de Construcciones Civiles y Militares, La Habana

son edificó o remodeló 23 estructuras. Hacia el oeste del centro histórico, en el barrio de El Vedado, permanecen al menos seis adicionales, incluyendo el gran Hotel Nacional y Radiocentro. Se han seleccionado nueve casos de estudio sobresalientes para detallar las tecnologías utilizadas. Estos serán enumerados en el orden cronológico de su fecha de edificación. Cuando ocurren lapsos largos entre las fechas, esto no significa ausencia de proyectos para la compañía P&H, sino que lo que se construyó durante esas fechas fueron edificios más corrientes como oficinas, residencias, y almacenes.

El Hotel Miramar de 1904

Diseñado por Arq. José F. Toraya, fue el primer edificio construido por P&H en Cuba. Utilizó la tecnología «moderna» de un esqueleto de acero recubierto con piedra artificial moldeada y bloques de concreto hidrófugos diseñados por P&H debido al nivel freático alto (figura 5). Fue notable la rapidez de su construcción debido a los materiales prefabricados utilizados. Artículos de prensa lo describieron como un edificio resistente que proveería una defensa segura contra huracanes y terremotos. Este primer proyecto moderno en Cuba abrió el camino a una nueva tipología de construcción sin importar ubicación ni altura necesaria. Fue demolido en el 2001.



Figura 5
Vista del Hotel Miramar y su portal circundante. 1914. Revista El Figaro, La Habana

EL BANCO NACIONAL DE 1908

Diseñado por el Arq. José F. Toraya, fue el primer edificio con especificaciones técnicas que requerían calidad ignífuga al inmueble, e incluyó tres tanques de agua instalados en su techo para uso en caso de fuego. Cuenta con una armadura de acero que incluye 403 columnas y 600 pilotes debido al nivel freático alto. Se utilizó bloque hueco de barro-cerámica para recubrir columnas y como tabiques interiores. Las zapatas de acero están recubiertas con hormigón (figura 6). Al igual, incluyó un sistema de drenaje especial y el uso del bloque hidrófugo diseñado por P&H para evitar filtraciones en el sótano que albergaba la bóveda del banco (Rodríguez-Marcano 2012). Fue el primer «rascacielos» en la Habana con cinco pisos de altura equivalentes a nueve niveles. A pesar del tiempo y abandono, aún cuenta con interiores exuberantes que incluyen columnas de 20 pies de altura en el vestíbulo recubiertas con escayola¹¹ en tonos azulados que sostienen un tragaluz original de cristal plomado. Hoy día está en proceso de remodelación para convertirlo en el Hotel Real Hacienda.

La Lonja del Comercio de 1909

El arquitecto español Tomás Mur fue el diseñador principal quien, por ser extranjero, trabajó esta obra en alianza profesional con el Arq. Toraya. Fue el segundo rascacielos en La Habana construido también

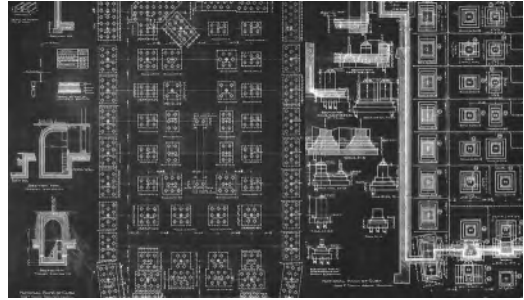


Figura 6
Planos de la armadura de acero para el Banco Nacional de Cuba en La Habana, primera edificación considerada un «rascacielos» en la ciudad capital. 1907. Microfilm Index to Jobs. Office of Metropolitan History, New York

por P&H y ubicado adyacente a la bahía de La Habana (figura 7) donde la altura del nivel freático requirió un sistema de bombeo constante para evitar la inundación de las zapatas de hormigón con estacadas de madera. Su armadura es de acero cubierta con piedra artificial moldeada hecha en Cuba. El edificio de 8,000 pies cuadrados también fue especificado y diseñado a prueba de incendios, terremotos, y huracanes. Entre estas especificaciones se incluyó un sistema particular utilizado para la losa de piso que consta de alambres torcidos y hormigón vertido llamado «*Metropolitana floor...*»¹² – garantizado ignífugo «...reconocidos como los más resistentes, no



Figura 7
Fachada principal de La Lonja del Comercio en La Habana tomada desde la Plaza San Francisco. ca. 1909. Fototeca, Archivo Nacional de Cuba, La Habana

solo a la carga que han de soportar, sino también contra la acción del fuego...» (ANC, Fondo Urb., Leg. 20-L, Exp. 8117). Fue el mismo sistema utilizado para construir el Banco Nacional un año antes. Al presente se utiliza como edificio inmobiliario.

El Centro Gallego de 1915

El arquitecto belga Paul Belau fue el diseñador principal quien, por ser extranjero, trabajó esta obra superlativa en alianza profesional con el Arq. Toraya. La tecnología edilicia utilizada fue una estructura de acero con recubrimiento de piedra natural extraída de canteras cubanas, tallada y elaborada para sus fachadas; los tabiques interiores son de ladrillo recubiertos y ornamentados con trabajos en escayola (figura 8). Además, es un ejemplo notable al incluir el encapsulamiento de una estructura histórica existente dentro de la cuadra urbana donde iba a ser construido el nuevo Centro. El Teatro Tacón del 1838, quedó ubicado dentro del predio del nuevo proyecto, inclusive manteniendo sus fachadas originales, «...sin motivo para demoler este coliseo, que se conservará como monumento histórico de gran valor.»¹³ A su entrada principal, un gran tragaluz es el punto focal de su escalera majestuosa. Su gran tamaño incluyó 1,000 butacas. Hoy día sirve como el Gran Teatro Nacional de La Habana Alicia Alonso.



Figura 8
Centro Gallego ubicado en el Parque Central de La Habana. 1935. Secretaría de Obras Públicas - Negociado de Construcciones Civiles y Militares, La Habana

Residencias «modernas» en La Habana durante la segunda década del siglo XX

Las nuevas tecnologías, antes detalladas, al igual fueron utilizadas para viviendas «modernas» e imponentes. Incluimos esta aclaración, por lo poco común que se consideraba el uso de un esqueleto de acero y piedra artificial moldeada para una residencia. Este método facilitaba techos livianos y fuertes con cualquier forma y altura, inclusive para las torres residenciales que se pusieron de moda en esta época. La Residencia del Marqués de Avilés de 1916 fue uno de estos ejemplos, diseñada por el arquitecto estadounidense Thomas Hastings, del estudio de Carrere & Hastings en Nueva York. Esta residencia hoy día sirve como sede del Instituto Cubano de Amistad con los Pueblos.

Gran Escalinata de la Universidad de La Habana de 1927

Fue proyectada por César Guerra a través de un decreto presidencial a favor de P&H al ser una obra de vía rápida que debía completarse para el Sexto Congreso Panamericano (Diario de la Marina 21-09-1927). Es un hito en la ciudad que realza la entrada a la Universidad. Los 88 escalones con 4 descansos están construidos con hormigón armado pavimentado con mármol para (figura 9).



Figura 9
Proceso de construcción para la escalinata monumental de entrada para la Universidad de La Habana. 1927. Secretaría de Obras Públicas - Negociado de Construcciones Civiles y Militares, La Habana

El Capitolio de 1929

El diseño final del Capitolio fue realizado por Goyanes y Cabarroca con Raúl Rayneri. Tiene una armadura de acero con recubrimiento de piedra natural de una cantera cubana y losas de piso y techo de hormigón armado (figura 10). Se utilizó equipo y maquinaria especial importada a Cuba por P&H para su construcción y el corte de las distintas piedras utilizadas. Trabajaron 1,000 obreros de día, con 400 obreros de noche (Diario de la Marina 06-02-1927) por 3 años y 50 días para completar e inaugurar la obra cuyo costo total entonces fueron 17 millones de dólares. Datos interesantes de las cantidades de materiales utilizados incluyeron: cinco millones de ladrillos, 38 mil metros cúbicos de arena, 40 mil metros cúbicos de piedra, 150 mil sacos de cemento, y 3,500 toneladas de acero estructural. Recientemente, esta obra monumental ha sido rehabilitada para servir como: Capitolio Nacional, sede institucional de la Asamblea Nacional del Poder Popular y Museo.

El Hotel Nacional de 1930

Fue diseñado por el estudio de los arquitectos McKim, Mead & White en Nueva York. Consiste en una estructura de acero recubierta con piedra

natural cubana y piedra artificial moldeada en las partes altas del edificio. Los tabiques interiores son de ladrillo (figura 11). Fue un proyecto conflictivo al no ser considerado una obra «nacional» por los cubanos, ya que fue financiado, diseñado, y construido por compañías de Nueva York. Según periódicos de la época, durante el golpe de estado de 1933, el personal gubernamental se albergó en este edificio por su fortaleza. Ha sobrevivido en excelentes condiciones debido a la calidad de su construcción inicial, su uso continuo, y mantenimiento constante.

INTERRUPCIÓN ENTRE LOS AÑOS 1930s A LOS 1950s

Para entonces a la empresa Purdy & Henderson solo les quedaban las sucursales de La Habana y la de Nueva York y según documentos históricos, fueron escasos los proyectos de la compañía durante esta época. Esto puede haberse debido a los problemas económicos resultantes de la caída de la Bolsa de Valores en Nueva York en el 1929, a que Leonard Brownson, padre (presidente de las sucursales de La Habana y Nueva York) falleció en 1934, y a la inestabilidad política en Cuba de varios gobiernos. Luego de esta interrupción de casi veinte años, la empresa se envolvió en otro gran proyecto: Radiocentro.



Figura 10
Vista lateral del Capitolio. 1930. Secretaría de Obras Públicas - Negociado de Construcciones Civiles y Militares, La Habana



Figura 11
Fotos del Hotel Nacional luego de concluida su construcción. 1930. New York Historical Society, Department of Prints, Photographs and Architectural Collections, McKim, Meade and White Collection



Figura 12

Fotos del Complejo Cultural Cinematográfico Yara, originalmente conocido como Radiocentro. 2018. Foto por Pantel del Cueto & Asociados LLC

Radiocentro de 1949

Este complejo fue diseñado por Emilio del Junco, Miguel Gastón y Martín Domínguez y Asociados convirtiéndose en el primer edificio multifuncional construido en Cuba que incluyó una armazón de acero, hormigón armado, bloque hueco de barro-cerámica y ladrillo. Aún mantiene 4 pisos de cine-teatro con capacidad de 1,600 asientos y una torre con cinco pisos de oficinas (figura 12). Fue el primer edificio con aire-acondicionado en La Habana. Su uso presente es: Complejo Cultural Cinematográfico Yara.

Estado Mayor de la Marina de Guerra de 1953

De igual importancia para los últimos años de P&H en Cuba se encuentra el edificio con apariencia futurista del Estado Mayor de la Marina de Guerra diseñado por el Arq. Ricardo Franklin. Esta obra cuenta con una armadura de acero recubierta con hormigón armado, y ladrillos para los tabiques. Las fachadas están cubiertas con piedra natural cubana (figura 13). Está utilizado para oficinas que incluyen al grupo de turismo Gaviota y al Grupo de Administración Empresarial.

RESTAURACIÓN

Debido a que no se permitió la entrada a los edificios que estaban en curso de intervención ni se pudo obtener información detallada sobre los procesos utilizados, no se proveerán datos específicos al respecto.



Figura 13

Edificio del Estado Mayor de la Marina de Guerra contiguo a la Lonja del Comercio y a la bahía de La Habana. 1948. Fotografía histórica provista por el Dr. Jeffrey Cody de sus archivos personales

Para documentar el estado presente de una estructura, y a falta de documentos históricos de construcción originales, las investigaciones técnicas para los edificios históricos en Cuba son mayormente destructivas. Esto es aún más penoso cuando las estructuras que P&H construyó estaban casi intactas al comenzar las intervenciones a pesar de su abandono, falta de uso, y mantenimiento cuando estos proyectos de intervención comenzaron.

EL FINAL DEL PRINCIPIO

*No es bueno porque es viejo,
es viejo porque es bueno.*

Anónimo

En conclusión:

- Cuba, fue y siempre será una tierra de contrastes y contradicciones, un lugar de interés para emigrantes de lugares progresistas, y para 1895 tenía establecida la primera planta de cemento en el Caribe Hispano.
- Ser modernos y progresistas implicaba cumplir con rapidez, economía, eficiencia, versatilidad, y calidad ignífuga todas las obras.
- Purdy & Henderson fueron pioneros en el mundo de la construcción desde finales del siglo XIX, primero en Chicago, y luego en Nueva York, donde experimentaron con estructuras de acero para un mundo nuevo y acelerado. Al igual

especificaron el uso de materiales innovadores como el cemento pórtland y sus productos prefabricados, e inventaron sustitutos, como sus bloques de hormigón hidrófugos e ignífugos los cuales estrenaron en Cuba.

- El comienzo del siglo XX en el Caribe Hispano fue un momento en el que todo parecía posible, cuando se abrazarían nuevas tendencias con pasión y sin restricciones que resultarían en expresiones arquitectónicas como las islas mismas: exuberantes, coloridas, audaces, y emocionantes.
- La compañía de Purdy & Henderson, sucursal habanera, se diversificó para sobrevivir – una evolución empresarial considerable que incluyó ingenieros edificadores, además de asesores, inspectores de obra, e importadores de equipos y materiales de construcción. Siempre utilizaron los mejores métodos con un equipo superior, que muchas veces importaban para asegurar los procesos especificados.
- La especificación técnica más utilizada por P&H en Cuba incluyó armaduras de acero recubiertas con piedra artificial moldeada, bloques de hormigón, y también con hormigón armado, que protegería al acero del salitre - siempre presente en una isla - para aligerar y acelerar la construcción, permitiendo mayores alturas, y con la convicción que esta tecnología ayudaba a subsanar los efectos de los huracanes y terremotos (figura 14).

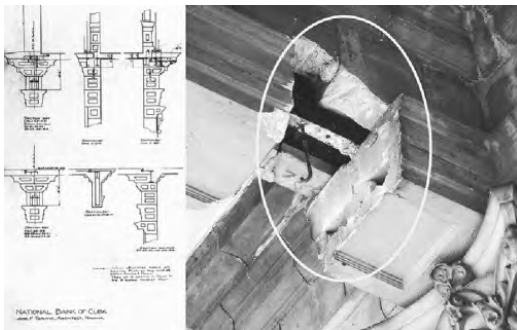


Figura 14

Detalles estructurales para la instalación de la piedra artificial moldeada sobre la armadura de acero del edificio original del Banco Nacional. 1907 y 2018. P&H Assoc. Inc. Microfilm Index to Jobs. Office of Metropolitan History, New York y Pantel del Cueto & Asociados LLC

- Debemos considerar la importancia del rol que juegan los ingenieros asesores tanto como los contratistas en un proyecto, muchas veces mejorando la versión final de un diseño arquitectónico. P&H deben haber sido excelentes jefes debido a la fidelidad de una plantilla de empleados y socios que perduró, muchas veces siendo el único empleo que tuvieron, y como consecuencia, contribuyendo con su mejor talento.
- Los resultados más impactantes de esta investigación han sido realizar cómo tanto buen diseño, como excelentes métodos de construcción, sobreviven al peor abandono (figura 15). Como empresa, Purdy & Henderson establecieron maneras y materiales nuevos para edificar, y a ellos, sus empleados, y colaboradores les debemos nuestro agradecimiento. Si la arquitectura es poesía edificada, nos dejaron volúmenes de ejemplos notables en Cuba y otros lugares del mundo. (del Cueto 2023)



Figura 15

Vista parcial del Capitolio enmarcada por una de las ventanas del hoy día Gran Teatro de La Habana Alicia Alonso, (originalmente el Centro Gallego). 2018. Foto por Pantel del Cueto & Asociados LLC

NOTAS

1. Cemento pórtland: Llamado así, porque la mezcla asemejaba en apariencia al color y la textura de la piedra caliza de Pórtland, Inglaterra. «La necesidad de un incremento de infraestructura a nivel mundial durante la Revolución Industrial que incluyó canales, caminos, puentes y otras obras de ingeniería civil, exigió materiales de desempeño y rendimiento superior como los morteros hidráulicos. Los morteros de cemento, piedra plástica, o piedra artificial, como se les llamaba comúnmente en los asentamientos españoles, se hicieron cada vez más populares. Existía la necesidad de un producto que fraguase rápidamente, se endureciera bajo el agua, alcanzara resistencia temprana y ayudara a proteger los edificios contra el agua y el fuego, resolviendo así muchos problemas de construcción con un material de construcción eficiente. Los morteros de cemento también ayudaron a acelerar el ritmo de edificación o construcción durante este período de rápido crecimiento urbano.» (del Cueto 2011)
 2. Nombre de la Guerra Hispanoamericana de 1898 la cual los cubanos afirman es el correcto debido a que Cuba fue uno de los participantes principales involucrados en este conflicto bélico.
 3. Armaduras o esqueletos de acero: «La era de la construcción de puentes y ferrocarriles trajo consigo el uso extensivo de hierro y acero. Hierro fundido y forjado habían precedido al acero desde el siglo XIX, para lograr aligerar estructuras y edificios de albañilería, y más que nada, para protegerlos contra el fuego y las fuerzas laterales causadas por el viento y los movimientos telúricos. El acero, una aleación de hierro y carbono, que inicialmente solo se había empleado para estructuras utilitarias como puentes, mercados, tinglados, almacenes, y muelles, entre tantas otras estructuras, evolucionó rápidamente para convertirse en un armazón estructural eficaz para todo tipo de edificios, una vez se hizo factible un método para su producción en masa.» (Leslie 2013)
 4. Se llamó la Edad Dorada al periodo entre 1890 al 1910 cuando hubo progreso intelectual, profesional, y comercial en Estados Unidos. Durante esta época fue diseñada la *Pennsylvania Station* en Nueva York, considerada la primera estructura de acero expuesto en Estados Unidos y «...la obra estructural más admirada en el país...» (The National Cyclopaedia of American Biography, 1920). Este proyecto unió a tres profesionales de gran valía: al arquitecto Stanford White del estudio de McKim, Meade & White como diseñador, el ingeniero Lightner Henderson, de P&H, sirvió como ingeniero estructural, y el arquitecto-ingenero valenciano Rafael Gustavino añadió sus famosas bóvedas tabicadas a los techos de la estación.
- Estos profesionales ilustres pueden haberse conocido en la Exposición Colombina de Chicago donde los tres participaron, y el destino los reunió nuevamente en este proyecto memorable. (del Cueto de Pantel 2023) Rafael Gustavino: Arquitecto valenciano... presente en la multitud de edificios urbanos a lo largo y ancho del territorio estadounidense. National Geographic España <https://nationalgeographic.com.es> «La mayor aportación técnica de Rafael Gustavino a la construcción fue la llamada bóveda tabicada, también conocida como Volta catalana... Su uso estaba ampliamente extendido por todo el Mediterráneo debido a la influencia árabe y consistía en cubrir el techo con ladrillos colocados por su parte plana y unidos por la parte más estrecha mediante cemento. La gran ventaja de este sistema era que reducía costes —pues se sostenía por sí mismo, con lo cual no necesitaba andamios— y además era resistente al fuego. Su gran logro fue conseguir hacerlas realidad en grandes dimensiones utilizando una variante del cemento todavía más ligera e igualmente ignífuga... cuando se trasladó a Estados Unidos donde tiene la mayor parte de sus obras.»
5. No se pudo obtener la fecha exacta cuando la Purdy & Henderson Co. cerró su última sucursal en Nueva York.
 6. Cast Stone: piedra artificial moldeada. Elementos arquitectónicos producidos con una mezcla de cemento y un molde. Una refinada unidad de construcción de hormigón arquitectónico fabricada para simular piedra tallada natural. (del Cueto de Pantel 2023) (Traducción del inglés por la autora)
 7. Jeffrey W. Cody. *Exporting American Architecture 1870-2000*. (London and New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2003): 27. (Traducción del inglés por la autora)
 8. Stevens, C.W. «Cast Stone», *The Construction News (1897-1916)*, 22: 16, (October 20, 1906): 325; Pamela H. Simpson. *Cheap, Quick & Easy - Imitative Architectural Materials, 1870-1930*. (Knoxville: The University of Tennessee Press, 1999). (Traducción del inglés por la autora)
 9. Bloques de hormigón hidrófugos: «...Purdy & Henderson había... inventado un proceso que permitirá el uso de bloques de hormigón en 'seco' fabricados en una máquina del tipo Palmer, y sin embargo hacer bloques que no permitan el paso de agua... de adelante hacia atrás... la mezcla impermeable, de la que se forma el estrato, se vierte en la abertura, y se vuelve homogénea con el resto del hormigón... Los inventores están utilizando este proceso en gran medida en Cuba en la actualidad y, al solicitar la patente, no tienen competencia allí...» (Traducción del inglés por la autora) (Torrance 1905)
 10. Maria Victoria Zardoya-Loureda. «Ornamento por Encargo». *Revista Opus Habana*, 3 (2001): 1-8.
 11. Yeso calcinado: Mezclado con agua, se emplea como material de escultura para hacer moldes y decoraciones.

12. *Metropolitan Floor*: Según el Doctor ingeniero estructural Donald Friedman, el *Metropolitan floor system* era un sistema para pisos de hormigón que consistía en una serie de alambres de acero colocados sobre la parte superior de las vigas del piso que servían como soportes para el piso, proporcionando una superficie plana resistente al fuego. Este método de construcción ignífuga fue utilizado para varios edificios en La Habana durante las primeras dos décadas del siglo XX y P&H como ingenieros estructurales asesores y como constructores lo deben de haber especificado y recomendado para sus estructuras como algo innovador, y más que nada, a prueba de incendios. (Friedman 2007)
13. *Cuba en Europa - Revista Quincenal Ilustrada*. Barcelona, 1: 11, (agosto 1920): 21.

LISTA DE REFERENCIAS

Archivo Nacional de Cuba (ANC) - Fondo: Urbanismo (Urb) *Banco Nacional de Cuba*: Leg. 7-O, Exp. 15743, 9849, 64418. Leg. 12-O, Exp. 30033, 48915, 87457. Leg. 233-C, Exp. 41808, 41085, 46962, 18416 *Lonja del Comercio*: Leg. 20-L, Exp. 42317, 13997, 8117. *Radio-centro*: Leg. 91-V, Exp. 16098, 22266

Cody, Jeffrey W. 2003. *Exporting American Architecture 1870-2000*. London and New York: Routledge, Taylor & Francis Group.

Concrete is extensively used on Cuban construction jobs, November 1, 1909. *Concrete (1904-1912)*, 9: 11 - 41.

Cuba en Europa - Revista Quincenal Ilustrada. 1920. Barcelona, 1: 11- 21.

de las Cuevas-Toraya, Juan. 2001. *500 Años de Construcciones en Cuba*. La Habana: Chavín, Servicios Gráficos y Editoriales, S.I.

del Cueto de Pantel, Beatriz. 2023. *Nuevos materiales y tecnologías edilicias en el Caribe Hispano y sus pioneros (1895-1930)* – tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura – Universitat Politècnica de Valencia, España.

del Cueto, Beatriz. 2016. Hydraulic Mosaics and Concrete Blocks in the Spanish Caribbean. *APT International - Association for Preservation Technology Bulletin, The Journal of Preservation Technology*; 47: 4. 15-22.

del Cueto, Beatriz. 2011. The Development of Hydraulic Mortars, Cement, and Concrete in Puerto Rico. *APT International - Association for Preservation Technology Bulletin, The Journal of Preservation Technology*; 42: 45-52.

Friedman, Donald. 2007. The Metropolitan Floor: Modern Analysis of an Archaic Structure, Practice Points 02.

APT International - Association for Preservation Technology Bulletin, The Journal of Preservation Technology; 38: 1-4.

Henderson, Lightner. 1920. *The National Cyclopaedia of American Biography being the History of the United States*. New York: James T. White & Company, 17: 172.

Leslie, Thomas. 2013. *Chicago Skyscrapers: 1871-1934*. Urbana, Chicago, and Springfield: University of Illinois Press.

McKim, Mead and White Architectural Records Collection, Department of Prints, Photographs and Architectural Collections, New York Historical Society Museum and Library.

Mil Obreros durante el día y cuatrocientos por la noche, se afanan en la construcción del hermoso edificio del Capitolio. Febrero 6, 1927. *Diario de la Marina*, La Habana: 1 y 25.

Newberry, S. B. May 1906. Hollow Concrete Block Building Construction in the United States, *Concrete and Constructional Engineering I*, no. 2: 118.

Purdy & Henderson Associates, Incorporated - Microfilm Roll Index to Jobs. *Office for Metropolitan History*, 246 West 80th St., New York City.

Rodríguez-Marcano, Yamira. 2012. Estudio Histórico Antiguo Banco Nacional de Cuba. La Habana: Centro de Información Arq. Fernando Salinas. *Empresa RESTAURAR. Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana*. Manuscrito inédito.

Roselló i Nicolau, Maribel. 2007. Revestiments per als interiors de l'arquitectura: algunes aportacions de la indústria. *X Congrés d'Historia de Barcelona - Dilemes de la fin de segle, 1874-1901*, Arxiu Historic de la Ciutat de Barcelona, Institut de Cultura, Ajuntament de Barcelona.

Se Trabajará día y noche en las Obras destinadas a embellecimiento de la Universidad de La Habana. Septiembre 21, 1927. *Diario de la Marina*, La Habana.

Simpson, Pamela H. 1999. *Cheap, Quick & Easy - Imitative Architectural Materials, 1870- 1930*. Knoxville: The University of Tennessee Press.

Stevens Cast Stone. Sept. 5, 1903. *The Construction News (1897-1916)*, 16: 10-160.

The Cuba Review and Bulletin. New York: *Munson Steamship Line*. The new Produce Exchange building in Havana, VI: 5 (April 1908): 20.

Torrance, William M. 1906. *The Manufacture of Concrete Blocks and their use in Building Construction*. Second Prize in Engineering News Competition of 1905. New York: The Engineering News Publishing Company.

Zardoya-Loureda, María Victoria. 2001. Ornamento por Encargo. *Revista Opus Habana*, 3.

La Historia de la Construcción como base del pensamiento arquitectónico: de los suelos de Serlio al pabellón de la *Serpentine Gallery* 2005

B. Del Río-Calleja
J. R. Aira-Zunzunegui
D. Sanz-Arauz

ARQUITECTURA E HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Aprender de los conocimientos almacenados en los edificios, en las construcciones históricas, es una tarea imprescindible. Una apuesta por mirar y pensar sobre estas obras de la antigüedad, comprenderlas y adquirir conocimiento sobre el que podamos reflexionar e interpretar desde la contemporaneidad. Se trata de saber leer los edificios.

Una apuesta actualizada en favor de un enfoque de la historia de la construcción que reúna sus múltiples facetas y no quede relegada a una cuestión de adquisición de cultura (Lorenz 2005). De esta forma, la historia de la construcción puede ser una fuerza productiva de una nueva forma de construir.

Esta búsqueda pretende contribuir a restablecer una continuidad visible entre la arquitectura del pasado y la del presente. Para comprobar y ejemplificar la historia de la construcción como fuente de conocimiento práctico fundamental para la resolución y creación arquitectónica contemporánea se selecciona una solución constructiva histórica: el principio de reciprocidad.

Principio de reciprocidad / Estructuras recíprocas

Actualmente se ha extendido el empleo de los términos «*reciprocal networks*» / «*reciprocal frames*» / «*reciprocal structures*» / «*fans*», para designar las estructuras creadas mediante la organización de elementos

lineales cortos entorno a un patrón capaz de que éstos se apoyen mutuamente unos en otros cubriendo una luz mayor. El patrón forma una configuración geométrica estable en la que los elementos comparten y transmiten la carga hacia los apoyos. (Popovic 2014), (Balmond 2006), (Pugnale y Sassone 2014), (Mesnil et al. 2018).

Este principio de reciprocidad en el diseño y la construcción de estructuras es conocido desde la antigüedad (Pugnale 2011), (Popovic 2007). Y se recoge en los principales tratados de construcción. La revisión del empleo del principio de reciprocidad a lo largo de la historia de la construcción nos ha permitido ver la evolución de la solución constructiva a lo largo de la historia en occidente.

La revisión pretende evaluar la continuidad o discontinuidad del empleo de este principio como solución constructiva y cuestionar el valor de la historia de la construcción aplicada a la arquitectura contemporánea. Enumeramos a continuación los documentos y proyectos revisados:

Villard de Honnecourt «*Livre de Portaiture*» (primera mitad del siglo XIII), Leonardo da Vinci «*Codex Madrid I*» o «*Tratado de estática y mecánica*» (1490-1508) y «*Codex Atlanticus*» (1478-1519), M.Sabastiano Serlio «*Il primo libro d'Architettura*» (1545), Philibert L'Orme «*Nouvelles inventions pour bien bastir et á petits frais*» (1561), Johanne Wallis «*Mechanica: sive, De motu, tractatus geometricus*» (1670), Frézier «*La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*» (1738), Fourneau «*L'art du trait de charpenterie*» (1770), Krafft

«Plans, coupes et élévations de diverses productions de l'art de la charpente» (1805), «Traité sur l'art de la charpente théorique et pratique» (1819), Rondelet «Traité théorique et pratique de l'art de bâtir dedicated the fourth tome to carpentry» (1810), Amand Rose Emy «Traité de l'art de la charpenterie» (1837), Thomas Tredgold «Elementary Principles of Carpentry» (1890), Giuseppe Antonio Borgnis «Traité élémentaire de construction appliquée à l'architecture civile» (1840), Nicola Cavalieri San Bartolo «Istituzioni di Architettura Statica e Idraulica. Volume I» (1826), Valadier «L'architettura pratica dettata nella scuola e cattedra dell'insigne Accademia di S. Luca. Tomo II» (1831), Mazzocchi «Trattato su le costruzioni in legno» (1871), Curioni «L'arte del fabbricare. Lavori generali di architettura civile stradale ed idraulica» (1868), Caveglia «Corso di costruzioni civili e militari. Volume terzo» (1878). Desde los inicios del siglo XX hasta los años 50 se mencionan en todos los tratados y manuales de construcción italianos. (Zamperini 2021), (Pugnale et al. 2011).

A partir de mediados del XX se encuentran ejemplos en proyectos y obras entre los que destacan *The Lamella wood system* de Zollinger 1920s, Casa Negra de Josep Maria Jujol 1915-25, La cité de circulation diseñada entre 1924-29 por Theo van Doesburg, Mill Creek Housing Project diseñado en 1952-53 por Louis Kahn, Berlin Philharmonic 1960-1963 por Hans Scharoun, The Rice University bamboo canopy de Shigeru Ban y Cecil Balmond, Forest Park Pavilion 2004-2007 de Shigeru Ban y Cecil Balmond, la Serpentine Gallery 2005 de Siza, Souto de Moura y Cecil Balmond (2005), y the Rokko Observatory de Sambuichi y Arup (2010).

Análisis y evolución histórica del principio de reciprocidad

Se revisa el desarrollo histórico de esta solución constructiva conocida como suelos de Serlio o principio de reciprocidad, identificando patrones geométricos que permitan comprender la geometría estructural a lo largo de los ejemplos estudiados.

Para elaborar este análisis histórico se utiliza la diagramación como herramienta gráfica. Los diagramas o mapas conceptuales son una herramienta para la representación estructurada, organizada del conocimiento (Gordon 2000). Mientras que el lenguaje verbal es secuencial, el lenguaje gráfico es simultáneo, todos los símbolos y sus relaciones se consideran al mismo

tiempo posibilitando visualizar conjuntos. Registra ideas y funciones, facilita la visualización de las relaciones dentro del conjunto. Es una herramienta esencial de pensamiento porque ayuda a comprender la estructura, el comportamiento del sistema y a identificar la jerarquía de las funciones. (Blackwell 2001).

La diagramación conceptual de la información sirve de apoyo a la comprensión de la organización o configuración de las diferentes soluciones históricas. Se han desarrollado diagramas de la evolución histórica de las soluciones constructivas de mallas recíprocas. Éstas se han ordenado cronológicamente en el diagrama, indicando autor y fecha. Se redibujan las soluciones y en cada una se evidencian proporciones, tipos de unión y patrón geométrico de la malla; permitiendo una lectura de las soluciones y su evolución como solución constructiva en occidente. Se facilita la lectura de la adaptación, distorsión y ajuste del módulo básico o fan a lo largo de un amplio periodo de tiempo, que abarca desde el siglo XIII al XXI (ver figuras 1, 2 y 3).

Los primeros documentos en los que se identifica esta solución constructiva son de la edad media, en donde las dimensiones y proporción de la solución no cubren grandes superficies. En el siglo XVII, Johannes Wallis estudia el principio, realiza un cálculo analítico y define patrones con módulo base formado por mayor número de elementos. Desarrolla soluciones de malla en las que ya están presentes las operaciones de giro y simetría y la luz que cubren es 4 veces la longitud del elemento de mayor dimensión. A diferencia de las uniones de media madera del suelo de Serlio, Wallis propone uniones de cola de milano. En el siglo XVIII Frezier se interesa por el principio (conocido como suelo de Serlio) y lo vincula con la solución constructiva de las bóvedas planas de Abeille. El establecimiento de esta relación dio lugar a numerosos artículos que revisaban conjuntamente ambas soluciones (Brocato y Mondardini 2015), (Piekarski 2020) y (Estrin, Krishnamurthy y Akleman 2021).

El análisis de la solución constructiva de forjados y cubiertas (planas o inclinadas) a través del empleo de elementos de menor dimensión que la luz a salvar, permite reconocer el módulo básico o fan (documentado por Villard de Honnecourt, XIII), denominado actualmente fan y formado habitualmente por cuatro elementos, aunque el número mínimo es tres. Este análisis permite reconocer y distinguir diferentes pro-

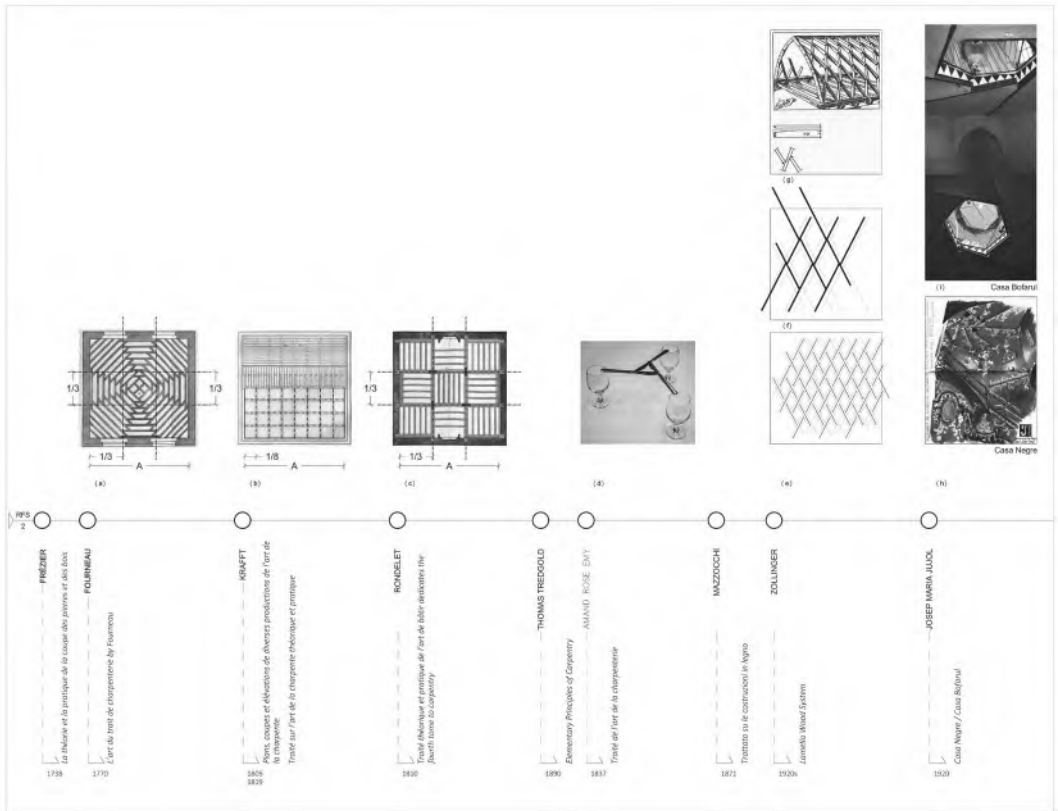


Figura 2

ción. Para Amand Rose Emy (1842), el principio de reciprocidad fue imitado por un juego encontrado en una antigua colección de recreaciones matemáticas, donde tres o cuatro cuchillos fueron colocados de manera que los extremos de los mangos se apoyaran en puntos fijos, dispuestos de forma que sus hojas cruzadas alternativamente pudieran sostener un objeto en el aire. Emy mostró las soluciones descritas por Krafft y Rondelet. Mazzocchi (1871) analizó todos los ejemplos de Krafft, Rondelet y Emy. Fomentó el uso de elementos de hierro como refuerzo y subrayó el papel del entablado. Y para Tredgold hay varios métodos curiosos de construir forjados mediante el uso de vigas cortas de madera; estos no pasan desapercibidos pero rara vez se ejecutan. En las soluciones analizadas se consideran también los tipos de unión entre elementos, distinguiendo entre solucio-

nes de caja y espiga, de cola de milano, uniones metálicas (empleo de pasadores o clavos) o de apoyo directo de unos elementos sobre otros.

En el siglo xx, Zollinger en su patente de 1924, adapta la malla ortogonal (solución más frecuente en los casos históricos documentados) proponiendo una malla romboidal e inclinada para la construcción de cubiertas a dos aguas con pronunciada pendiente y conformando un perfil de la cubierta en forma de arco apuntado. Introduce una novedad en la resolución de la junta (Franke *et al.* 2017), desplazando los elementos que acometen sobre el principal, lo cual favorece la construcción del sistema estructural. Esta unión minimiza el número de puntos de encuentro compartidos, y las vigas entrelazadas dan resistencia a la estructura (Tamke *et al.* 2010). Solución que se asemeja a la construcción de arcos mediante el em-

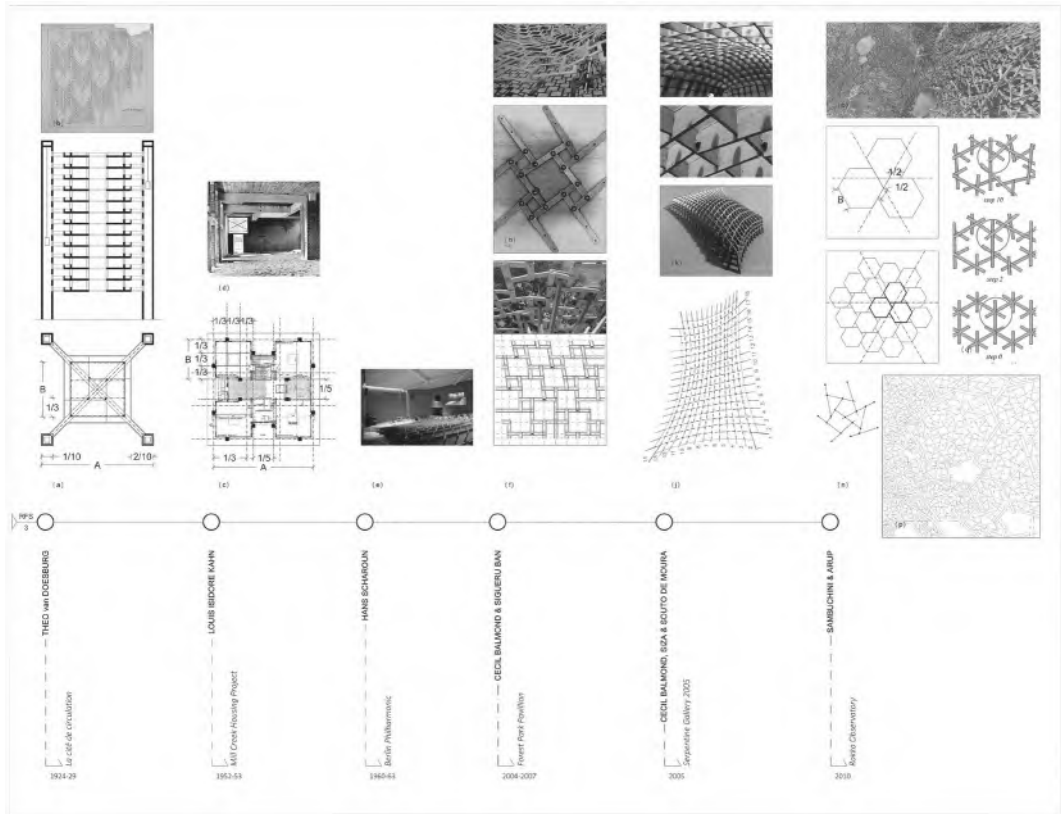


Figura 3

pleo de elementos pequeños desarrollada por Philibert d'Orme en su tratado del siglo XVI.

En este análisis cronológico se recogen ejemplos construidos, como el proyectado por Jujol (Flores 1999), en el que los elementos se apoyan unos sobre otros, formando un fan de seis elementos cuya geometría genera una superficie de revolución inclinada que sirve de cubierta y guarda similitudes con soluciones habituales en oriente.

Las estructuras recíprocas se construyen generalmente en madera, y se traducen al lenguaje del hormigón armado en el siglo XX. Existen ejemplos diseñados por Theo van Doesburg (Straaten 1993), Louis Kahn y Hans Sharoum (Popovic 2007).

Los ejemplos más recientes (ver figura 3) tienen como denominador común la participación de ARUP en la definición constructiva. Los patrones

están basados en los definidos por Wallis y se adaptan o distorsionan para resolver superficies curvas. Las resoluciones constructivas se ejecutan con madera, en concreto se emplea el bambú en el Forest Park Pavillion, 2004 (Yoshida 2006) y madera microlaminada en la Serpentine Gallery 2005 (Gouw 2011). En el caso del Rokko observatory, 2010 (Parigi, Kirkegaard y Sassone 2012) y (Nagy, Csóka y Katona 2019), la estructura principal de la malla que conforma una cúpula distorsionada se ejecuta con tubo de acero de sección circular y la madera de cedro solo se emplea para ejecutar el patrón de la celosía de cada hexágono.

La lectura cronológica del uso de este principio estructural, evidencia que existe una cierta continuidad en la que se detecta la irrupción del hormigón armado y del acero a principios del siglo XX. Aunque

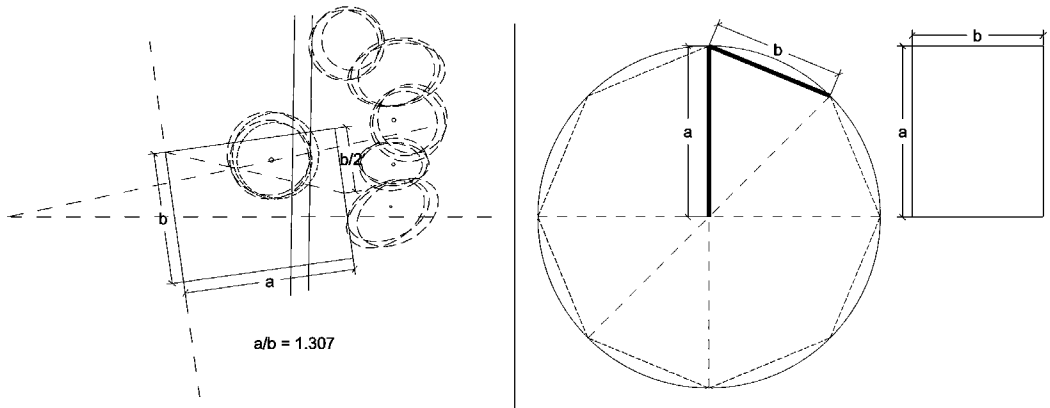


Figura 4

hubo intentos por trasladar la reciprocidad al hormigón armado, no fueron muy significativos. A partir del siglo XXI, encontramos ejemplos de arquitectura singular en el que se emplean este tipo de estructuras. El principio es el mismo, pero su geometría y su forma son complejas; las mallas se curvan, distorsionan y se adaptan a nuevas intenciones formales. El empleo de materiales contemporáneos, cuya producción suele apoyarse en sistemas de prefabricación, posibilita cubrir superficies de mayor envergadura.

ESTUDIO DE CASO, LA SERPENTINE GALLERY 2005 DE ALVARO SIZA, EDUARDO SOUTO DE MOURA Y CECIL BALMOND

De entre los proyectos recientes analizados, se ha seleccionado el pabellón de la Serpentine 2005. El objetivo es profundizar en el estudio de cómo se aplica el principio de reciprocidad en la resolución arquitectónica contemporánea.

Estos pabellones son una instalación efímera que se construye cada verano en los jardines de Kensington con el objetivo de exponer de manera genuina la mejor arquitectura contemporánea internacional. Los «*Summer Pavilion*» son laboratorios de experimentación de arquitectura, son pequeñas obras en las que los arquitectos expresan libremente sus ideas y constituyen una propuesta de investigación de carácter formal, material y estructural. (Tuncbilek 2013), (Molina Siles 2013).

Para realizar este ejercicio se hace necesario conocer los objetivos del proyecto, el plan, los condicio-

nantes impuestos y los condicionantes de diseño de los autores. Se ha realizado un estudio pormenorizado del proyecto ejecutado, así como de las fases de su desarrollo a través de una metodología de análisis sistémico (del Río-Calleja, Grau-Enguix y García-Santos 2022) (del Río Calleja 2022). Las consideraciones de los autores del proyecto con respecto a la idea y la forma se recogen de manera reducida a continuación:

La idea de proyecto confiere gran importancia a la adecuación del pabellón al lugar que ocupa dentro de los jardines, a potenciar su relación con el entorno natural que le rodea, con la vegetación existente y los accesos. Hay una voluntad de favorecer las vistas desde el interior del pabellón que marcará el diseño y la configuración de los apoyos, concentrándolos en el perímetro, y desarrollando una resolución de la cubierta mediante una malla estructural. Se pretende resolver un edificio que exprese cierto dinamismo, ritmo y movimiento. La selección del material está en consonancia con el entorno natural, orientada por lo tanto hacia productos de la madera. Todas estas consideraciones están condicionadas siempre con lograr una solución de gran interés arquitectónico.

Conocido el planteamiento arquitectónico-constructivo del proyecto, iniciamos el estudio y análisis de la resolución arquitectónica del pabellón. A lo largo de éste proceso se hace posible comprobar cómo se traslada al desarrollo y resolución del problema arquitectónico el conocimiento relativo a la historia de la construcción. Se hace evidente la forma en la que la historia de la construcción se hace fundamental para alcanzar la solución proyectual de la Serpentine 2005.

La configuración formal del proyecto es desde el inicio una malla o retícula estructural rectangular que se distorsiona para adaptarse a las características del entorno y para lograr una forma dinámica. La resolución formal libera las esquinas y el espacio central de apoyos, concentrándolos en el perímetro de la malla estructural.

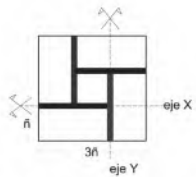
Geometría

En el análisis y desarrollo de la resolución constructiva de la *Serpentine* abordamos inicialmente la cuestión de la proporción y de la configuración geométrica de la malla. La geometría es la herramienta que sirve de apoyo a la deducción, que permite establecer relaciones entre las partes y el dominio de la unidad como totalidad. Esta naturaleza deductiva de la geo-

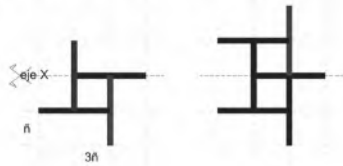
metría constituye el sistema de soporte de la generación de las entidades constructivas.

La primera aproximación a la definición geométrica de la malla de la *Serpentine Gallery* 2005 tiene como punto de partida un rectángulo de proporción cordobesa, donde el lado corto se corresponde con el lado del octógono inscrito en una circunferencia cuyo radio es la dimensión del lado largo (ver figura 4).

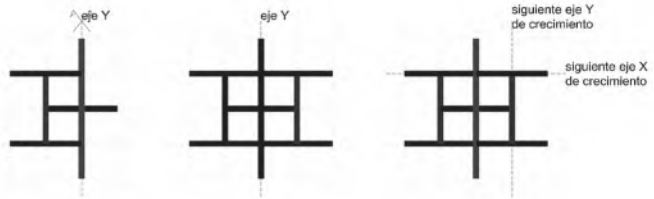
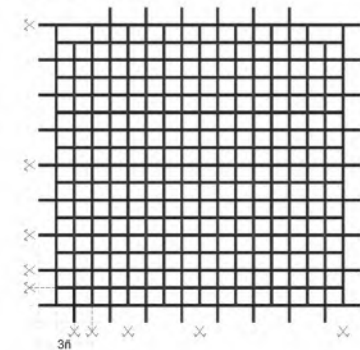
El estudio de la configuración geométrica de la malla se inicia a partir del fan base de 4 elementos y proporción habitual 1/3. El objetivo es alcanzar la comprensión del modo en el que ha sido generada, para lo que es necesario encontrar y determinar las operaciones que rigen su configuración formal. El diagrama (ver figuras 5y 6) muestra el resultado de un proceso de búsqueda de alternativas en el que se evalúan múltiples combinaciones hasta alcanzar un resultado que se ajusta a la malla del



A_ Operación de simetría en dos direcciones (ejes X / Y)



B_ Reptiendo la operación de simetría en las dos direcciones de los ejes, la malla crece



C_ Revisión y ajuste de la operación de desplazamiento

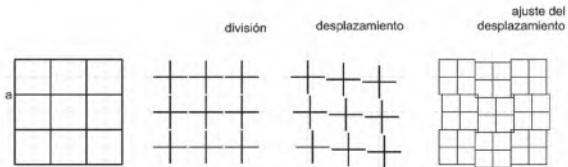


Figura 5

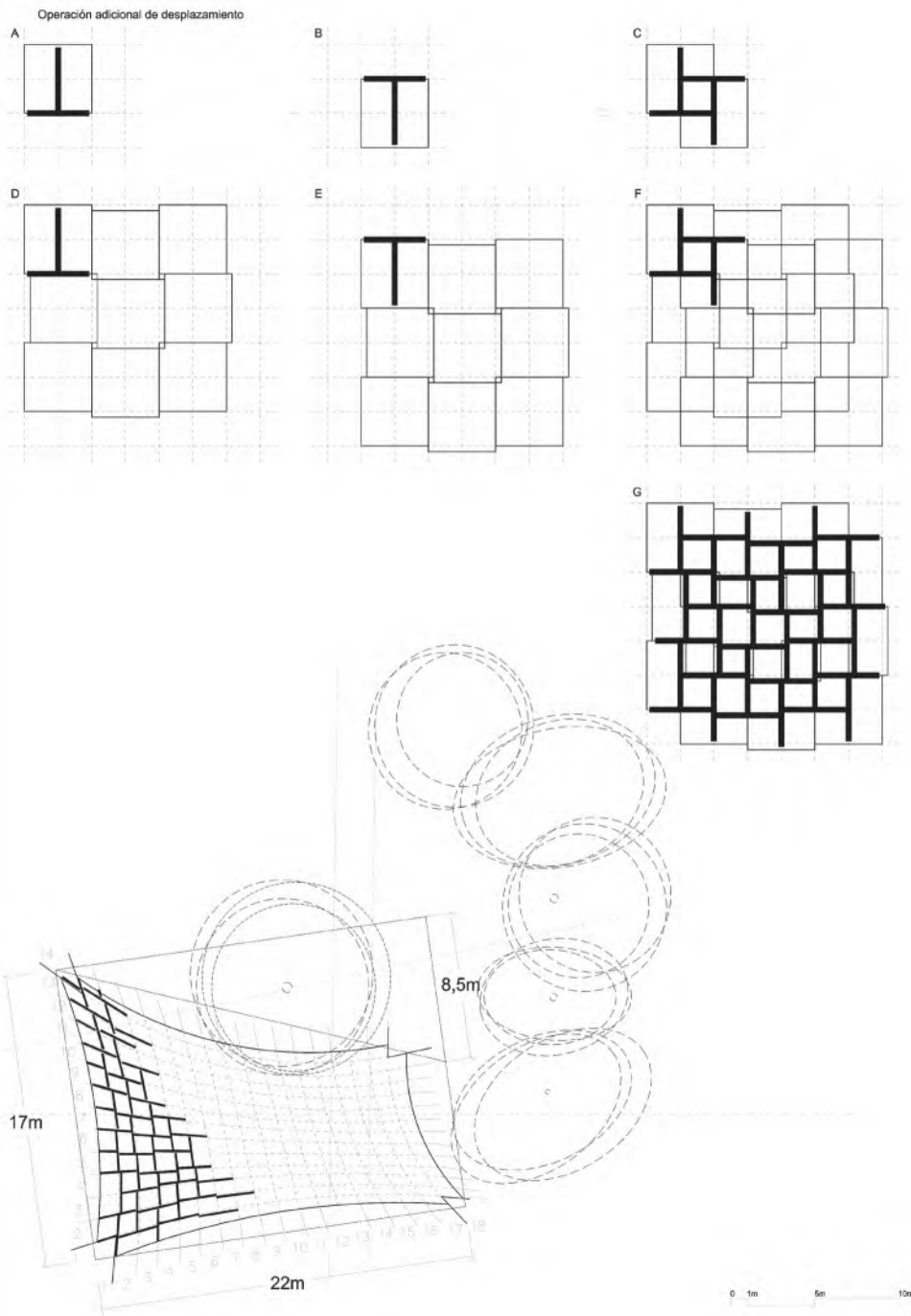


Figura 6

caso de estudio. Este análisis se realiza a partir de los conocimientos adquiridos a través del análisis diagramático de las soluciones históricas (figuras 1, 2 y 3), así como de la revisión de la literatura científica relevante sobre las estructuras recíprocas contemporáneas.

La configuración de la malla resulta de la combinación de dos operaciones: simetría y desplazamiento. A partir del fan base, realizando operaciones de simetría en ejes x e y, de forma alterna, y seleccionando ejes desplazados, a medida que la malla se amplía o crece, se obtiene una configuración ajustada (ver figura 5).

El dinamismo y movimiento del que se pretende dotar al pabellón se materializa en la configuración de la malla. No se busca exclusivamente la estética, sino que, al mismo tiempo sea parte de la solución constructiva. Lo cual se alcanza mediante la operación de desplazamiento (figura 6). Esta operación fue ya introducida en la malla desarrollada por Zollinger en 1924 (ver figura 2). El desplazamiento facilita la resolución de la junta entre los elementos. El desplazamiento planteado por Balmond (ver figura 5 C), genera una distorsión de la malla que acumulada en toda su superficie pierde dinamismo por lo que es necesario el ajuste. Este consiste en alternar el desplazamiento para contrarrestarlo y evitar esta distorsión acumulada (ver figura 5 C, desplazamiento ajustado).

Para trasladar la operación de desplazamiento a la malla recíproca, se elabora una abstracción del fan base. Consiste en descomponer los cuatro elementos en dos grupos de dos. Así se obtienen dos cuadrados desplazados. Cada uno contiene dos elementos formando una T. Por lo tanto, de la suma de los dos cuadrados desplazados resulta el fan base (figura 6 C). A partir de esta abstracción, se reproduce la configuración con el desplazamiento alterno propuesto arriba. Se generan dos mallas, una del cuadrado tipo 1 y otra del tipo 2. La ley de crecimiento de la malla es igual en los dos casos. Superpuestas sendas mallas, se obtiene la configuración geométrica de la malla del caso de estudio (figura 6 G).

Una vez alcanzada la comprensión y las operaciones de generación de la propia configuración de la malla, esta se adapta a los límites y curvaturas de la forma concreta de la *Serpentine Gallery* 2005. La malla resultante se distorsiona con dos objetivos: la adaptación a la forma pretendida de doble curvatura

y la liberación de la esquina en la resolución de los apoyos.

Material

La elección de la madera está determinada desde de la idea de proyecto. Condicionada por la influencia del Arte Povera (reconocida por los autores), por la idea de relación del pabellón con la naturaleza, en una especie de mimesis, y por la influencia de las construcciones tradicionales de granjas de Inglaterra.

El sistema estructural escogido se caracteriza por una elevada sollicitación de esfuerzo cortante localizada en las juntas o uniones entre los elementos. La luz que se pretende salvar tiene una exigencia considerable sobre la resistencia del material. La forma establece como requisito la construcción de piezas que reproduzcan las curvas. El montaje previsto dirige la solución hacia cortes de los elementos con CNC. El material con un comportamiento más adecuado a los requisitos es el LVL. En concreto el Kerto LVL grade Q. Este producto tiene mayor resistencia a esfuerzos cortantes que el resto de los materiales analizados. Es adecuado para resolver grandes luces debido a su rigidez, propiedades de resistencia y peso ligero. Además, permite mantener una proporción esbelta en los elementos que conforman la estructura.

Forma / Función

El caso de estudio, referido a la relación entre estructura y configuración, nos lleva a analizar el comportamiento estructural de los elementos que configuran la estructura recíproca. Entendiendo, desde la perspectiva funcional, la estructura como un sistema de soportes que se caracterizan por el cómo soportan y por lo que soportan.

En una configuración estructural, es habitual que las funciones de apoyar y de ser apoyado estén separadas. Y generalmente estas funciones se realizan en posiciones diferenciadas del elemento. En el caso de las estructuras recíprocas, las funciones se concentran en los extremos de los elementos que configuran la malla. Es decir, todos los elementos que forman la estructura recíproca deben apoyarse y sostener simultáneamente otro elemento. Así, todos los elemen-

tos que configuran la malla tienen la misma función, y no existen comportamientos estructurales diferenciales, exceptuando los elementos de borde. Esta característica intrínseca de este tipo de estructuras contrasta con las configuraciones estructurales habituales y dificulta la comprensión intuitiva del comportamiento estructural de las estructuras recíprocas. Para profundizar en la comprensión del comportamiento estructural de las estructuras recíprocas se han revisado los trabajos de Kohlhammer 2011 y Popovic 2007.

La junta: resolución arquitectónica-constructiva

En las estructuras recíprocas, el diseño de la junta contribuye directamente en la definición del comportamiento estructural de la malla (Pugnale 2014).

Para razonar entorno a la resolución conceptual de la unión entre elementos desarrollada y ejecutada en el caso de estudio, se consideran también las perspectivas del material y la geometría ya expuestas, desde una perspectiva holística, integral.

La voluntad de los diseñadores es resolver la unión mediante el empleo de una junta de tipo tradicional. Los requisitos estructurales favorecen la ejecución de un ensamble tradicional de caja y espiga que permita la transmisión de los esfuerzos de compresión. En este tipo de junta, la unión entre elementos se realiza por mecanizado, y los esfuerzos se transmiten a través de las tensiones que se generan entre las superficies en contacto.

La junta de caja y espiga supone la pérdida de material en la zona del elemento más solicitada: los extremos del elemento. Las funciones estructurales de cada elemento que forma parte de la malla se localizan en los extremos. Es la parte del elemento en la que una reducción de la sección del material puede ser más crítica.

En la junta se produce el encuentro de tres elementos y su resolución constructiva es producto de una estrategia de operaciones combinadas.

Ejecutar la caja, y por lo tanto la pérdida de material en la parte central del elemento, situando la pérdida de sección del material en una zona menos solicitada. La caja se ejecuta en la parte central del canto total de la viga, permitiendo la continuidad del material tanto en la parte superior (encima de la caja) como en la inferior (debajo de la caja) (ver figura 7 B).

En la parte central de cada elemento acometen otros dos, en sentido perpendicular, uno por cada lado. Y lo hacen desplazados, esta discontinuidad simplifica la resolución de la junta al mismo tiempo que favorece el carácter dinámico de la estructura. El desplazamiento de los ejes supone que podemos ejecutar una sola caja más grande que reciba las espigas de los dos elementos, una por cada lado (ver figura 7 D).

La esbeltez de los elementos hace que las dimensiones de la espiga sean muy reducidas. Las uniones de caja y espiga transmiten los esfuerzos a través de las superficies en contacto. Una superficie de contacto insuficiente genera problemas de transmisión de esfuerzos. Para aumentar la superficie en contacto del elemento, la estrategia de resolución es considerar la unión como un conjunto, así si somos capaces de aumentar la superficie de contacto de uno de los elementos, compensaremos la reducida superficie del otro. Esto supone establecer una diferenciación en el modo de apoyar de cada uno. La espiga del primer elemento es corta y queda enrasada con el plano. La espiga del segundo elemento se alarga, aumentando su superficie. Para lograr el funcionamiento de la estrategia de compensación, es necesario introducir un nuevo tipo de unión, denominada de acoplamiento. En este tipo de unión, las piezas se unen por sus cantos. La superficie de la espiga más grande entra en contacto con la superficie del canto del elemento de espiga corta, aumentando la capacidad de transmisión de los esfuerzos. Para mantener unidos los cantos se incorpora una unión metálica de tipo clavija, en concreto un pasador. Este herraje, que atraviesa las piezas de madera, está sometido a flexión generando tensiones de aplastamiento en las piezas de madera que une, logrando un comportamiento solidario entre los elementos (ver figura 7 E).

En esta estrategia combinada, la junta se resuelve a través de la adaptación de varios tipos de uniones: ensamble de caja y espiga, acoplamiento y uniones metálicas tipo clavija. Con esta estrategia combinada se alcanza un valor estético de la resolución que es también favorable para el montaje en obra. En la definición geométrica de la solución, que no atiende a las distorsiones formales de la cubierta del pabellón, los elementos son iguales y tienen siempre un extremo de espiga corta y otro de larga, manteniendo la característica del comportamiento estructural de las estructuras recíprocas, en las que todos los elementos tienen el mismo comportamiento estructural (ver figura 8).

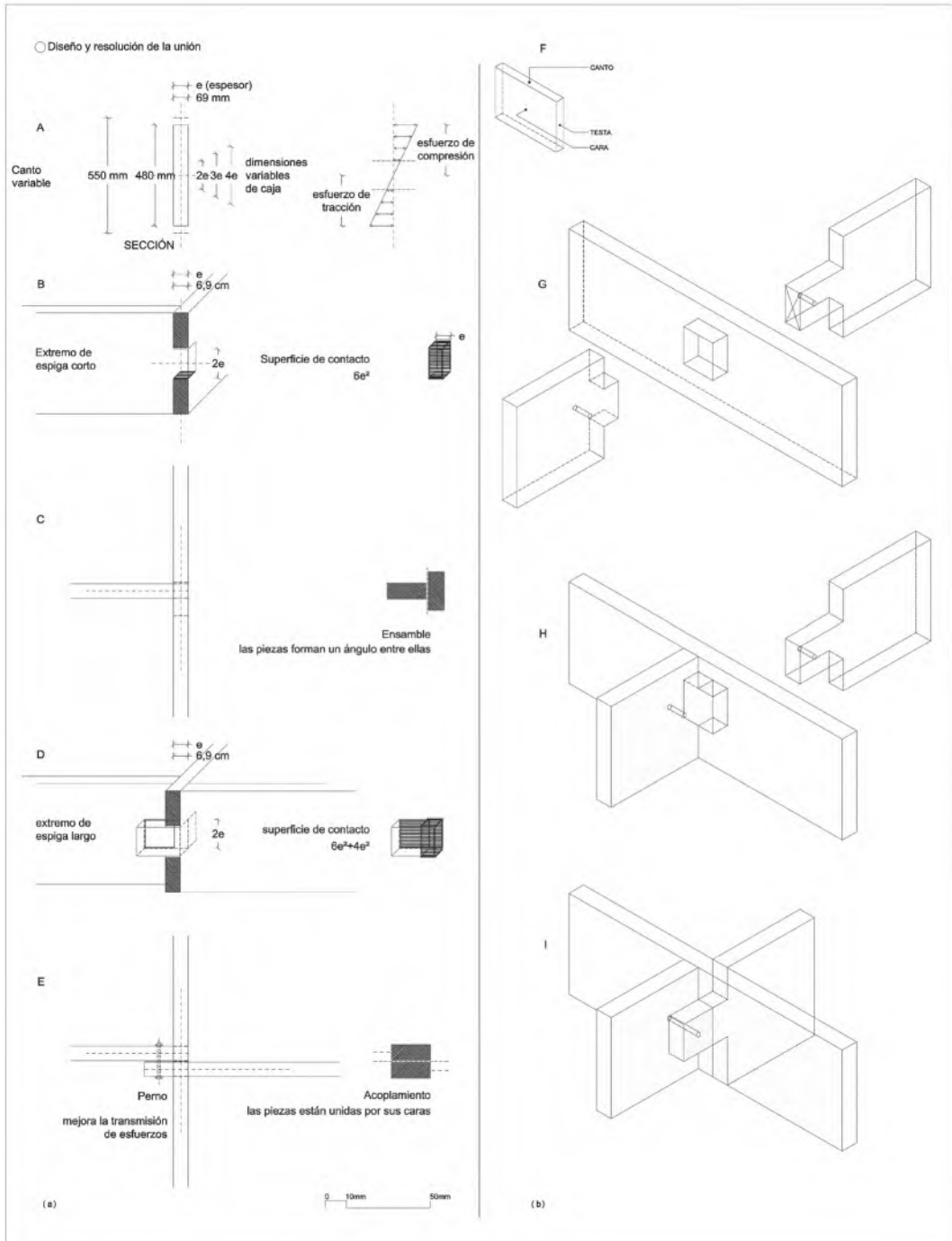


Figura 7

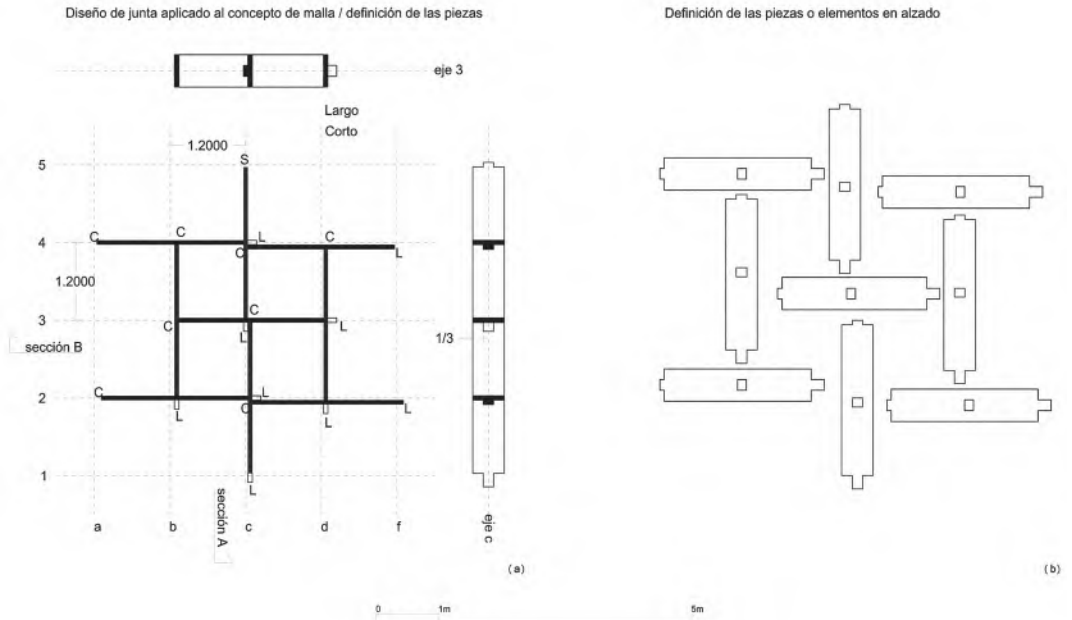


Figura 8

CONCLUSIONES

Se demuestra la relevancia del conocimiento inherente en las soluciones constructivas históricas. El conocimiento adquirido, tras el estudio y análisis de estas soluciones, ha permitido identificar la presencia de estrategias de resolución ya puestas de manifiesto a lo largo de la historia de la construcción. En la resolución constructiva del pabellón se reconocen en la configuración de la malla recíproca una adaptación de la combinación de la solución de Wallis y Zollinger. La configuración de los elementos de la malla está influida por una de las resoluciones de Wallis, mientras que las juntas se resuelven a partir de la idea de desplazamiento introducida por Zollinger en sus estructuras tipo Lamella.

La resolución del problema de la junta se ha planteado desde la visión conjunta (de la geometría, el material y la forma) y el conocimiento relacional de la historia de la construcción permiten comprender las razones que justifican una solución de la junta que combina la unión de caja y espiga, el acoplamiento y la unión metálica tipo clavija. La junta eje-

cutada de esta forma en el caso de estudio no renuncia a la estética. En su resolución, el desplazamiento de elementos se hace imprescindible a la vez que aporta un fuerte dinamismo a la estructura.

La historia de la construcción tiene una relevancia capital en la arquitectura y el conocimiento profundo de las soluciones históricas es esencial. Adquirido este, podemos adaptarlo a otras formas y/o transferirlo a otros materiales o tecnologías de fabricación. El reconocimiento de soluciones procedentes de la historia de la construcción en el *Summer Pavilion*, símbolo de la experimentación arquitectónica contemporánea, pone de manifiesto la vigencia de la historia de la construcción.

La Historia de la Construcción tiene un papel fundamental en el conocimiento y desarrollo arquitectónico. En las últimas décadas la producción científica ha producido una vasta y extraordinaria cantidad de conocimiento relativo a la disciplina de la historia de la construcción. El caso de estudio muestra uno de los posibles caminos de cómo el conocimiento relativo a esta disciplina se hace fundamental en la resolución contemporánea del proyecto arquitectónico-

constructivo de elevada exigencia cualitativa. Sigamos buscando caminos que nos permitan contribuir en nuestra época a continuar escribiendo la historia de la construcción.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aira, José Ramón, Miguel Carlos Cabo-Fernández, Federico Luis del Blanco-García, and Laura Gonzalo-Calderón. 2022. Puentes De Madera Con Estructura Recíproca. Análisis Comparativo Del Puente Tradicional Chino Y El Puente De Leonardo. *Informes De La Construcción* 74 (565): e430.
- Almeida, Daniel and José Pedro Sousa. 2017. Tradition and Innovation in Digital Architecture-Reviewing the Serpentine Gallery Pavilion 2005. *eCAADe*.
- Araullo, Rebekah and M. Hank Haeusler. 2017. Asymmetrical Double-Notch Connection System in Planar Reciprocal Frame Structures. *CAADRIA*, 2017.
- Arias y Scala, Federico de. 1893. *Carpintería Antigua y Moderna: Tratado General Teórico-Práctico Para Uso De Carpinteros, Ingenieros*. Barcelona: F. Nacente, Editor.
- Balmond, Cecil. 2002. *Informal*. Londres: Prestel.
- Baverel, Olivier and Alberto Pugnale. 2014. Reciprocal Systems Based on Planar Elements: Morphology and Design Explorations. *Nexus Network Journal* 16 (1): 179-189.
- Bergis, Louis and Klaas De Rycke. 2017. Reciprocal Frame for the Roof of the Franz Masereel Centre. *International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)*.
- Bernabeu Larena, Alejandro. 2007. Estrategias De Diseño Estructural En La Arquitectura Contemporánea: El Trabajo De Cecil Balmond. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- Blackwell, Alan F. 2001. Introduction Thinking with Diagrams. En *Thinking with Diagrams*, 1-3: Springer.
- Brocato, Maurizio and Lucia Mondardini. 2015. Parametric Analysis of Structures from Flat Vaults to Reciprocal Grids. *International Journal of Solids and Structures* 54: 50-65.
- Da Vinci, Leonardo. 1519. *Codex Atlanticus*. Milan: Biblioteca Ambrosiana.
- Da Vinci, Leonardo. 1508. *Tratado De Estática Y Mecánica [Codex Madrid I] Mss. 8937*. Madrid: Biblioteca Nacional de España.
- De Honnecourt, Villard. 1235. *Album De Desin Et Croquis [Livre De Portraiture] Ms. Fr. 19093*. Paris: Département des Manuscrits, Bibliothèque nationale de France.
- De l'Orme, Philibert. 1561. *Nouvelles Inventions Pour Bien Bastir Et a Petits Fraiz*. Paris: Féderic Morel.
- Del Río-Calleja, Beatriz. 2022. El Planteamiento Sistémico Del Proceso Constructivo. UPM Arquitectura.
- Del Río-Calleja, Beatriz and Alfonso García-Santos. 2016. *Systemic Research in Architecture*. Editura Universitara Ion Mincu.
- Del Río-Calleja, Beatriz, Joaquín Grau Enguix, and Alfonso García-Santos. 2022. Architectural Systemic Approach: The Serpentine Gallery 2005, a Reciprocal Frame Case Study. *Buildings* 12 (7): 1051.
- Douthe, Cyril and Olivier Baverel. 2009. Design of Nexorades Or Reciprocal Frame Systems with the Dynamic Relaxation Method. *Computers & Structures* 87 (21-22): 1296-1307.
- Emy, Amand Rose. 1842. *Traité De L'Art De La Charpenterie*. Vol. 2. Paris: D. Avanzo.
- Estrin, Yuri, Vinayak R. Krishnamurthy, and Ergun Akleman. 2021. Design of Architected Materials Based on Topological and Geometrical Interlocking. *Journal of Materials Research and Technology* 15: 1165-1178.
- Feio, Artur O., Paulo B. Lourenço, and José S. Machado. 2014. Testing and Modeling of a Traditional Timber Mortise and Tenon Joint. *Materials and Structures* 47 (1): 213-225.
- Flores, Carlos. 1999. "Josep Maria Jujol, 1999. *Arquitectura: Revista Del Colegio Oficial De Arquitectos De Madrid (COAM)* (318): 14-25.
- Fourneau, N. 1770. *L'Art Du Trait De Charpenterie*. Paris: Firmin Didot.
- Franke, Lukas, Alexander Stahr, Cristoph Dijoux, and Christian Heidenreich. 2017. "How does the Zollinger Node really Work? *International Association for Shell and Spatial Structures*.
- Gargiani, Roberto. 2012. *L'Architrave, Le Plancher, La Plate-Forme: Nouvelle Histoire De La Construction*. Lausana: Presses Polytechniques et Univertaires Roman-des.
- Gordon, J. L. 2000. Creating Knowledge Maps by Exploiting Dependent Relationships. *Knowledge-Based Systems* 13 (2): 71-79. doi:10.1016/S0950-7051(00)000484. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705100000484>.
- Goto, Kazuma, Ryota Kidokoro, and Takeshi Matsuo. 2011. Rokko Mountain Observatory. *The Arup Journal* 46 (2): 20-26.
- Gouw, H. The Serpentine Pavillion 2005 Case Study.", accessed 01/06, 2022, https://issuu.com/hizkiagouw/docs/serpentine_pavillon_2005.
- Grau Enguix, J. El Arte De Apoyar.
- Grau Enguix, J. Estudio General De Las Juntas Y Uniones.
- Grau Enguix, J. La Lógica Constructiva.
- Gustafsson, Joel. 2016. Connections in Timber Reciprocal Frames. Tesis de Máster, Chalmers University of Technology.
- Kohlhammer, Thomas and Toni Kotnik. 2011. Systemic Behaviour of Plane Reciprocal Frame Structures. *Structural Engineering International* 21 (1): 80-86.

- Krafft, Jean C. 1805. *Plans, Coupes Et Elevations De Diverses Productions De La Charpente*. Paris: Levrault, Schoel et Compagnie.
- Krafft, Jean-Charles and Antoine-François Lomet Des Foucaux. 1819. *Traité Sur L'Art De La Charpente Théorique Et Pratique*. Paris: L'Auteur.
- Kuhlmann, Tobias and Daniel Lordick. 2014. *Iterative Form Finding for the Layout of Irregular Reciprocal Framework Structures*. Innsbruck: Innsbruck University Press.
- Lorenz, Werner. 2005. From Stories to History, from History to Histories: What can Construction History do? *Construction History* 21: 31-42.
- Mazzocchi, Luigi. 1871. *Trattato Su Le Costruzioni in Legno*. Milán: Antonio Vallardi.
- Mesnil, Romain, Cyril Douthe, Olivier Baverel, and Tristan Gobin. 2018. Form Finding of Nexorades using the Translations Method. *Automation in Construction* 95: 142-154.
- Molina Siles, Pedro Javier. 2013. *La Arquitectura Efímera: Los Pabellones Temporales De La Serpentine Gallery Como Paradigma Del Proceso Creativo*. Tesis de Máster, Universidad Politécnica de Valencia.
- Nagy, Máté, Levente Csóka, and Vilmos Katona. 2019. The Role of Symmetry in Reciprocal Frame Structures. *Symmetry: Culture and Science* 30 (1): 15-24.
- Parigi, Dario, Poul Henning Kirkegaard, and Mario Sassone. 2012. Hybrid Optimization in the Design of Reciprocal Structures. *International Association for Shell and Spatial Structures*.
- Piekarski, Maciej. 2020. Floor Slabs made from Topologically Interlocking Prefabs of Small Size. *Buildings* 10 (4): 76.
- Pizzigoni, Attilio. 2010. *Leonardo & Le Strutture Reciproche*. Bergamo: Università di Bergamo.
- Popovic Larsen, Olga. 2014. Reciprocal Frame (RF) Structures: Real and Exploratory. *Nexus Network Journal* 16 (1): 119-134.
- Popovic Larsen, Olga. 2007. *Reciprocal Frame Architecture*. Oxford: Architectural Press.
- Pugnale, Alberto, Dario Parigi, Poul Henning Kirkegaard, and Mario Sassone. 2011. *The Principle of Structural Reciprocity: History, Properties and Design Issues*. Hemming Group Ltd.
- Pugnale, Alberto and Mario Sassone. 2014. Structural Reciprocity: Critical Overview and Promising Research/Design Issues. *Nexus Network Journal* 16 (1): 9-35.
- Puyol, Ana Garcia. 2015. Mass Customization of Reciprocal Frame Structures. *International Association for Shell and Spatial Structures (IASS)*.
- Rondelet, Jean-Baptiste. 1827. *Traité Théorique Et Pratique De L'Art De Batir*. Paris: L'Auteur.
- Roof Structures. «Gustel R. Kiewitt Lamella Architect.», accessed 01/06, 2022, <https://roofstructures.tumblr.com/post/119917529529/history-of-the-lamella-roof>.
- Sánchez Sánchez, José, María Teresa Rodríguez-León, and José Felix Escrig Pallarés. 2010. Una Aproximación Analítica a Las Mallas Recíprocas Diseñadas Por Leonardo. *Informes De La Construcción* 62 (518): 5-14.
- Serlio, Sebastiano. 1663. *[Architettura Di Sebastian Serlio]*. Venetis: Venetis s.n.
- Straaten, Evert van. 1993. *Theo Van Doesburg: L'Opera Architectonica*. Milán: Milano Electa.
- Tamke, M., J. Riiber, H. Jungjohann, and M. Ramsgaard. 2010. *Lamella Flock, Advances in Architectural Geometry*. Nueva York: Springer.
- Thönnissen, Udo. 2014. A Form-Finding Instrument for Reciprocal Structures. *Nexus Network Journal* 16 (1): 89-107.
- Tredgold, Thomas. 1828. *Elementary Principles of Carpentry: A Treatise on the Pressure and Equilibrium of Timber Framing, the Resistance of Timber, and the Construction of Fl.* Londres: J. Taylor at the Architectural Library.
- Vrontissi, Maria. 2018. Structure as Pattern: Balmond's Rhythm Vs. Le Ricolais' Analogy. *International Association for Shell and Spatial Structures*.
- Wallis, John. 1670. *Mechanica: Sive, De Motu, Tractatus Gometricus*. London: Gulielmi Godbid.
- Yeomans, David. 1997. The Serlio Floor and its Derivations. *Architectural Research Quarterly* 2 (3): 74-83.
- Yoshida, Nobuyuki. 2006. *Cecil Balmond: A U (Architecture and Urbanism), November 2006 Special Issue* A U Publishing Company.
- Zamperini, E. 2021. *Timber Floors made with Elements Shorter than the Span Covered in Treatises and Technical Literature*. CRC Press.

El tránsito de saberes y técnicas entre oficios: el maestro Fortun Ximenez de Bertendona, cantero y navegante

Pedro Dermitt Martínez
Manuel Romero Bejarano
Francisco Pinto Puerto

En el transcurso de los siglos XV y XVI se producen numerosos cambios de paradigmas, como la visión del mundo conocido y su representación; de un horizonte plano a uno curvo, del plano a la esfera. En este tránsito los reinos de Castilla y Portugal tuvieron un protagonismo indiscutible que trasvasa los límites entre las técnicas y las ciencias, los saberes y los oficios. La representación del mundo conocido, así como la representación de elementos constructivos como las bóvedas son muestra de ello, como han dejado constancia tratados, manuscritos y otros documentos elaborados en aquel especial momento de cambio. Pero el tránsito de saberes y técnicas entre oficios va más allá de aquellos propios de la arquitectura. Buen ejemplo es el caso que presentamos en esta comunicación, el de un personaje sumamente peculiar, el cantero Fortun Ximenez de Bertendona (fallecido en 1533), que también fue piloto de barcos y conocía la navegación de ultramar. Los documentos trazan una intensa biografía en la que se propone su presencia activa en obras americanas, portuguesas y de la Baja Andalucía, y su participación excepcional en este ambiente de intercambios. En una misma persona confluyen saberes que planteamos como convergentes ya en trabajos anteriores. Documentar su historia y conocer los medios que eran capaces de manejar pueden ser una buena aportación que contribuya a explicar los lugares comunes entre el arte de trazar y montar, y el de hacer mapas de navegación.

EL HORIZONTE CURVO

Allende los mares marcharon los hombres y su cultura conviviendo, cuando no arrasando, con lo que se encontraron al desembarcar. Al otro lado del Atlántico viajó el catolicismo y el gobierno de los Austrias. A tierras remotas se fue la lengua de Jorge Manrique y Garcilaso de la Vega y hasta el confín del mundo se desplazaron las ideas y oficios artísticos imperantes en una tierra que todavía andaba perdida en busca de su propia identidad, debatiéndose entre la tradición gótico-mudéjar, los efluvios del Norte de Europa, las experiencias formales del reino vecino de Portugal y un incipiente Renacimiento que empezaba a soplar con fuerza desde Italia y con ellos, oficios, herramientas, saberes, artes y ciencias. A finales del XV comenzaba el asentamiento definitivo de los castellanos en Canarias y a inicios del XVI ya había una importante colonia hispánica en Santo Domingo, ciudad fundada de nueva planta en una isla que, no por casualidad, acabó por llamarse *La Española*. (figura 01)

El auge de la navegación supuso un avance muy importante en la realización de cartas náuticas y por ende, en la representación del mundo conocido (Pinto 2001, 127; Pinto 2016). Sevilla, en la que por aquel entonces no faltaban cosmógrafos, pilotos y mareantes, era el lugar ideal para el trasvase de conocimientos. Muchas confluencias que han sido relatadas en varias publicaciones y foros de debate con más o menos fortuna, quizás porque estas relaciones



Figura 1
Portulano. Juan Oliva. S. XVI

interdisciplinares que nos planteamos no aparezcan documentadas al quedar relegadas al papel de lo cotidiano, de lo usual o porque nunca existieron. En esta empresa andamos aportando poco a poco argumentos y documentos, unos en forma de arquitecturas, otras en testimonios gráficos y otra en forma de semblanzas personales en las que intuimos un sustrato de relaciones que aflora con lentitud.

Cada nuevo testimonio es valioso y la figura de Fortún Ximénez de Bertendona, que aquí traemos es bastante significativa al respecto.

EL MAESTRO CANTERO Y PILOTO DE BARCOS

Hay pocos datos sobre los orígenes de este maestro. Se ignora su fecha exacta de nacimiento ni su formación, si bien su trayectoria profesional se desarrolló en dos ámbitos demostrados: la navegación y la arquitectura. Sabemos que era natural de Bilbao y que

su padre, Ximeno de Bertendona, provenía de una familia de pilotos navales. De hecho, su pericia le hizo ser uno de los pilotos contratados por Juan de Arbolancha para gobernar uno de los barcos que formaron parte de la denominada *Armada de Flandes*, flota que en 1496 fletaron los Reyes Católicos con el fin de llevar a su hija Juana a su matrimonio con Felipe el Hermoso y traer desde Flandes a la princesa Margarita para su desposorio con el príncipe Juan (Ladero 2003). La madre de Ortún Ximénez, María Sánchez de Arego¹, provenía de una dinastía de maestros canteros, entre los que destaca Sancho Martínez de Arego, tracista de la basílica de Begoña, junto a Bilbao (Muñiz 2013, 72) y autor del coro de la parroquia de Santa María en Salvatierra (Ugalde, 1998), ejecutado a partir de 1530.

El 25 de mayo de 1510 los responsables de la Casa de Contratación de Sevilla firmaron un contrato con el jerezano Alonso Rodríguez, quien por entonces ocupaba el cargo de maestro mayor de obras de la Catedral Hispalense (Muro 1935). Por el do-

cumento, Rodríguez se obligaba a dar las trazas de varias iglesias parroquiales que se tenían que levantar en la isla de La Española. Aquí fundó Colón en 1494 La Isabela, trasladada a otro emplazamiento dos años más tarde como Nueva Isabela y al actual por el gobernador Nicolás de Ovando en 1502. El nuevo enclave, que acabó siendo rebautizado como Santo Domingo, se convirtió en punto de partida a las expediciones que marcharon al nuevo continente y capital administrativa de los nuevos territorios conquistados. Esto provocó un incremento de la población y que se hiciese necesaria una arquitectura acorde con la importancia de la ciudad. Hasta el momento, y pese al interés del influyente Juan Rodríguez de Fonseca, los intentos por conseguirlo habían fracasado (Alonso, 2007).

Las primeras labores edilicias estuvieron dedicadas a la planificación y construcción de defensas y estructuras militares, para la que contaron desde muy pronto con los recursos de los principales focos constructivos de la Baja Andalucía, baste el ejemplo de la solicitud de los Reyes Católicos a «gonçalo gomes de çervantes nuestro corregidor de la çibdad de xeres de la frontera por que para la labor de çiertas fortalezas que mandamos ffeificar en las yndias se an menester algunos albañyfes e carpinteros e otros ofiçiales de lavor e tapiales e carpinteros e otros ofiçiales e açadones e otras ferramientas e aparejos nos vos mandamos que vos y el comendador de lares que va por nuestro governador de las dichas yndias (en referencia a Nicolás de Ovando) veays que ofiçiales e ferramientas e aparejos seran menester para la lavor de las dichas fortalezas e faserlos coger e pagar para yr a las dichas yndias e faser comprar las dichas ferramyentas e aparejos que fueren menester segund e de la forma e manera que ambos a dos paresçiere por la presente mandamos que vos sean Resçibidos en cuenta los maravedis que ximeno de bribiesca diere fee que en ello gastardes e pagardes.»² Pese a que desconocemos el alcance exacto de esta operación, a buen seguro que una parte de los operarios reclutados hubo de ser de Jerez, tanto por la cantidad y calidad de sus maestros constructores, como por la proximidad, obvia, respecto a Gómez de Cervantes. Además, está documentada por aquellos años la presencia en Santo Domingo del albañil jerezano Diego Ramírez, quien llegó a la isla en 1505, pasó a Cuba en 1519, y acabó sus días en México, donde participó en la conquista del Imperio

Azteca y acabó sus días en 1547 como encomendero en Atengo (Flores, 2009).

Santo Domingo fue también la sede del primer obispado de América, si bien la precariedad de los primeros años del asentamiento castellano hizo que el primer templo se construyese con madera y paja. Pese a que Alonso Rodríguez había firmado el contrato para trazar las primeras iglesias de la isla, no se movió de Sevilla, enviando a dos maestros y varios oficiales que inspeccionarían las condiciones del terreno, así como la disponibilidad de materiales de construcción. Los maestros elegidos para el viaje fueron el sevillano Juan de Herrera y Fortún Ximénez de Bertendona, acompañados de once oficiales obreros. Las condiciones del contrato eran muy ventajosas, pues además de un alto salario se le ofreció alojamiento gratuito en el destino, así como la dotación económica para la contratación de un aprendiz a cada uno. Esto puede deberse al prestigio de los maestros por aquel entonces, algo que desconocemos, o bien a que nadie quería marchar al Nuevo Mundo, dadas las penosas condiciones del viaje. En todo caso, Fortún Ximénez era el candidato ideal para esta misión, ya que además de dominar el arte de la cantería, era capaz de pilotar naves.

Tampoco sabemos a ciencia cierta la razón por la que Alonso Rodríguez seleccionó a Ximénez de Bertendón. Puede ser que se encontrase por aquel tiempo trabajando a sus órdenes en la catedral de Sevilla, donde no dejaban de afluir operarios de otras regiones de la Península Ibérica. Aunque también podría deberse a una relación de parentesco entre ambos. Pedro Fernández de la Zarza, sobrino nieto de Alonso Rodríguez y uno de los maestros constructores más importantes del XVI en Jerez y su entorno (Romero y Romero 2011), llevaba como segundo apellido Anuncibay, de origen vasco. Por tanto, es posible que hubiese un conocimiento anterior, directo o por referencias familiares, del maestro bilbaíno.

Sin embargo, los planes iniciales se frustraron. Por problemas administrativos las obras de las iglesias no llegaron a realizarse y Alonso Rodríguez no envió ninguna traza al Caribe. Las autoridades de La Española, aprovechando la falta de trabajo de los maestros, les encargaron varios edificios civiles en Santo Domingo. Las transformaciones sufridas por esta ciudad (entre ellas las provocadas por varios huracanes y terremotos), han hecho que una buena parte de estas primeras edificaciones coloniales se



Figura 2
Interior de la catedral de Santo Domingo

han perdido. A esta época pertenecen algunas edificaciones significativas que pueden dar un indicio de lo que se construía entonces y en la que pudieran intervenir canteros: algunos recintos militares, casas como la del Tostado, que presenta una línea de pomas sobre el dintel de la puerta y una ventana geminada decorada con una sencilla tracería, o la portada del antiguo Colegio de Gorjón, coronada por una suerte de alfiz remarcado por un baquetón. También se conserva la Casa de Nicolás de Ovando, cuya portada principal presenta un vano adintelado sobre el que se dispone una sencilla tracería gótica (Sánchez 1978). Otro edificio muy interesante es el Palacio Virreinal de Santo Domingo (Walter Palm, 1955, 150), construcción bastante sencilla en la que destaca una galería al exterior, con arcos escarzanos en la planta superior y de medio punto en la inferior, muy en consonancia con la arquitectura del norte de Castilla del momento. Sirva como ejemplo el patio del palacio de Bendaña en Vitoria, el patio de la Casa del Cordón en Burgos, o el Palacio de Saldañuela, en Sarracín.

Los maestros regresaron a España sin llevar a cabo las obras de los templos que se les habían encomendado. No obstante, hay indicios para pensar que la catedral (figura 2) vio iniciadas sus obras antes de la llegada en 1519 del obispo Alejandro Geraldini, verdadero impulsor del proyecto, por lo que quizás quedase una traza del edificio. Las notables diferencias entre la cabecera y la nave del edificio llevan a algunos autores a considerar que se trata de dos proyectos distintos, señalando que la estructura hexagonal de la cabecera con sus lados extremos embebidos en los muros, similar a otras obras del ámbito jerezano de



Figura 3
Ábside de la catedral de Santo Domingo

finales del xv, bien podría deberse a la traza de Alonso Rodríguez (Morales, 2011) (figura 3).

Otros señalan a Ortuño de Bertendón como primer maestro mayor del templo (Flores y Prieto 2011), algo que no parece desacertado si comparamos la cabecera del templo con la de la parroquia de Santiago de la Puebla, de la que hablaremos un poco más adelante. Además, los pilares cilíndricos fueron muy frecuentes en la arquitectura de ámbito vasco de la época. Las obras del templo se prolongaron hasta el siglo xvii, si bien en 1537 ya estaban cerradas las bóvedas, interviniendo en la obra como maestro mayor el trasmerano Rodrigo Gil de Liendo.

La cabecera se cubre por bóveda de crucería con terceletes y sus nervios enjarjan en unas columnillas de fuste entorchado en la que se ha querido ver la influencia del arte levantino de finales del xv. La colocación del plemento de la bóveda del presbiterio en hiladas concéntricas sirve para reforzar esta teoría. Entre los numerosos maestros constructores que llegaron a la isla en las primeras décadas del xvi (Flores 2011), está documentada la presencia del portugués Diego Díaz de Lisboa (Benzo, 2000, 145), quien después marchó a México. De hecho, algunos de los elementos constructivos y decorativos citados también se pueden poner en relación con el arte portugués del momento.

La cuestión es que Fortún Ximénez se encontraba de vuelta en la Península Ibérica a finales de 1512, estando documentado como vecino de Bilbao algunos meses después³ y como vecino de Busturia, localidad vizcaína, un año más tarde (Hidalgo 2000, 98: 1242). Entre enero y junio de 1518 aparece documentado un Ourtunho trabajando a las órdenes de

Juan del Castillo en el monasterio de Belem de Lisboa (Ealo de Sa 2009, anexo III). Parece probable que se trate de nuestro Fortún Ximénez, ya que en la nómina de abril del citado año aparece un Pedro de Barronhom, que podría ser el hermano de Fortún, por una adaptación al portugués del apellido vasco por parte del escribano.

De su paso por estas tierras de la península ibérica pudo ser su probable participación en la parroquia de un pequeño pueblo de la tierra salmantina llamado Santiago de la Puebla. En el muro del evangelio se abre una capilla que fue fundada por el licenciado Toribio Gómez de Santiago, nacido en este lugar, que fue miembro del Consejo de Castilla durante los reinados de los Reyes Católicos, Juana I y Carlos V, ocupando en 1512 una plaza de escribano público en la novísima ciudad de Santo Domingo de la isla de la Española. El crítico y combativo fray Bartolomé de las Casas dijo de él «nunca del licenciado Santiago, ni del doctor Palacios Rubios que fueron los que mas de estas Indias tractaron por aquellos tiempos, cosa de interese, ni cosa que no debiesen hacer, se sospechó [...] Siempre, sin duda, fueron favorecedores de los indios, yo soy testigo, por que eran personas de virtud» (Casas 1875, 450). Toribio Gómez de Santiago pudo conocer a Fortún Ximénez de Bertendona, pues ambos coincidieron en 1512 en Santo Domingo, e incluso es posible que entre ambos hubiese lazos familiares, ya que la esposa de don Toribio se llamaba María de Bertendona y era bilbaína. Así, cabe la posibilidad de que Fortun Ximénez trabajase en la obra que patrocinó Gómez de Santiago en la parroquia de su localidad natal, siendo el motivo de la presencia del maestro en estas tierras. La cabecera de este templo es idéntica a la de la Catedral de Santo Domingo, si bien esto no es algo determinante. Por desgracia, son pocos los datos que se conocen sobre la construcción del templo (Portal 1979, 15-22). Por su parte, se piensa que la capilla de Toribio Gómez ya estaba terminada en vida del fundador, quien falleció en 1534⁴.

La iglesia de Santiago de la Puebla (figura 4) hubo de comenzar a labrarse a finales del XV, pues el estilo del edificio corresponde al de ese periodo. No obstante, si lo observamos con atención, se pueden distinguir dos fases. Justo bajo el alero del tejado del edificio se encuentra una decoración de pomas, que no recorre todo el perímetro de la fábrica, sino la capilla mayor y el sector del muro del Evangelio co-



Figura 4
Interior de la iglesia de Santiago de Puebla.

rrespondiente a la capilla del licenciado Gómez, justo las zonas donde aparecen elementos que se pueden relacionar con el último gótico portugués y, por tanto, con la posible presencia de maestros vascos o portugueses. La relación de Ximénez de Bertendona con el comitente inclina a pensar que fue él (tal vez acompañado de una cuadrilla de operarios portugueses) quien pudo labrarla.

Tras su paso por tierras lusas encontramos a Fortún Ximénez en Jerez de la Frontera en 1526, dando trazas para el puente de Cartuja (Romero y Romero 2010). El tipo de piedra elegida, la disposición y forma de los tajamares y los aliviaderos situados entre los arcos (figura 5) hacen pensar que el maestro vizcaíno conocía este tipo de obras de ingeniería. El modelo más similar al puente de Cartuja de todos los que hemos examinado en la Península Ibérica es el puente medieval sobre el Arga de Puente la Reina, en Navarra, levantado en el siglo XI, pues presenta arcos de medio punto y en los pilares tajamares encapuchados y aliviaderos muy similares a los de la obra jerezana. Sin embargo, no constan intervenciones



Figura 5
Puente sobre el río Guadalete, próximo a Jerez de la Frontera (Cádiz)

importantes en el puente de Puente la Reina durante el periodo de actividad profesional de Fortún Ximénez (Armendáriz 2002), por lo que quizás su conocimiento de esta obra, no muy distante de Bilbao, más que por su dedicación laboral en la misma, pudo deberse a alguna visita a la localidad navarra.

Ximénez de Bertendona permaneció en Jerez y su entorno apenas dos años antes de marchar de nuevo a las Indias. Es muy posible que en este tiempo interviniere en la obra de la parroquia de San Miguel, dirigida por el ya citado Pedro Fernández de la Zarza, ya que algunos de los pilares del templo fueron refor-

mados en este momento y presentan un aspecto nada habitual en la Baja Andalucía y presente en zonas de actividad de los maestros vascos del momento, como La Rioja (Guerrero y Pinto 2022).

En julio de 1527 se encontraba en Cádiz, ocupado en el puente de Suazo, donde le «fueron librados a Fortún Ximénez de Bertendona, maestro cantero, por la costa que hizo en venir a esta ciudad e ir a ver la puente y hacer la muestra, 6.000 maravedís»⁵. Se trata de una cantidad considerable por hacer un dibujo o una maqueta, de lo que se puede deducir que se trataría de un proyecto de reconstrucción integral del edificio. No obstante, la azarosa historia de su fábrica (Clavijo 1961, 72-75), en la que llegó a intervenir Alonso Rodríguez, hace imposible reconocer en el puente que ha llegado hasta nosotros del maestro bilbaíno.

Tras este breve periplo andaluz, Ximénez de Bertendona se embarca de nuevo para las Indias, llevando consigo una amplia experiencia no sólo en arquitectura, también en obras de ingeniería. (figura 6)

«en xxvii de novyembre de mdxvii años Fortun ximenez de bertendona natural de la villa de vilvao fijo de Ximeno de bertendona e de doña mari sanches de aregu marido de orchanda de hugarana pasa en la nao de juan de sygura

Pedro ximenez de bertendona natural de la villa de vilvao fijo de Ximeno de bertendona e de doña mari sanches de areguna pasa con su hermano en la nao de juan de sygura»⁶.

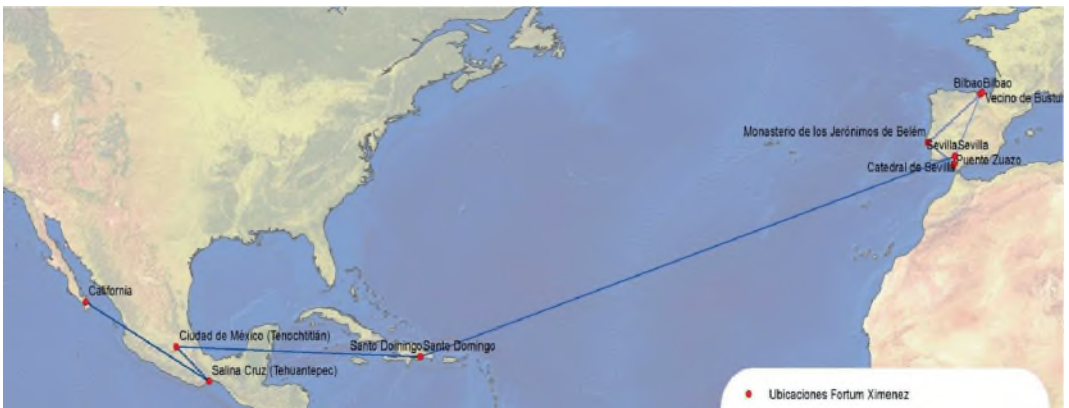


Figura 6
Mapa con los viajes del maestro (Ferreira Lopes 2020)

Tal y como nos indica el registro de pasajeros a Indias de 27 de noviembre de 1527, Fortún Ximénez, su esposa Orchanda de Hugarana y su hermano Pedro Ximénez marcharon al Nuevo Mundo. No sabemos si recalaron primero en La Española, pero hay certeza documental de que los hermanos Ximénez se encontraban en 1528 en Tenochtitlán (hoy Ciudad de México), pues el 22 de agosto del citado año Fortún Ximénez otorgó un poder general a favor de su hermano y de Sancho López de Agurto (Millares y Mantecón 1945, 1: 301). A partir de aquí, se pierde la pista de ambos hasta 1533, cuando mueren en extrañas circunstancias. Pero hay que retroceder un poco en el tiempo para entender de qué manera sucedió el fin funesto de Fortún Ximénez.

El motivo de este nuevo viaje puede deberse al regreso a la península en 1527 un Hernán Cortés triunfante tras la derrota del Imperio Azteca, donde obtuvo de La Corona el título de Marqués del Valle de Oaxaca, el rango de Capitán General de la Nueva España y unas capitulaciones para explorar y poblar islas y tierras de los Mares del Sur, hoy océano Pacífico (León 2013). El horizonte de ricas tierras por descubrir en las que hacerse rico debió alentar a muchos profesionales con ambición. La primera expedición, capitaneada por Diego Hurtado de Mendoza, partió de Acapulco en 1532, pero fracasó por las inclemencias meteorológicas. La siguiente estaba al mando de Hernando de Grijalva y Diego de Becerra (Montané y Lazcano 2004, 17-20). El primero dirigía la nave “San Lázaro” y el segundo la “San Jerónimo”. El piloto de esta nave era Fortún Ximénez de Bertendona. Partieron del puerto de Tehuantepec (hoy Salina Cruz) el 30 de octubre de 1533, pero al poco, ambos barcos se separaron. Juan de Carasa, testigo de los hechos, cuenta lo que sucedido en ese viaje. Al perecer Fortún Ximénez participa en un motín, haciéndose con la capitania de la nave tras dar muerte al capitán y hacer prisionera a la tripulación fiel al mismo, a la cuál abandonó a su suerte en unas playas cercanas. Díaz del Castillo continua la historia que Juan de Carasa termina cuando fue abandonado en la costa de Colima. El relato es digno de una novela de aventuras: «El Ortuño Ximénez dio vela, y fue a una isla que la puso nombre Santa Cruz, donde dijeron que había perlas y estaba poblada de indios como salvajes, y como saltó en tierra para tomar agua, y los naturales de aquella bahía o isla estaban de guerra, los mataron, que no más quedaron salvo

los marineros que quedaban en el navío; y como vieron que todos eran muertos, se volvieron al puerto de Xalisco con el navío y dieron nuevas de lo acaecido, y certificaron que la tierra era buena y bien poblada y rica de perlas». Esa tierra hoy se llama California, por lo que a Ortuño Ximénez le cupo el honor de ser su descubridor poco antes de morir.

No obstante, Bernal Díaz del Castillo, en su *Historia verdadera de la conquista de Nueva España*, ofrece una versión un tanto distinta de la de Carasa, en la que no deja en tan mal lugar al bilbaíno. Dice que por piloto mayor de la expedición iba “*un vizcaíno que se decía Ortuño Ximénez, gran cosmógrafo*”. Añadiendo que «el piloto Ortuño Ximénez cuando estaba platicando con otros pilotos en las cosas de la mar antes de que partiese aquella jornada decía y les prometía de les llevar a tierras bien afortunadas de riquezas, que así las llamaban, y decía tantas cosas como que todos serían ricos, que algunas personas lo creían». La historia de Bernal Díaz difiere bastante de los datos contenidos en el interrogatorio promovido por Juan de Carasa, de hecho casi justifica la actitud de Fortún Ximénez a la hora de amotinarse contra Becerra. Hay que tener en cuenta que el grueso de la *Historia verdadera* fue escrito en la década de los 50 del XVI, mientras que el memorial de Carasa se redactó poco después de haber sucedido el motín, recogiendo el testimonio de los principales damnificados que habían sobrevivido, abandonados a su suerte en una playa desierta. Como es lógico, su opinión sobre Ximénez de Bertendona no podía ser buena, sin que por ello haya que pensar que mintiesen sobre lo que pasó en el galeón.

Sin embargo Bernal Díaz pudo conocer otros testimonios, quizás los de los marineros que sobrevivieron al ataque de los indios de la isla de Santa Cruz, por lo que su versión de los hechos se habría visto modificada. Si no, no se entiende que un acérrimo propagandista de Hernán Cortés como era el historiador, hablase en esos términos de alguien que hizo fracasar la expedición de descubrimiento de nuevas tierras. Al fin y al cabo, Ortuño Ximénez había abierto el camino hacia una nueva fuente de riquezas. De hecho, el propio Díaz del Castillo escribe, en referencia al motín, que «como Cortés lo supo, hobo gran pesar de lo acaecido; y como era hombre de corazón, que no reposaba con tales sucesos, acordó de no enviar más capitanes, sino ir él en persona. Y en aquel tiempo tenía ya sacados de astillero tres navíos de buen

porte en el puerto de Teguatepeque, y como le dieron las nuevas que había perlas adonde mataron al Ortuño Ximénez, y porque siempre tuvo en pensamiento de descubrir por la mar del Sur grandes poblaciones, tuvo voluntad de ir a poblar, porque así lo tenía capitulado con la serenísima emperatriz isabel de gloriosa memoria» (Díaz 2011, 981-990).

Héroe o villano, el prestigio de Fortún Ximénez en 1533 fue nombrado piloto mayor de una expedición y tal vez hubiese realizado algunas incursiones por la costa con anterioridad, a tenor de las promesas que hacía a los otros marineros. El caso es que Ximénez de Bertendona era un hombre que merecía la confianza de Hernán Cortés y de los otros conquistadores. De lo contrario, no habría puesto en sus manos el gobierno de una de las dos naves que conformaban una armada que para él debía tener un gran valor.

El problema es que no sabemos nada de la estancia del maestro vasco en la Nueva España más allá del poder que otorgó en 1528 en Tenochtitlan y su rocambolesco, trágico y controvertido final en una isla perdida de la Baja California.

Consta, pues, su presencia en México durante varios años, en los que pudo construir algún edificio, por lo que hemos de rastrear en la arquitectura novohispana del momento obras en las que se encuentren rasgos del último gótico peninsular.

Así, por lo expuesto sobre su primer viaje a las Indias, podría pensarse en la participación del bilbaíno como posible autor de la traza de la residencia de Hernán Cortés en Cuernavaca (figura 7), si bien no hay fechas exactas para datar su construcción, que



Figura 7
Fachada de la residencia de Hernán Cortés. Cuernavaca

Angulo (Angulo 1945, 1: 201) estimaba ejecutada entre 1520 y 1530. Por su parte, Juan Benito Artigas (Artigas 2011, 418-421) pone de manifiesto las similitudes que hay entre este edificio y el palacio de Colón en Santo Domingo. Como se ha dicho, la estructura de la fachada principal del palacio de Cuernavaca recuerda a la de Santo Domingo.

El caso de Fortun de Bertendona es un ejemplo excepcional de esto, que se ha podido documentar a través de registro de fuentes muy diversas, que a priori no parecen puedan estar relacionadas. Los lazos entre oficios como la cantería y la navegación, o entre artes como la arquitectura y cosmografía adquieren verosimilitud al concurrir en una misma persona, del mismo modo de la presencia de formas y decisiones constructivas presentes en los lugares por los que este maestro circula, a veces como simple participante y otras como protagonista.

NOTAS

1. ARCHIVO GENERAL DE INDIAS (a partir de ahora AGI). Contratación. 5536. L. 2. Fol. 73. Entre los pasajeros que embarcan para Las Indias el 27 de noviembre de 1527, figura «fortun ximenez de bertendona natural de la villa de villvao fijo de ximeno de bertendona e de doña mari sanches de arego».
2. AGI. Indiferente. 418. Legajo 1. Fol. 45. Carta de los Reyes Católicos a Gonzalo Gómez de Cervantes, corredor de Jerez. 16 de septiembre de 1501.
3. ARCHIVO DE PROTOCOLOS NOTARIALES DE SEVILLA. 1513. Oficio I. Mateo de la Cuadra. Tomo I. Fol. 396. 22 de marzo. Por esta escritura, el cantero Alonso de Herrera recibe de la Casa de Contratación 50.500 maravedíes en su nombre y en el de Pedro Correa y Fortún Jiménez de Bertendona. Este dinero era el pago de los cincuenta días que habían tardado en llegar desde La Española a Sevilla. Por el documento se deduce que, al menos estaban en Sevilla el 31 de enero del citado año, pero hay que atrasar la fecha de la llegada a la Península de los maestros, ya que Fortún Jiménez se encontraba a la firma del mismo en Bilbao, con lo que habría necesitado varios días para desplazarse hasta allí desde la capital hispalense.
4. La inscripción conmemorativa que se encuentra en la misma dice así «ESIA CAPILLA MANDO HAZEL EL LICENCIADO TORIBIO GOMES DE SANTIAGO DEL CONSEJO DE LOS SEÑORES REYES DON FERNANDO I DOÑA YSABEL I DON FELIPE Y DOÑA JUANA I ENPERADOR I REI DON CAR-

- LOS DEXO DE ÇENSO EN LA DEHESA DE MELARDOS PARA PAGAR LAS MANDAS QUE MANDO DEZIR DIEZ MILL MARAVEDIS COMO PARECE POR LA YNFORMAÇION DELLA CONFIRMA DA POR BULAS DEL PAPA GANANSE EN ELLA MUCHOS PERDONES FUE HIJO DE ANTON GARCIA VEZINO DE ESTA VILLA FALLESCIO AÑO DE MILL E QUINIENTOS Y...”, quedando en este punto interrumpida la inscripción en los dos últimos dígitos de la fecha, por lo que parece que se hizo cuando vivía el licenciado Toribio Gómez.
5. ARCHIVO HISTÓRICO GENERAL DE SIMANCAS Consejo de Castilla. 255-1. Residencia tomada al capitán Nicolás de Artieta, corregidor de Cádiz. Fol. 293.
 6. AGI. Contratación. 5536. L. 2. Fol. 73.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alonso, Begoña. 2007. Mezclar el mundo. Los primeros constructores castellanos en el Caribe. En *Arte y mecenazgo indiano: del Cantábrico al Caribe*. Editado por L. Sazatornil, 89-104. Gijón: Trea.
- Armendáriz, Javier. 2002. Memoria de intervención arqueológica en el puente románico de Puente la Reina. *Trabajos de Arqueología Navarra*, 16: 175-202.
- Angulo, Diego. 1945. *Historia del Arte Hispanoamericano*. Barcelona.
- Artigas, Juan Benito. 2011. *México. Arquitectura del siglo XVI*. México DF.
- Benzo, Vilma. 2000. *Pasajeros a La Española (1492-1530)*. Santo Domingo.
- Casas, Bartolomé de las. 1875. *Historia de las Indias*. Madrid.
- Clavijo, Salvador. 1961. *La ciudad de San Fernando. Historia y espíritu*. San Fernando.
- Díaz, Bernal. 2011. *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. Barcelona.
- Ealo de Sa, María Auxiliadora. 2009. *El arquitecto Juan del Castillo: el constructor del mundo*. Santander.
- Flores, Virginia. 2009. Técnicas constructivas utilizadas en las bóvedas de las primeras construcciones españolas en Santo Domingo. En *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Editado por S. Huerta, Vol. I, 466-477. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Flores, Virginia. 2011. Primeros constructores españoles en el nuevo mundo, 1492-1550. En *La Arquitectura Tardogótica Castellana entre Europa y América*. Editado por B. Alonso, 609-619. Madrid: Sílex.
- Florez, Virginia y Esteban Prieto. 2011. Catedral de Santo Domingo, primada de América. En *El mundo de las catedrales. Pasado, presente y futuro*. Editado por J. L. Barriocanal, 925-934. Burgos: Fundación VIII Centenario de la Catedral.
- Guerrero Vega, José María y Pinto Puerto, Francisco. 2022. La reforma de los pilares de la iglesia parroquial de San Miguel de Jerez de la Frontera en el siglo XVI. *Actas del Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Editado por Fundación Juan de Herrera. 507-517.
- Hidalgo, Concepción. 2000. *Fuentes documentales medievales del País Vasco*. San Sebastián.
- Ladero, Miguel Ángel. 2003. *La armada de Flandes. Un episodio de la política naval de los Reyes Católicos (1496-1497)*. Madrid.
- León, Montserrat. 2013. Reconocimiento de la Isla de California. *Revista de Estudios Colimbos*, 9: 37-52.
- Millares, Agustín y José Ignacio Mantecón. 1945. *Índices y extractos de los protocolos del Archivo de Notarios de México DF*. México DF.
- Montané, Julio César y Carlos Lazcano. 2004. *El descubrimiento de California. Las expediciones de Berra y Grijalva a la Mar del Sur. 1533-1534*. Ensenada.
- Morales, Alfredo. 2011. La proyección del tardogótico castellano. La catedral de Santo Domingo. En *La Arquitectura Tardogótica Castellana entre Europa y América*. Editado por B. Alonso, 573-589. Madrid: Sílex.
- Muñiz, Jesús, et alii. 2013 *Begoña. Historia, arte y devoción*. Bilbao.
- Muro, Antonio. 1935. Alonso Rodríguez primer arquitecto de Las Indias. *Arte en América y Filipinas*. 1: 76-88.
- Pinto, Francisco. 2001. *Las esferas de piedra. Sevilla como lugar de encuentro entre el arte y la ciencia en el Renacimiento*. Sevilla.
- Pinto, Francisco. 2016. El horizonte curvo: lugares comunes en la representación de la esfera en la cartografía y la arquitectura del Renacimiento andaluz. En *ACCA 15, Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Editado por J. L. Parra. 76-97. Sevilla. RU-books.
- Portal, Yolanda. 1979. *Iglesias de Santiago de la Puebla y Macotera*. Salamanca.
- Romero, Manuel y Raúl Romero. 2010. Arquitectura tardogótica en el sur del antiguo Arzobispado de Sevilla: los maestros canteros y la construcción del puente de Cartuja. *Boletín del Museo e Instituto Camón Aznar*, 106: 251-288.

- Romero, Manuel y Raúl Romero. 2011. Pedro Fernández de la Zarza: un maestro tardogótico de la Baja Andalucía (1494-1569). En *La Arquitectura tardogótica castellana entre Europa y América*. Editado por B. Alonso, 197-212. Madrid: Sílex. 2011.
- Sánchez, Eudoro. 1978. *Monumentos Coloniales*. Santo Domingo.
- Ugalde, Ana Isabel. 1998. El coro de Santa María de Salvatierra: una loa al emperador. *Ondare*, 17: 345-363.
- Walter Palm, Erwin. 1955. *Los monumentos arquitectónicos de La Española*. Santo Domingo.

Aproximaciones dialógicas a la conservación de sistemas y culturas constructivas de tierra

Aarón Durán

En las culturas constructivas (Jorquera 2014) y la gestión social del hábitat (Ortiz 2012), se reconocen diversos procesos y prácticas que comparten una visión dialógica en torno a los sistemas constructivos de tierra, esta visión se refleja en la creación de prácticas horizontales de conocimiento-trabajo, promoviendo el diálogo entre múltiples voces, reconociendo las múltiples visiones, incluyendo las comunidades y las personas que las conforman. Estas prácticas no solo impulsan la participación activa, sino que también fomentan la sostenibilidad, la integración y la resiliencia en la transformación y conservación del ambiente construido.

El reconocimiento de las culturas constructivas como un entendimiento integral y relacional de los sistemas constructivos, su entorno y las personas que los producen nos lleva a redefinir las conversaciones en torno a la construcción, estos sistemas se revelan como memorias vivas arraigadas en los territorios y como expresiones fundamentales de identidad local para las personas, grupos y comunidades. Este entendimiento va más allá del reconocimiento de la participación; implica una revalorización profunda de los bienes patrimoniales y un reconocimiento genuino de las diversas voces y experiencias presentes en el proceso. Los sistemas constructivos no solo son una manifestación arquitectónica, sino también un componente esencial de la historia viva de las comunidades.

El paradigma dialógico no solo transforma la manera en que entendemos la construcción, sino que también redefine la relación entre las personas y su patrimonio. Abre camino a procesos de restauración y conservación del patrimonio donde las personas no son simplemente actores, sino sujetos históricos con una participación activa y significativa. Este enfoque no solo reconoce, sino que celebra la autodeterminación de las comunidades en la preservación de su herencia cultural. Así, el diálogo no solo se convierte en una herramienta de consulta, sino en un medio para empoderar y dar voz a las comunidades en la construcción de su propio futuro histórico.

LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE TIERRA EN EL VALLE DE TOLUCA

El objeto de estudio de este artículo consistió en realizar una serie de intervenciones en una vivienda ubicada en el centro histórico del Valle de Toluca. Esta edificación, que data del siglo XIX, se erige en dos niveles con muros de adobe, viguerías, terrados en entresijos y techumbres. Actualmente, la estructura presenta un estado de conservación que amenaza su estabilidad. Esta vivienda, al situarse en una esquina, exhibe dos fachadas, la principal orientada al Sur con más de 30 metros y la otra al oriente con casi 20 metros. Su ubicación colinda al poniente con un edificio

gubernamental y al norte con un edificio privado de uso mixto.

La configuración urbana de los barrios circundantes al centro histórico de Toluca presenta una diversidad ecléctica en estilos arquitectónicos y diseño urbano. Encontramos inmuebles históricos desde el siglo XVII hasta el XIX (fig. 1), algunos reemplazados en su mayoría por edificaciones del siglo XX y contemporáneas. Este edificio histórico se ha visto afectado por reformas urbanas que han alterado aspectos como el ancho de las banquetas, el uso de suelo y la capacidad de estacionamiento en el barrio, además de estar rodeado de mobiliario urbano público y privado. El Valle de Toluca, con evidencias de asentamientos desde 1200 a.C.¹, según el Museo de Antropología e Historia del Centro Cultural Mexiquense, ha sido un territorio de importancia histórica. Su fundación, de raíces náhuatl, se vincula con la presencia del río Lerma, la riqueza mineral de sus suelos y su posición estratégica en el valle, destacando desde la época colonial. Previo a la colonización, el Valle de Toluca albergó a los Matlazincas desde el siglo XII, quienes ejercieron poder y control regional sobre parte de los estados de Michoacán, Guerrero y el Estado de México. Estos grupos, que compitieron con los Otomíes y Mazahuas (INPI 2022), sufrieron desintegración con la llegada de los conquistadores en el siglo XVI. Siglos después, esta región estaba dominada por el Imperio Mexica. René García Castro documenta cómo "los mexicas, dirigidos por el rey Axayácatl (I'toani de Tenochtitlán), se quedaron con el valle de Toluca y los alrededores del volcán Xinantécatl", tras la caída de Tenochtitlán en 1521, Hernán Cortés asignó la región a Franciscanos, quienes, influyendo en la traza urbana, erigieron templos que han perdurado en la actualidad.

Parte de la evolución urbanística del Valle de Toluca, y consecuentemente de la ciudad, está perdida debido al paso del tiempo, los diversos asentamientos humanos, como los Matlazincas, y el período en que formó parte de los territorios de la Corona Española. Estos factores, entre otros, han borrado una parte significativa de la historia constructiva que aún sigue en uso en la mayoría de los casos con adaptaciones. En el siglo diecisiete, esta región, al igual que muchos territorios de América, aún era una colonia española conocida como "Toluca de San José". Desde 1612, se posicionó como una ciudad productora de bienes exportados tanto a nivel nacional como internacional.



Figura 1

Plano de la ciudad de Toluca de 1883. Plano realizado el año de la solicitud de construcción del objeto de estudio que se representa con un polígono al centro de la imagen. (Mapoteca Manuel Orozco y Berra)

Esto marcó el establecimiento del trazado urbano inicial, caracterizado por una cuadrícula ortogonal con bloques rectangulares alargados. Uno de los primeros barrios, aún parte del centro histórico, se encuentra al sur de la Catedral y del Palacio de Gobierno de Toluca, donde se sitúa la vivienda estudiada.

La visión decimonónica de la modernidad provocó cambios significativos en la configuración urbana del país, incluyendo ciudades como Toluca, caracterizada por un marcado régimen porfirista. Esta era marcó una rápida expansión urbana con la construcción de edificios industriales que se convirtieron en hitos urbanos. La región adquirió un perfil industrial centrado en la manufactura y comenzó a integrar un conjunto de instituciones y centros educativos de gran importancia para el estado y el país. Fernando Viveros señala que su impacto en las dinámicas actuales de las ciudades que han atravesado la etapa *extractivista* es palpable. Incluso a principios del siglo XXI, una coyuntura de altos precios y crecimiento de la demanda de materias primas, ahora llamadas materias primas (commodities), situó a América Latina en el escenario global, con la esperanza de lograr el anhelado "desarrollo económico" (Viveros 2020).

La elección del objeto de estudio se fundamentó principalmente en su tipología arquitectónica y los sistemas constructivos presentes. Al encontrarse en el primer barrio del centro histórico, esta vivienda destaca por su construcción a base de adobe, representativa de la época. Según el censo de 1895, durante la época porfiriana, la región contaba con 265 maestros

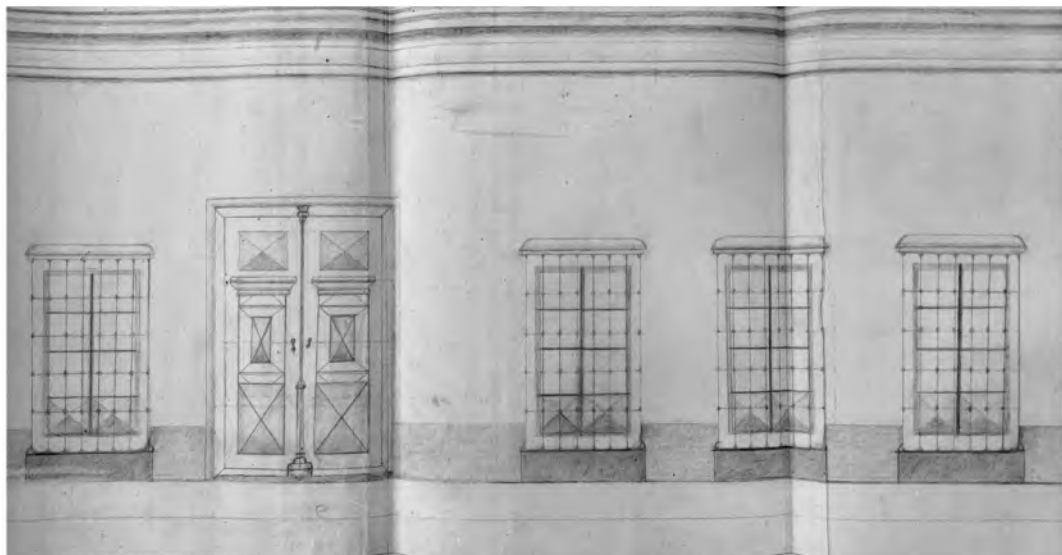


Figura 2
Plano de Fachada principal del inmueble. (Archivo General del Ayuntamiento de Toluca 1883)

adoberos (INEGI 1900). Sin embargo, en apenas cinco años, esta cifra disminuyó drásticamente a 107, evidenciando cómo la construcción de adobe era predominante en la ciudad en esa época (Zamudio, 2003). Con una población de poco más de 130 mil habitantes y cerca de 23 mil viviendas incluyendo casas, chozas y jacales. La intervención se abordó desde una perspectiva dialógica, reconociendo similitudes con las prácticas contemporáneas de la producción social del hábitat y el diseño participativo.

MIGRACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS LOCALES

La planeación y trabajos preliminares de intervención para su restauración se concibieron como un proceso participativo. Se inició con la revisión del archivo general del ayuntamiento de Toluca de Lerdo y los archivos de notarías. Luego, se amplió la búsqueda en bibliotecas (fig. 2 y 3) y archivos de la Universidad Autónoma del Estado de México, consolidando una documentación por medio de entrevistas y consultas a las personas que habitan el inmueble y vecinos esto dio con hallazgos relevantes que impactaron en la toma de decisiones. Estas entrevistas revelaron

aspectos de la memoria oral que, ahora registrada, contribuye significativamente a la concepción integral del inmueble. La lectura arquitectónica se ha nutrido de planos, dibujos y un análisis comparativo con edificios análogos, así como documentos notariales que describen y permiten la interpretación a través del tiempo. En la dimensión urbana, la revisión de fotografías, mapas históricos y libros ha proporcionado una comprensión profunda de los momentos económicos, sociales e históricos que ha experimentado el inmueble. En conjunto, estas fuentes permitieron delimitar y potenciar aspectos y grados de intervención con una visión crítica y consciente del inmueble.

La transmisión de conocimientos constructivos tradicionales y la producción de sistemas constructivos de tierra se enfrentan a desafíos significativos que abordaremos en tres dimensiones. En primer lugar, la dimensión social-local señala la desvinculación identitaria, donde los valores de apropiación y reconocimiento, el patrimonio y las expresiones culturales se diluyen, generando una separación comunitaria. Este cambio abrupto hacia dinámicas sociales diferentes provoca la pérdida de relaciones identitarias con la comunidad, el territorio y la *vida cultural*². En segundo lugar, la dimensión tecnoló-



Figura 3
Fotografía de la calle Instituto Literario se puede apreciar la vivienda de dos niveles de lado izquierdo. (1900)

gica-global aborda las prácticas *extractivistas* y arquitecturas incompatibles que amenazan la integridad de los sistemas constructivos tradicionales. Finalmente, la dimensión político-participativa destaca la falta de una visión sustentable y pluricultural en el diseño de programas, proyectos y normativas de políticas públicas y desarrollo social. Esta carencia lleva a una pérdida sustantiva de conocimiento crucial para la producción de arquitectura basada en sistemas constructivos tradicionales.

MEMORIA E IDENTIDAD BIOCULTURAL COMO MEDIOS PARA LA CONSERVACIÓN

La inclusión de la visión dialógica en el desarrollo de esta investigación tuvo como propósito recordar la importancia de abordar los desafíos de conservación desde una perspectiva integral y relacional. Para revalorizar los sistemas constructivos de tierra mediante prácticas colaborativas y educación experimental, esta aproximación prospectiva se orienta a superar los retos inherentes a la restauración del entorno construido de tierra. Los métodos empleados no se limitaron a la documentación minuciosa de los sistemas constructivos (fig.4), sino que también se realizaron diversas actividades de participación y colaboración con las personas que aún habitan la vivienda como herramientas esenciales para revitalizar y preservar los conocimientos relacionados con los sistemas constructivos presentes. El objeto de estudio, al fungir como vínculo y memoria viva de saberes en el uso de materiales y tradiciones constructivas, se reveló como un testimonio único en una ciudad como Toluca, donde esta práctica ha perdido presencia, aunque aún se pueden observar vestigios



Figura 4
Escaneo LiDAR vista lateral del derrumbe principal y del cual se obtuvo la mayoría de información para detallar los principales sistemas constructivos. (Aarón Durán 2022)

en edificaciones y viviendas más pequeñas en las áreas más alejadas.

Al poner como visión que permea la historia de la construcción el concepto de Culturas constructivas³, surgen narrativas vibrantes que no solo registran técnicas, sino que encapsulan una memoria viva arraigada en los territorios y la relación de las personas con su paisaje. Estas prácticas participativas (Di Virgilio 2021) y de diálogo horizontal se alcanza a recordar que no solo se producen edificaciones, se construyen identidades locales. Van más allá de la mera participación activa, representando una revalorización de los bienes patrimoniales y un reconocimiento profundo de las diversas voces y experiencias presentes en la construcción y conservación del patrimonio.

Las intervenciones en el caso de estudio se convirtieron en espacios para implementar, verificar y expandir la conversación imperante en la ciudad del patrimonio como adorno y de los sistemas constructivos como recetas de pasos concretos a seguir. Es así que ahora se analiza minuciosamente el impacto y la viabilidad de los procedimientos constructivos, el origen y composición de los materiales, así como sus soluciones estructurales, siendo un referente vivo y fuente de conocimiento para los retos de conservación y como documento parte de la historia de la construcción local y de la región.

HALLAZGOS Y CONJETURAS PARA DIALOGAR

Esta vivienda, objeto central de la investigación e intervenciones realizadas, fue documentada por primera vez más un siglo después de su construcción, ya que fue incluida en un catálogo elaborado por Margarita Sena (1999), quien detalló aspectos fundamentales para su conservación como los propietarios, los materiales utilizados y los sistemas constructivos representativos, con esto se puede determinar si hubo alguna intervención posterior a sus construcción que fue años después cuando aumentaron elementos arquitectónicos incompatibles lo cual ha causado un deterioro mayor en su fachada principal y parte de la techumbre y entepiso. Asimismo, se convirtió en caso de estudio en la tesis de licenciatura de Augusto Sánchez (2000). A través de estas miradas sucesivas, hemos logrado trazar la evolución y el impacto que este inmueble ha tenido y por ende, en su relevancia



Figura 5

Vista virtual interior de patio central que fue parte de las acciones participativas en la búsqueda de la conservación del inmueble. (Aarón Durán 2023)

patrimonial. Por ejemplo la presencia atípica en la región de la técnica de tejamanil para la base de los terrados sobre la viguería de entepisos y cubierta; o la conformación de los pilares en su patio central que cuentan con una basa de cantera y su fuste y zapata es de madera de pino de los bosque cercanos (fig. 5). Esta vivienda es un ejemplar único en la ciudad basado en el valor local, histórico y el estado de conservación de sus sistemas constructivos que son a base de tierra.

La implementación de un enfoque dialógico en el estudio de los procesos constructivos y en las intervenciones de conservación ha resultado en una transformación significativa en la aproximación al patrimonio y preservación de la arquitectura de tierra decimonónica del Valle de Toluca. Al adoptar prácticas horizontales de conocimiento y trabajo, se fomentó un diálogo enriquecedor entre diversas voces, integrando visiones y necesidades de la comunidad y las personas, este enfoque ha generado formas sostenibles, integradas y resilientes de restauración y conservación del ambiente construido de tierra, reconociendo las relaciones de las personas con el paisaje y la importancia del papel que tiene como documento vivo de los sistemas constructivos históricos y tradicionales de la zona.

En este contexto, los procesos de producción y conservación del patrimonio se manifiestan como expresiones de autodeterminación, es así que las personas se erigen como sujetos históricos, dando forma a su entorno y construyen su propia identidad patrimonial. Este enfoque dialógico, más que simplemente preservar estructuras físicas, nutre y celebra las his-

torias, tradiciones y modos de vida asociados en el territorio y con el paisaje. Así, el diálogo entre el pasado y el presente se convierte en el fundamento sobre el cual construimos un futuro que abraza y refleja la riqueza diversa de nuestras experiencias culturales.

APRENDIZAJES Y CONCLUSIONES

Este proyecto de investigación-acción exploró el concepto de las culturas constructivas y la gestión social del hábitat desde una perspectiva dialógica, evidenciando cómo esta visión enriquece la conservación de los sistemas constructivos de tierra. Estos sistemas se revelan como memorias vivas arraigadas en los territorios y expresiones fundamentales de identidad local. El paradigma dialógico no solo transforma la comprensión de la historia construcción, sino que también redefine la relación entre las personas y su patrimonio, permitiendo que las comunidades sean sujetos históricos activos y significativos en la preservación de su herencia cultural. El diálogo se convierte en un medio para empoderar y responsabilizar a las comunidades en la preservación de su patrimonio y bienes culturales.

El objeto de estudio, se encuentra como un testimonio único de saberes locales en sistemas constructivos de tierra, es así que las acciones realizadas incorporan prácticas participativas y permite tener una visión prospectiva en el momento de superar los desafíos inherentes a la restauración del entorno construido de tierra. Al incorporar la memoria e identidad biocultural de las personas y su territorio, se celebra y se atesora la diversidad de expresiones culturales dando pie a la conservación de los sistemas constructivos de tierra.

NOTAS

1. De acuerdo a los estudios de Cecilio Robelo escritor y filólogo mexicano.
2. Reconociendo a la cultura como un proceso vital, histórico, dinámico y evolutivo, que tiene un pasado, un presente y un futuro. Según la ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (2009).
3. Culturas constructivas de acuerdo a la definición de Tomasi (2020).

LISTA DE REFERENCIAS

- Di Virgilio, Mercedes. 2021. Participación social y gestión del hábitat: formas y tipos de participación en la experiencia de América Latina. *POSTData: Revista de Reflexión y Análisis Político* 26 (1): 11-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8164111>.
- García Castro, René. 2000. Los Grupos Indígenas Del Valle de Toluca. *Arqueología Mexicana* 8 (43): 50-55. <https://biblat.unam.mx/fr/revista/arqueologia-mexicana/articulo/los-grupos-indigenas-del-valle-de-toluca>.
- INEGI. Programas CCPV. INEGI, 1900, <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1900>, Accedido el 22 de junio de 2023.
- INEGI. Población INEGI, 2020, <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura>, Accedido el 16 de mayo de 2022.
- INPI. Etnografía del pueblo matlatzinca del Estado de México. INPI, 01 de junio de 2018, <https://www.gob.mx/inpi/es/articulos/etnografia-del-pueblo-matlatzinca-del-estado-de-mexico>, Accedido el 16 de agosto de 2023.
- Jorquera Silva, Natalia. 2014. Culturas Constructivas Que Conforman El Patrimonio Chileno Construido En Tierra. *AUS*, n.º 16 (enero): 30-35. <https://doi.org/10.4206/aus.2014.n16-06>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Observación General nº 21. Ginebra: Comité CDESC, 2009
- Ortiz Flores, Enrique. 2012. *Producción Social de La Vivienda y El Hábitat. Bases Conceptuales y Correlación Con Los Procesos Habitacionales*. 1a ed. Habitat International Coalition • HIC. <https://hic-al.org/2018/12/28/produccion-social-de-la-vivienda-y-el-habitat-bases-conceptuales-y-correlacion-con-los-procesos-habitacionales/>.
- Sánchez, Augusto. 2000. Rehabilitación y Adaptación de Una Casona Porfiriana: Casa Del Editor Del Estado de México. Tesis de licenciatura, Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Sena, Margarita. 1999. *Patrimonio Construido de La Ciudad de Toluca*. 1a ed. Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Tomasi, Jorge, Julieta Barada, María Florencia Barbarich, Natalia Soledad Veliz, y Analía Virginia Saiquita. 2020. Culturas constructivas com terra no alto espaço andino. abordagens tecnológicas e sociais desde o norte da Argentina. *Em Questão*, noviembre, 261-90. <https://doi.org/10.19132/1808-5245260.261-290>.
- Viveros Collyer, Fernando. 2020. ¿Qué Es Extractivismo? Una Historia Latinoamericana. *El Quinto Poder*, mayo de 2020. Accedido 11 de junio de 2023. <https://www.elquintopoder.cl/politica/que-es-extractivismo-una-historia-latinoamericana/>.
- Zamudio Espinosa, Guadalupe Yolanda, y José María Aranda Sánchez. 2003. *Historia y/o Crónica de Toluca*.

Los sistemas defensivos en la América Borbónica. Tres casos: Santiago de Cuba, Rocha y San Blas

Jorge Alberto Escobedo Hernández
Jorge Bruzzese

El siglo XVIII se caracterizó por las luchas de España contra la política expansionista de Gran Bretaña, Rusia y Portugal, lo que justificó el fortalecimiento militar de las colonias tanto en el Caribe como en la América continental, fundamentalmente con la incorporación de grandes recursos económicos para la modernización de las fortificaciones ya existentes y de la construcción de nuevas obras defensivas en los vastos territorios.

SISTEMA DEFENSIVO DE SANTIAGO DE CUBA. SIGLOS XVIII Y XIX

Los vestigios materiales del sistema defensivo colonial de Santiago de Cuba tienen un gran valor histórico patrimonial y se caracterizan por la diversidad de sus tipologías, destaca el castillo San Pedro de la Roca, construido por Juan Bautista Antonelli a partir de 1638 y que por la riqueza que atesora fue incluido en la Lista del Patrimonio Mundial, como Paisaje Cultural de la Humanidad en 1997.

A esta importante construcción se suman fuertes, fortines, baterías y otras tipologías de obras defensivas que al llegar el siglo XVIII completaron una estructura de defensa que se adaptó a los avances tecnológicos de la carrera armamentística de la época y a las realidades territoriales de emplazamientos y necesidades de defensa.

El desarrollo de las armas de fuego y la poliorcética de esa época, provocaron un cambio en el trazado de las disposiciones de las fortificaciones, en las que predominaba la forma atrincherada y protegida con innumerables obras exteriores de carácter de avanzada. (Blanes 2001)

El castillo San Pedro de la Roca alcanzó gran solidez e inexpugnabilidad; se realizaron transformaciones constructivas con obras de avanzada, y nuevas plataformas.

En 1739 se inició una guerra entre España e Inglaterra, que fue el primer enfrentamiento fuera del continente europeo, en una clara lucha de poder por los dominios americanos. D. Francisco Cajigal de la Vega gobernador de la ciudad, puso en óptimas condiciones los dispositivos defensivos, «hizo en el Morro y la Estrella fábricas indispensables. Juraguá, Aguadores, Sardinero, Cabañas y Guaicabón, han quedado defendibles con parapetos, murallas, plataformas, reductos, fuertes de campaña, cortinas y cuarteles». (AHPPSC. AC, 2)

A mediados de 1741 los dispositivos defensivos de Santiago de Cuba y del Departamento Oriental se encontraban a plena capacidad, el castillo San Pedro de la Roca contaba con 16 cañones en sus baterías bajas, la batería de La Punta con dos cañones de 12 libras cada una, tres de seis libras y uno de cuatro; la plataforma con ocho cañones de 12 libras y dos de 18. (AHPPSC. AC, 3)



Figura 1
Castillo San Pedro de la Roca desde su frente de mar.
R. Silveira 1997



Figura 2
Ubicación de las piezas de artillería en el castillo San Pedro de la Roca, 1712. AGI. MP-SID, 124

Se construyó un reduto de tres caras a poca distancia del arranque del glacis del Castillo, con un nuevo camino para comunicar la fortaleza con la batería de la Estrella, facilitando el traslado de la artillería y una nueva batería en las faldas de la colina que impediría un desembarco en la playa de la Estrella. (AGMM, CUB-56/08)

La fortaleza de La Estrella contaba con una batería superior de 10 cañones de 18 libras y una pequeña batería de tres cañones de ese calibre, al frente el Morrillo con siete cañones de cuatro libras sin montar y la batería de Santa Catalina tenía dos cañones de 12 libras cada uno. (Vernon 1744, 16-18)

Todos estos preparativos para hacer frente al inminente ataque tuvieron sus resultados favorables, pues en ese propio año de 1741, la escuadra del Almirante inglés Edward Vernon asedió la boca del puerto, y no se atrevió a atacar por lo imponente de las obras defensivas. (AGI. SD, Leg. 366)

Después de 1762 en el castillo San Pedro de la Roca, se «aumentó el espesor de los muros, los parapetos y los merlones; se reconstruyeron las baterías, las plataformas y cuatro bóvedas por el frente de tierra con ladrillo y mampostería; se profundizó el foso; se arreglan la contraescarpa y la fachada; se colocó un puente fijo y otro levadizo; se repararon los alojamientos de la tropa y se hacen obras de carpintería». (Blanes 2001, 73)

En 1766 un fuerte terremoto afectó la ciudad y sus fortificaciones, por lo que el ilustre ingeniero Agustín Crame, pasó a encargarse de las defensas y realizó el levantamiento de los daños producidos en la boca del puerto, proponiendo las reparaciones a realizar.

El propio Agustín Crame documentó en el año 1767 los perfiles de la fortaleza, en un intento por determinar los sitios de la estructura de la fortificación que había que reforzar, propuso la construc-



Figura 3
Castillo del Morro, delimitación de la intervención del ingeniero Agustín Crame, 1767. AGI. MP-SD, 343-1



Figura 4
Entrada de la bahía con las obras defensivas del Castillo del Morro y sus inmediaciones, 1776. AGI. MP-SD, 413

ción de un revellín, escarpas, contraescarpas y camino cubierto.

Diez años después fue el ingeniero Juan Martín Cermeño, quien reconstruyó la fortaleza y modernizó sus instalaciones; apareciendo el fuerte de la Avanzada, los semi baluartes de acceso, el foso, el glacis y algunos cuarteles. (AMCH. Cabildo, 1780, f.36)

Quedó estructurada la plaza de armas, la cual respondió a un esquema de planos terrazados a desnivel, unidos por rampas y escaleras que se estructuran a partir de varios cuerpos yuxtapuestos de alto puntal, adaptados a la topografía y que definen el sistema de plataformas, la Santísima Trinidad, Nápoles, de Adentro y el Aljibe.

En la segunda mitad de 1797, para prevenirse de las invasiones de los ingleses, en el Castillo del Morro y en la batería de La Estrella se formaron baterías corridas, utilizando porciones de hormigón del terraplén, todas las bóvedas interiores fueron recubiertas, se repararon los parapetos, terraplenes y matacanes y se rellenó el glacis. (AGS. SGM, Leg. 6883-15)

En el siglo XIX la necesidad defensiva cambió radicalmente, en octubre de 1868 comenzó en Cuba la guerra de independencia, por lo que el gobierno español, ante la necesidad de defender una de sus últimas posesiones coloniales, comenzó la edificación de un nuevo sistema defensivo con características constructivas totalmente diferentes a las utilizadas en centurias anteriores.

En el caso de Santiago de Cuba, dada la importancia estratégica de la ciudad, se conformó un anillo de defensa integrado por más de quince fuertes que llegaron a comunicarse entre sí mediante una trocha o sendero protegido por una alambrada, fue un complejo defensivo que cercó la ciudad, formando una línea limítrofe con más de siete kilómetros de extensión y que funcionó con muy buenos resultados.

En los primeros meses de 1898, ante las perspectivas del triunfo de los cubanos y la negativa de España de ceder la isla, los Estados Unidos intervinieron, y se dio inicio a una guerra con matices completamente diferentes.

Se volvieron a tener en cuenta para la defensa las obras defensivas de la bahía, y se artillaron el castillo San Pedro de la Roca, la fortaleza de Aguadores y el fuerte de Sardinero; al oeste con la fortaleza de Cabañas y dentro del puerto la fortaleza de La Estrella y la batería de Santa Catalina, ante la posibilidad real de ataque, que evidenciaba el bloqueo naval a Santiago de Cuba, se comenzaron obras para instalar otras baterías de costa, como La Socapa y Punta Gorda, adaptándolas al sistema de zanjas trincheras para la protección contra el enemigo. La artillería emplazada en ambas fue desmontada del buque español Reina Mercedes. (Blanco 2010)

Se instalaron las defensas submarinas del puerto, en líneas escalonadas de torpedos desde La Estrella hasta la parte de La Socapa y desde La Socapa hasta Cayo Smith. También se dispusieron fortificaciones en poblaciones aledañas como el fuerte El Viso y San

Juan, con el objetivo de impedir la entrada a la ciudad de los destacamentos de americanos de desembarco. (Llorente 1898)

Al analizar la evolución constructiva de las fortificaciones de Santiago de Cuba, surgidas desde el siglo XVII se puede constatar documental y materialmente, la importancia que tuvieron a lo largo de los siglos, fueron generadas por un amplio movimiento constructivo donde intervinieron numerosos ingenieros militares; delimitándose en cada una de ellas una labor técnica y científica desarrollada por los conocimientos de cada etapa.

Estas construcciones pueden catalogarse como obras defensivas, modernas e irregulares; por la manera de generar la geometría global de sus estructuras, que se desarrollan adaptadas a los emplazamientos. Cada una utiliza soluciones constructivas que demuestran una economía de elementos arquitectónicos impresionante, resuelto con gran inteligencia por numerosos ingenieros a lo largo de los siglos, quienes combinaron la destreza y el conocimiento tanto del arte de la guerra como de la arquitectura de su momento.

FORTIFICACIONES EN ROCHA. URUGUAY

El sistema de fortificaciones de la Banda Oriental del Uruguay constituyó durante la época virreinal un antemural a las pretensiones expansivas del Imperio portu-

gués, y al mismo tiempo se convirtió en custodia de regiones más extensas y económicamente más rentables para el imperio español. La subdivisión de este sistema, fruto de las guerras independentistas y el surgimiento de los estados nacionales americanos, representó una etapa en la cual su misma supervivencia resultó problemática. (Otero y Álvarez Massini 2016)

Se cuenta en el territorio con la fortaleza de Santa Teresa, que se remonta al año 1762, cuando los portugueses, previendo un nuevo conflicto con España, decidieron fortificar el punto, por aquel entonces llamado Castillos Chicos ubicada en el departamento de Rocha, a 305 kilómetros de Montevideo y a 36 kilómetros de la localidad internacional de Chuy, en la frontera con Brasil. Apenas dos kilómetros la separan del Océano Atlántico. La Ruta 9, el antiguo Camino de la Angostura, transcurre a escasos metros de la fortaleza, separándola de la Laguna Negra, que dista 2 km al oeste.

La fortaleza forma parte del Parque Nacional de Santa Teresa, creado para protegerla. Era parte de la antigua línea de castillos -Tratado de Madrid (1750)- y tenía la función de proteger el desfiladero de Angostura, vecino al monte de Castillos Grande, cerca de veinte kilómetros al sur de la Laguna Merín.

Los planos y diseños fueron realizados por el ingeniero portugués Juan Gómez de Mello, tenía por objeto reemplazar una empalizada de palo a pique hecha en octubre del mismo año, la obra consistió en una

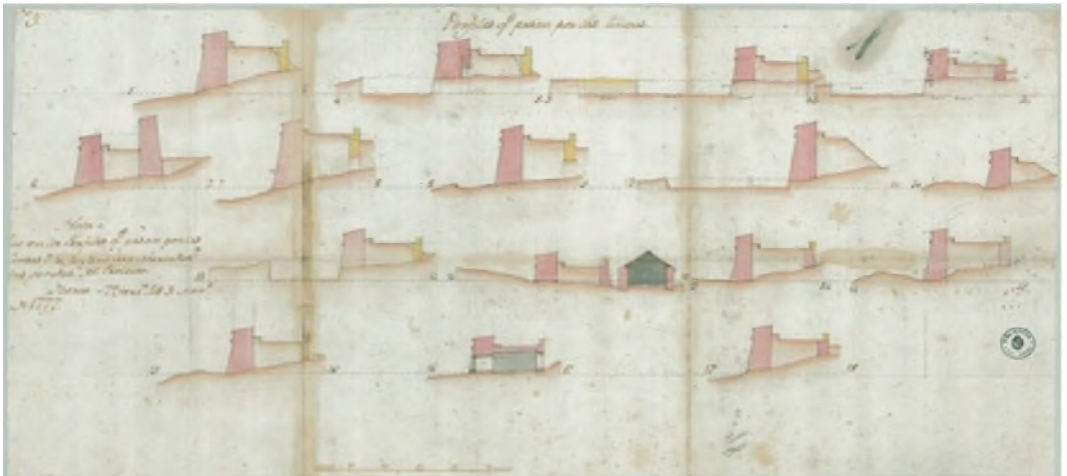


Figura 5

Fuerte Santa Teresa. Perfiles que pasan por las líneas. Real Cuerpo Español de Ingenieros. 1777. Biblioteca Nacional de Uruguay. Colección Planos de Fortificaciones Coloniales. Carpeta No. 4

trinchera cavada en la pendiente de un cerro del lugar, conocido como castillo chico, se contó con la intervención del coronel lusitano Tomás Luis Osorio, quien inició los trabajos el 4 de diciembre de 1762, realizando unos terraplenes simples con poquísimas mamposterías de piedra. En abril de 1763 fue tomada por el gobernador de Buenos Aires, Pedro de Ceballos y Calderón y fue este militar hispano, quien promueve la construcción del fuerte actual. (Giuria 1955)

Este primer proyecto español estuvo a cargo del ingeniero Francisco Rodríguez y Cardozo, y aunque queda inconcluso, sentó las bases para la realización de obras de gran importancia, que cambiaron por completo las líneas generales del fuerte, quedando convertido en una construcción de piedra con la intervención de Juan Bartolomé Howel, dándose por terminadas a finales del año 1780.

“El desarrollo de todo este perímetro no baja de 600 metros y todo él, está formado por dos muros paralelos ejecutados con sillares de granito y separados entre sí, por un espacio que fluctúa entre 5m.50 y 7m.00. El espesor del muro externo es de 3m.90, en la base, y 2m.00 en la cúspide, al paso que, en el interior, las mismas dimensiones son de 1m.85 y 1m.25 respectivamente. El espacio comprendido entre los dos muros ha sido colmado con tierra, formándose así una especie de adarve o muro de ronda de más de 10 metros de espesor, que conteea todo el perímetro de la fortaleza, y cuyo pavimento está a 2m.50 o 3m.00 más arriba que el de la plaza de armas donde están ubicadas las distintas dependencias. La superficie del terreno ocupada por todo el conjunto no baja de 16000 metros cuadrados”. (Giuria 1955)

En 1811 la fortaleza cae en poder de los “patriotas” mandados por Manuel Francisco Artigas. Desde julio de 1811 a junio de 1812, la fortaleza es nuevamente ocupada por los portugueses. En 1814, el coronel argentino Manuel Dorrego expulsa de allí al coronel artiguista Fernando Otorgués.

En 1817 es nuevamente ocupada por los portugueses y diez años después se establecen en la ya histórica fortaleza algunas fuerzas brasileñas, pero poco tiempo permanecieron en ella, pues la abandonaron definitivamente el 29 de enero de 1828 entrando en un total abandono.

Con el surgimiento de la República Oriental del Uruguay, la fortaleza pasó a ser propiedad estatal. Al establecerse la nueva demarcación fronteriza por el

Tratado del 15 de mayo de 1852, los fuertes de San Miguel y Santa Teresa permanecieron en territorio uruguayo. (Brum y Arredondo 1930)

Existen referencias de que al iniciar el siglo XX la fortaleza Santa Teresa ya estaba en estado de abandono, era una zona del país de muy difícil acceso. Arredondo (1955,428), cuenta su viaje a Rocha en la revista Sociedad Amigos de la Arqueología y recordando al Dr. Luis Melián Lafinur quien de su estadía allí por el año 1881, planteaba “Pronto va a desaparecer el fuerte de Santa Teresa, dejando en las páginas de la historia la estela de sus desgracias y las glorias de que ha sido teatro. Las dunas que lo asechan desde el pie de sus murallas, concluirán por tragarlo, sepultándolo en honda tumba de arena. Pero vinculados sus recuerdos a sucesos de inmortal memoria, no se perderá su nombre con los médanos inmensos que lo ocultan a los ojos del viajero.” (Lafinur 1882, 201). Por suerte y debido a diferentes restauraciones hoy podemos seguir contando con la existencia de la esta gran fortificación.

La primera restauración histórica fue la dispuesta por ley de 1927, y Leyes posteriores ampliaron el horizonte arqueológico en materia de realización de obras de conservación, disponiéndose las restauraciones de la fortaleza del Cerro montevideano y la del Fuerte de San Miguel, también en Rocha. (Arredondo 1956)

Fue declarada Monumento Histórico Nacional en 1927 y se inicia su restauración para ser utilizado como museo de carácter histórico militar, dependiente del Departamento de Estudios Históricos del Estado Mayor del Ejército.

Entre 1955 y 1956 Horacio Arredondo a través de la Revista “Amigos de la Arqueología” hizo valiosos aportes a la historia de estas fortificaciones, trató extensamente las intervenciones realizadas. Planteaba que hubo un escaso respeto al pasado arquitectónico e indica que las restauraciones efectuadas, fueron con la máxima buena voluntad, pero con absoluto desconocimiento de las normas que deben tenerse presentes en esos casos, donde debe imperar de manera absoluta, un respeto total por la obra primitiva, no tolerándose modificaciones de clase alguna. (Arredondo 1956, T.XIV)

Por los valores arquitectónicos, históricos y ambientales que poseen las fortalezas de Santa Teresa y San Miguel, actualmente ICOMOS Uruguay está intentado declararlas bien patrimonial del Mercosur.



Figura 6
Vista de la Fortaleza de Santa Teresa en la actualidad

SISTEMA DEFENSIVO DE SAN BLAS: ENTRE EL MAR DEL SUR Y LOS MANGLARES

El gran accionar de construcciones defensivas que se estaba llevando a cabo en el área del Caribe y el resto del continente desde el siglo XVI, comenzó a extenderse a otras latitudes en el XVIII, cuando se inició la conquista de nuevos territorios de la costa del Mar del Sur, cambiaron los intereses defensivos al entrar en juego otras potencias que ponían en peligro el vasto imperio español.

Las nuevas obras construidas respondieron mayoritariamente a los principios constructivos que se estaban llevando a cabo en la metrópoli prevaleciendo las indicaciones del Cuerpo de Ingenieros y adaptándose a las características de los emplazamientos americanos.

San Blas fue un puerto del Mar del Sur cuya fundación en 1768 se da en el marco de las reformas borbónicas pensando que fuera «un punto de partida para acceder a Sinaloa, Sonora y las Californias; un núcleo emisor de la cultura novohispana hacia Norteamérica; un astillero para armar barcos de gran calado; una base de vigilancia y patrullaje para evitar el contrabando de manufacturas; un nodo de abasto; un centro recaudador de impuestos; una plaza fuerte y de paso para el ejército; y, el punto desde donde se intentó abastecer a los nuevos administradores de las que fueron misiones jesuíticas» (Arciniega 2004, 42). Está ubicado en el estado mexicano de Nayarit.

Durante su historia novohispana (1768-1821) fue escenario de diversos episodios históricos que lo lle-

varon a ser el puerto más importante de las costas del océano Pacífico, otrora mar del Sur. Por ahí transitaban pasajeros y mercancías que tenían como origen o destino sitios del sudeste asiático, Europa o América. Esta dinámica se mantuvo aún en las primeras décadas del México independiente pues, según Meyer (1997, 94) para 1823 «San Blas superaba ya a Acapulco y, de 1823 a 1851, figuraba entre los principales puertos mexicanos, siendo éstos Veracruz y Tampico en el Atlántico, San Blas y Mazatlán en el Pacífico».

Para analizar la evolución histórica de la ciudad y las obras defensivas en análisis hemos partido de fuentes documentales que atesoran todo este acervo, es el caso del Archivo General de Indias, Archivo Cartográfico y de Estudios Geográficos, Archivo General del Estado de Nayarit, Archivo General de la Nación y la Mapoteca Orozco y Berra.

A partir de esta documentación hemos encontrado que en el periodo que nos ocupa aparecen algunas obras defensivas que quedaron plasmadas en un plano levantado en 1822, un año después de la consu-



Figura 7
A trigonometrical survey of Port San Blas, by Mr. Henry Foster. Mapoteca Orozco y Berra. Serie Nayarit. Expediente Nayarit 1, COYB. NAY.M46. V1.0020

mación de la Independencia de México, que fue el máximo desarrollo logrado por este puerto durante el periodo virreinal.

De la figura anterior destacan los dos fortines ubicados sobre los cerros cercanos a los esteros, de los cuales solo se ha encontrado información gráfica del que se ubicó en el cerro del Vigía, construido en 1780, siendo nombrado en la cartografía de la época como «Fortín de la entrada», «Fortaleza Nueva» o «Castillo de la Entrada». Desde este inmueble se advertía a cualquier embarcación, resguardaba la entrada al estero y defendía al recinto portuario. Del otro fortín se sabe que «hacia 1793 se construiría» (Gutiérrez 2005, 77) y, aunque no se tiene más información, se deduce que debió ser una estructura de menor jerarquía destinada a defender el acceso al estero de San Cristóbal.

Adicionalmente se contó con una defensa marítima conformada por barcos de aviso, a manera de fortaleza flotante, lo que permitía un mayor alcance defensivo, así como un punto de defensa de los caminos que con-

ducían a Tepic establecido en «Guaynamota [Hoy Huaynamota, el cual se integró al] sistema defensivo del puerto: De la compañía que esté haciendo el servicio es necesario mantener siempre un destacamento de 6 soldados y 1 cabo» (Cárdenas 1968, 225).

El 22 de febrero de 1768 se funda oficialmente el puerto de San Blas por José de Gálvez y el primer levantamiento corrió a cargo del catalán Miguel de Constanzó, «militar, mariscal de campo, director subinspector de Ingenieros» (De Alborno 2018). Este Ingeniero Militar propuso que la villa estuviera equidistante entre los esteros y el mar, pero unida a estos a través de diversos caminos (ver figura 3). A este lugar se le llamó «el poblado de la playa».

Este planteamiento se modificó debido a las condiciones prevalecientes en el lugar: el desbordamiento de los esteros, las frecuentes tormentas y los abundantes insectos conocidos como jejenes, cuyo hábitat son los manglares que rodean al puerto. El cambio se dio en 1770 cuando «se traslada la población de San Blas al cerro de Basilio; en ese mismo año se cons-

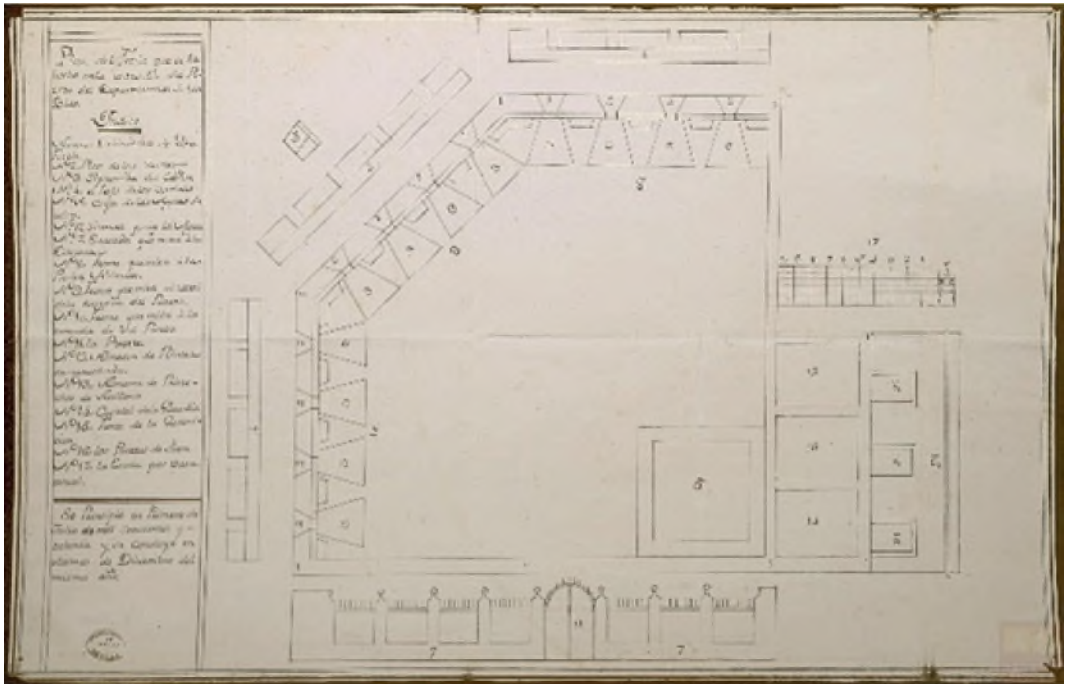


Figura 8

Plan del fortín que se ha hecho en la entrada del Puerto del Departamento de San Blas. Archivo General de Indias. MP-México, 361

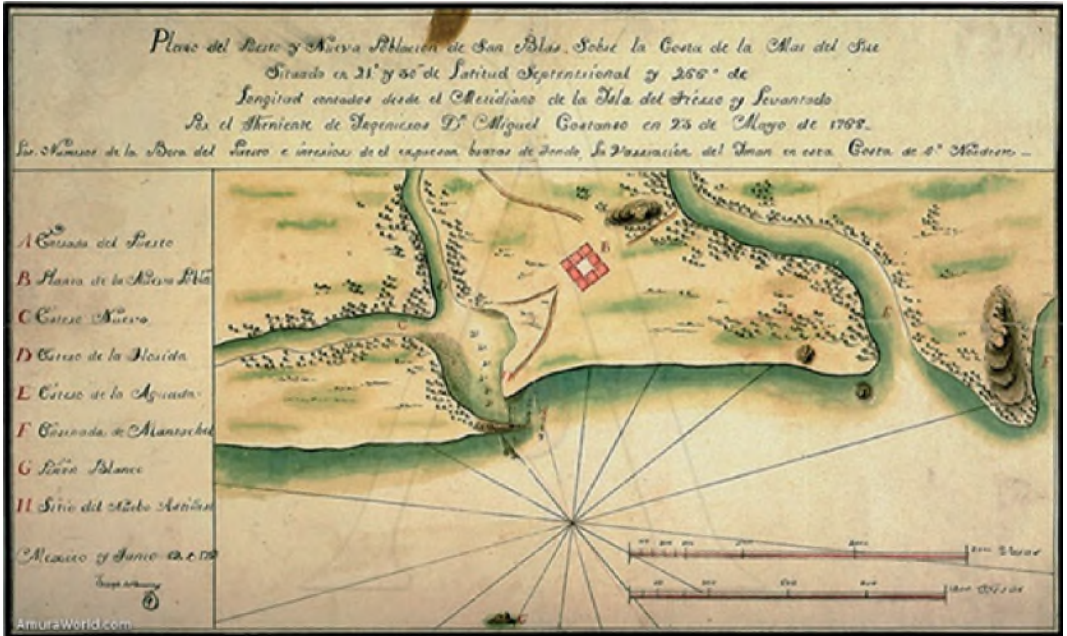


Figura 9

Plano del Puerto y Nueva Población de San Blas Sobre la Costa de la Mar del Sur, levantado por Miguel Constanzó en 1768. Archivo Cartográfico y de Estudios Geográficos de España. Cartas Náuticas, 1768, 17296

truye la Contaduría» (Hernández 1975, 56). A este nuevo asentamiento se le denominó la «villa del cerro». Para ese entonces se sabe que «Miguel Constanzó permaneció en California hasta el 9 de julio de 1770, día en que embarcó a San Blas [mismo lugar del que había salido en 1768]» (Moncada 2003), por lo que es probable que él esté relacionado con su diseño y/o edificación.

Con respecto a los fortines y baterías se desconoce quién se encargó de su diseño, sin embargo, con su construcción se consideró que «así [quedó] defendido el sitio en la idea original de Gálvez» (Gutiérrez 2005, 77), tal vez sin apearse a ningún tratado, sino más bien, plantear un esquema simplificado que cumpliera con su función primaria: armar y reparar barcos.

Durante el periodo virreinal de San Blas, el total de las edificaciones construidas relacionadas con su defensa son resumidas por Arciniega (2005, 44) de la siguiente manera: «el espacio natural de los Artilleros de Tierra era la batería que coronaba el Cerro del Vigía y su gemela sobre el Cerro El Borrego; el Cuerpo de Maestranza en las instalaciones terrestres

del recinto portuario; el cuerpo médico en el hospital y los barcos. La presencia militar tomó forma arquitectónica en los edificios de la Contaduría del Puerto, las Oficinas Reales, el recinto portuario, el Cuartel, la Casa Mata, las baterías y en las viviendas del asentamiento portuario. En el presente, sin las fortalezas flotantes, este esquema resulta confuso».

En los dos los emplazamientos que conformaron a San Blas, el poblado de la playa y la villa del cerro, se pueden distinguir dos tipologías constructivas diferenciadas por ser Reales o no. Las primeras tuvie-



Figura 10

La Contaduría vista desde la plaza. J. Escobedo 2023

ron como material base la piedra, usada tanto en sus muros como en sus elementos decorativos. Se trata de «roca del cerro [de Basilio] de color gris muy oscuro, que le proporciona un aspecto demasiado sombrío» (Gutiérrez s/f., en Cárdenas 1968, 52). En su fabricación se empleó arcilla para unir las piedras y, como protección, una capa externa de mortero de cal.

Este mortero se elaboró a partir de conchas marinas que «consisten en un complejo arreglo de material orgánico (periostraco) e inorgánico, el primero secretado por el animal y el segundo se obtiene del medio marino» (Reza 2004 en Paz et al. 2005, 1). «El constituyente inorgánico de las conchas es carbonato de calcio, el cual forma la estructura básica de la concha (95%) y le confiere una resistencia a tracción hasta de 30MPa» (Bolmaro 2000 en Paz et al. 2005, 1).

A partir de este carbonato de calcio (CaCO₃) se obtiene la cal viva, u óxido de calcio (CaO). El proceso inicia lavando las conchas marinas, se trituran y se calcinan a altas temperaturas. En este proceso se pierde dióxido de carbono (CO₂) dando como resultado la cal viva. Una vez que se enfría se hidrata obteniéndose así hidróxido de calcio Ca(OH)₂ y es entonces cuando puede emplearse en la fabricación de los morteros.

En cuanto a las edificaciones *no reales*, estaban hechas con materiales del mismo entorno (arquitectura efímera). Este contexto quedó de manifiesto en un informe que elaboró el oficial Francisco Xavier de Viana quien menciona que «el pueblo que se encuentra en la Contaduría [en alusión a la villa], se reduce a una porción de chozas o rancherías de paja, que da un aspecto miserable, causa horror; solo las obras del Rey y algunas otras particulares que son pocas, están fabricadas de cal y canto» (De Viana 1849, 179).

En la actualidad se tienen muy bien identificados los principales componentes del sistema defensivo de San Blas, desafortunadamente existen algunos ya desaparecidos con un valor histórico arqueológico reconocido, como los Fortines El Pozo y El Borrego, la Batería El Borrego, el Hospital Militar y la Casamata; se cuenta también con la antigua Contaduría en la que existe un Museo Comunitario, actualmente cerrado por deterioros en la cubierta, y que podría utilizarse como un recinto cultural multifuncional.

Al analizar tres casos del sistema defensivo americano, tan distantes en cuanto a la geografía entre sí, pero tan cercanos desde el punto de vista de la aplicación de los mismos criterios constructivos, se hace

evidente cómo la arquitectura militar en América se convirtió en la respuesta para mantener los dominios hispanos de ultramar ante el peligro constante de otras potencias europeas.

Los cambios políticos que se produjeron en Europa generaron un sistema defensivo de primer orden que abarcó las ciudades costeras consideradas como puntos estratégicos y áreas de interés. En todos ellos se aplicaron las teorías constructivas renacentistas, bajo la conducción de un grupo destacado de ingenieros militares que aplicaron sus conocimientos condicionados por el factor geográfico y las nuevas realidades territoriales, incidiendo en la creación de una estructura defensiva de gran importancia por su connotación histórica y cultural.

LISTA DE REFERENCIAS

Archivos

- Archivo del Museo de Ciudad de La Habana. Cuba. C. 1780, F.36
- Archivo Poder Popular de Santiago de Cuba. Ac. 2,3
- Archivo del Museo Naval, Madrid. España. Cub-56/08
- Archivo General de Indias, Sevilla, España. SD. Leg. 366; MP-SD, 413; 343-1;124; MP-México, 361
- Archivo General de Simancas. SGM. Leg. 6883-15
- Archivo Cartográfico y de Estudios Geográficos de España. Cartas Náuticas, 1768, 17296.
- Mapoteca Orozco y Berra. Serie Nayarit. Expediente Nayarit 1, COYB. NAY.M46. V1.0020
- Biblioteca Nacional de Uruguay. Colección Planos de Fortificaciones Coloniales. Carpeta No. 4

Referencias

- Arciniega, Hugo. 2004. El puerto de San Blas y el significado de habitar en una zona de marismas. *Diario de Campo*. 65: 39-43.
- Arciniega, Hugo. 2005. El proceso de formación de la estructura urbana en el puerto de San Blas, Nayarit. *Diario de Campo*. 73: 40-45.
- Arredondo, Horacio. 1955. Fortaleza de San Miguel y Santa Teresa. *Amigos de la Arqueología*. T. XIII-XIV
- Blanes, T. 2001. *Fortificaciones del Caribe*. Editorial Letras Cubanas, La Habana, Cuba: 73-88
- Blanco, R. 2010. *Inventario del sistema defensivo costero de la entrada de la bahía de Santiago de Cuba*. Inédito, Santiago de Cuba.

- Bolmaro, Raúl. 2000. Estudio de microestructuras de materiales biológicos mediante microscopía y difracción de rayos X. En: Paz, Héctor; Lozano, Edgar; Ortiz, Sanín; Valverde, Juan y Cortés, Harry. (2005). Obtención de carbonato de calcio de conchas de piangua, *Acta Agronómica*, vol. 54, Núm. 3, Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Brum, Baltasar y Arredondo, H. 1930. "Libro de Honor de la Fortaleza de Santa Teresa"
- Cárdenas, Enrique. 1968. *San Blas de Nayarit. Tomo I*. México, D.F.: Talleres Gráficos de la Nación.
- De Albornoz, Juan. 2018. *Miguel Constanzó*. España: Real Academia de Historia.
- De Viana, Francisco. 1849. Diario del teniente de navío trabajado en el viaje de las corbetas de S.M. "Descubierta y Atrevida" en los años de 1789 a 1794. En: Muriá, José María, coordinador. (2017). *San Blas de Nayarit*, Guadalajara: Pandora Impresores.
- Giuria, Juan. 1955. *La arquitectura en el Uruguay. Época Colonial*. Imprenta Universal. Montevideo.
- Gómez, S. 1901. *La Guerra Hispano americana*. Imprenta del Cuerpo de Artillería, Madrid.
- Gutiérrez, Ramón. 2000. *Fortificaciones en Iberoamérica*. Madrid: Fundación Iberdrola.
- Hernández, Enrique. 1975. *San Blas en la perspectiva de su historia*. Tepic: Gobierno del estado de Nayarit, Comité Promotor del Desarrollo Socio Económico del Estado de Nayarit.
- Lafinur, Luis Melian. 1882. De paso por el Fuerte de Santa Teresa. *Anales del Ateneo del Uruguay*.
- Llorente y Herrero, L. 1898. *Bloqueo y sitio de Santiago de Cuba*. Imprenta del Memorial de Ingenieros, Madrid.
- Lozano, Edgar; Ortiz, Sanín; Valverde, Juan y Cortés, Harry. 2005. Obtención de carbonato de calcio de conchas de piangua, *Acta Agronómica*, vol. 54, Núm. 3, Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Meyer, Jean. 1997. *Breve Historia de Nayarit*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Moncada, Omar. 2003. El Ingeniero Militar Miguel Constanzó en la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de la Nueva España. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. VII, núm. 136.
- Otero, Alicia y Massini, Rubén. 2016. *Patrimonio e Historia. Las fortificaciones en la banda oriental de Uruguay en la confrontación de imperios, Dimensión arqueológica*.
- Reza, Carmen. 2004. Aportaciones al crecimiento de la concha de *Tectus pyramis*.

Una aproximación a la construcción de las murallas y sus torres en el imaginario medieval: la iconografía como espejo de las épocas

Lorena Fernández Correas

Y dijeron, pues: “Vamos, edifiquémonos una ciudad y una torre, cuya cumbre llegue hasta el cielo; y hagámonos un monumento para que no nos dispersemos sobre la superficie de toda la tierra” (Génesis, 11,4).

En los primeros capítulos del primer libro de la Biblia, se recoge ya el interés de la humanidad por la construcción y edificación de cerramientos, interés que no abandonará y, que otorgará identidad propia como reflejo de las culturas que lo desarrollarán, hasta nuestros días.

Dicho interés se refleja en las manifestaciones artísticas desde los albores de la civilización, tanto en la representación de obras acabadas como aquellas que se encuentran en diferentes procesos constructivos.

En el siguiente trabajo se aborda una aproximación a las muestras de iconografía que representan el ejercicio constructivo de los cinturones de muralla, centrándonos en la tardía Edad Media y valiéndonos de un ejemplo de arquitectura mediterránea: el Portal de Quart, en Valencia, como hilo conductor.

ELEMENTO Y SÍMBOLO: LA MURALLA Y LA TORRE COMO ELEMENTO DE PROTECCIÓN Y SÍMBOLO DE PODER

Entre las principales obras de ingeniería por las que más se ha preocupado el hombre a lo largo de los tiempos se encuentran las destinadas a la defensa y protección de la ciudad, tales como las murallas y

sus accesos. Desde la Antigüedad se ha suscitado el interés por sistematizar el perfecto cerramiento de la urbe y su estructura de ingresos, puesto que han significado el primer elemento de contención e imagen de la ciudad para los extranjeros y quienes la habitan.

Tenía muro grande y alto, y doce puertas (Apocalipsis, 21,12)

Conforme avance el texto bíblico, la concepción de la ciudad y su cerramiento va adoptando distintos carices, pero que denotan el desarrollo técnico que van desarrollando, en comunión con la vanidosa expresión del poder al que representa. No en vano, en el libro de Isaías (24, 10-12) Yahvé derribará el orgullo de la ciudad, junto con las puertas y las fortificaciones, castigará la vanidad y la idolatría reduciendo a escombros los símbolos identificativos de la ciudad: «Pues Tú has hecho de la ciudad un montón de piedras, (has convertido) en ruinas aquella ciudad fortificada. La fortaleza de los extranjeros ha dejado de ser ciudad, y nunca jamás será reedificada (...) Yahvé humillará su orgullo, a pesar del esfuerzo de sus manos. Abatirá el baluarte de tus altos muros y lo derribará» (Isaías, 25, 2-12).

Dicha identificación se perpetúa y toma más gráfica en el Nuevo Testamento, por ejemplo, en las descripciones de la nueva Jerusalén: «Tenía muro grande y alto, y doce puertas, y a las puertas doce



Figura 1
Destrucción de la ciudad de Hamanu en la campaña de Asurbanipal contra Elam. Palacio norte, Nínive. 645-640 a.C.

ángeles, y nombres escritos en ellas, que son los de las doce tribus de los hijos de Israel: tres puertas al oriente, tres puertas al septentrión, tres puertas al mediodía, tres puertas al occidente. El muro de la ciudad tenía doce fundamentos ... (...) Y el que hablaba conmigo tenía como medida una vara de oro, para medir la ciudad, sus puertas y sus muros» (Apocalipsis, 21, 12-22).

Dicha concepción de fortaleza se percibe en los relieves mesopotámicos, como los del palacio de Nínive (Fig. 1) donde apreciamos la disposición de las torres a lo largo del lienzo de la muralla y su agrupación flanqueando el acceso a la ciudad, disposición recurrente que se repetirá incesantemente a lo largo de los siglos tanto en las representaciones artísticas como en las fábricas erigidas de las que toman modelo.

Del mismo modo, no se abandonará ni la robustez de los muros que narra San Juan en su escrito, ni la ordenación de puertas en los puntos cardinales ni la disposición defensiva de las mismas en la ciudad. Estos preceptos los desarrollará la cultura romana (Fig 2), implementará la islámica y heredará la cristiana, dotándola de un componente religioso (como el significado numérico).



Figura 2
Relieve de la Columna de Trajano, 113 d.C.

En los relieves de la Columna Trajana, vemos un ejemplo del alzado de los muros y estructuras de acceso a la muralla, fácilmente reconocibles por los testimonios que quedan en pie como es el caso de la muralla de Lugo, cuya puerta del Carme sigue la tipología de puerta de acceso flanqueada por torres semicirculares (Fig. 3).

No aprovaren los grans filosofos que dins lo mur de la ciutat

Como se ha expuesto en trabajos anteriores (Fernández Correas, 2021), en el medievo la teología inspiraba el arte y la estética era su vehículo, lo que lleva a unas manifestaciones complejas y una tratadística imbuida entre las aguas de la técnica y la idealización.

Del mismo modo que los textos sagrados rigen la vida, los escritos de los doctos diseñarán las directrices sobre las que se proyecten las ciudades del medievo, que levantarán sus muros entre los avances técnicos y las corrientes estéticas, conocimientos ambos que se plasmarán en las representaciones artísticas. Se establece así una simbiosis entre la producción escrita (una subyacente indagación científica de carácter literario con alma teológico-filosófica), la manifestación artística y su correlación con las obras ejecutadas.

Así pues, en el estudio que abordamos nos aproximaremos a dicho mutualismo a través de un caso valenciano: uno de los teóricos más influyentes de la época, Francesc Eiximenis, y la construcción del Portal de Quart.

Hasta que no entremos en una concepción moderna de urbanismo en el siglo XIX, no se concibe la metró-



Figura 3
Puerta Miñá, también llamada del Carmen, muralla romana de Lugo. Siglo III

poli sin los muros que la abrace, por lo que en los tratados suele ser frecuente encontramos con las representaciones idealizadas de las ciudades amuralladas. Valga como ejemplo el franciscano de Girona, Francesc Eiximenis, en cuya obra *Dotze del Crestià* (1384-1385) pone de manifiesto repetidas veces la importancia capital que tiene la muralla como elemento definitorio y protector de la misma, siendo esta idea avalada por los grandes pensadores de la Antigüedad (Eiximenis, [1383 – 1385] Vila, 1984: 88): «...no aprovaren los grans filosofos que dins lo mur de la ciutat...».

El autor no es solo conocedor y docto en las obras religiosas difundidas durante la Edad Media acerca de las ciudades perfectas, celestiales e ideales, sino que recoge los postulados de tratadistas militares romanos harto estudiados en el medioevo, tales como Vegetio y su *De re militari* (Falomir, 1996: 79). Estas enseñanzas son divulgadas con facilidad entre los intelectuales de la época siendo de gran relevancia en el caso que nos atañe, puesto que nuestro predicador franciscano está redactando su magna obra justo en el momento en que se están alzando las nuevas murallas valencianas. No podría entenderse sólo como mera coincidencia el hecho de que vuelque todo su saber y bagaje en obras de carácter cívico (*Regiment de la cosa pública*) y sobre todo en la creación de una ciudad perfecta dentro del ideal cristiano, atendiendo al hecho de que estamos tratando de una ciudad conquistada al enemigo islámico y desde hace más de un siglo se está configurando



Figura 4
Portada de la edición del Regiment de la cosa pública impresa en Valencia en el año 1499 por Cristóbal Cofman

do como la nueva urbe cristiana. Así pues, en analogía podría entenderse la caída a conciencia del muro islámico, como una liberación simbólica de la herejía, y la construcción de los nuevos muros como la cimentación de la nueva fe.

Por estas razones, y considerando el enorme auge e influencia que están adquiriendo las órdenes mendicantes en el floreciente Reino de Valencia, no es de extrañar que Eiximenis pusiera todo su empeño en el *Crestià* y fuese reflejo valenciano de los principios urbanísticos “modernos” del siglo XIV que están recorriendo toda Europa, y de los que se hace partícipe Valencia como ciudad que ha alcanzado un alto status político-económico y cultural durante el siglo XV, que será el de su máximo esplendor.

De este modo, además de la importancia simbólica y el factor humano, Eiximenis se hace eco de los susodichos tratados considerando la muralla como elemento primordial:

Deu ésser lo mur bo e alt, e gros, e fort, per tal que la ciutat no solament se puixa defendre per virtut de sos hòmens, ans encara per virtut de sos murs...¹

Pero el muro no es concebido aisladamente, sino que no se comprende sin toda una red de puertas y torres; así pues, con respecto a las primeras el mismo autor nos lo expresa del siguiente modo:

... al mig de cada costat deu ésser un portal principal que sia lluny de cadascun angle de mur seu . . . posaren, encara, que de cascun d'aquestes portals principals fins al dos angles que li estan a los costats hagues dos altres portals menys principals. La un fos a la part destra l'altre a la squerra ...²

En lo que concierne a las segundas:

. . . deuen encar les torres del mur ésser així altes per gran torre de fust que fos feta defora per esvair e per entrar dins que nols puxa sobreguejar . . .³

Pero la afirmación que más nos interesa es la que realiza a colación de los portales principales:

Lo mur deu haver en cadascun angle principal un bell castell. E cascun portal principal deu estar entre dues torres, e les torres deuen ésser pus altes e majors en los quatre portals principals...

Entendemos que hable de «cuatro» puertas principales, puesto que la muralla debía de tener una en correspondencia con cada uno de los puntos cardinales fundamentales, a semejanza de cómo lo hicieran los romanos, cuyos tratados sobre arquitectura y urbanismo le son sobradamente conocidos dada su formación.

Eiximenis es heredero de una época en que el decoro urbano se discute en los Consejos de la Ciudad (Consell General) y se crean por real orden organismos para el mantenimiento y embellecimiento de la urbe, como es el caso de la Ilustre Junta de Murs i Valls fundada por el rey Pedro IV el Ceremonioso el 24 de agosto de 1358⁴ (a la cual nos volveremos a referir más adelante) y dentro de esta imagen de *lo bello*, se comprende la ciudad ordenada y ortogonal encerrada entre muros.

Aproximación al estudio de las construcciones defensivas en la Edad Media, desde el arte, vertebrado por el Portal de Quart

Centrándonos en el caso de Valencia, desde su fundación en el 138 a.c ha sido dotada de tres recintos amurallados diferentes, el primero de época romana, el segundo islámico y por último el cristiano. Cada una de estas murallas gozaba de un número diferente de accesos a la urbe, así pues, se cree que la romana (Aldana, 1999; Badía, Pascual, 1991:11) que perduraría hasta el siglo X⁵, tendría cuatro puertas respondiendo a la estructura de los extremos del Cardo y el Decumanus, mientras que ese número se elevó a siete con la creación de las nuevas murallas islámicas en el siglo XI y hasta trece en las cristianas en el siglo XIV. El portal no sólo ejerce un cometido simbólico del poder civil, sino que conglo mera las funciones de cerramiento del lienzo de la muralla, aduana de mercancías y, la más importante para el tema que nos atañe, es concebida con clara intención militar de defensa.

Las torres y el portal de Quart representan una de las mejores obras de arquitectura e ingeniería de la ciudad medieval de Valencia. Erigido entre 1441 y 1470, responde no sólo a una realidad de apogeo político-económico por la que atravesaba el Reino, sino al despliegue urbanístico que se lleva a cabo, en el que se desarrollan numerosas indagaciones en el terreno de la ingeniería aplicado a la arquitectura.

Estructuras precedentes al Portal de Quart

Como se ha indicado, a la muralla cristiana le precedió la islámica mandada construir por Abd al-Aziz ibn Abi Amir (1021-1061) (Sanchis Guarner, 1999:51; Badía Capilla, Pascual Pacheco, 1991:11), cuyos restos hallados en las diferentes excavaciones arqueológicas nos permiten suponer que estaban realizadas con encofrados de mortero, y las torres que la protegían con mampostería trabada con mortero.

Según la propia descripción de Escolano (1610, 751):

El muro viejo que nos ha quedado a lienços desde aquellos tiempos, era de cal y canto, y tan firme que con haber pasado cerca de mil trescientos años, aun hoy día permanecen pedazos muy largos . . .

El perfil de la muralla estaba salpicado de torres que probablemente estuvieran conectadas por un

muro en menor altura que el de ésta. A lo largo de este cinturón defensivo se abrían siete puertas, entre la que se encontraría la de Alcántara, que vendría a ser la homónima a la de Quart (Cruilles, 1876:294) en la futura muralla cristiana.

De éstas, las del Puente, la Boatella y la Hoja, poseían una estructura similar a la que posteriormente mantendría tanto el Portal de Serranos (se aprecia en la Figura 4) y el Portal Nuevo (que se comienza a construir en 1398) como el Portal de Quart, es decir, dos torres flanqueando un vano, en estos casos, continuado por un puente probablemente de madera. Dicha disposición no se abandona en tierras sarracenas, como muestra la Puerta de las Conquistas, en el Cairo, (Fig.5) cuya estructura es idéntica a los portales mencionados. Su función defensiva (cuenta con aspilleras y ranuras para vertidos) perteneciente a la fortificación, se conjuga con el cuerpo central decorado, como sucede en sus homólogas.

Dicho sistema de puerta flanqueada por dos torres (Torres Balbás, 1985:635) se mantendrá también en la arquitectura islámica, quedando ejemplos como la Puerta de los Pozos o de los Siete Suelos, *Bab al-gudur* (llamada «de las Albercas» por Torres Balbás), levantada en el siglo XIV en la muralla de la Alhambra. Así pues, quizá además del bagaje y conocimiento de la arquitectura romana antigua,⁶ el contacto y conocimiento de primera mano de esta clase de ingresos en la muralla, inspirara la creación de los futuros portales cristianos.

Tras la conquista de la ciudad en 1238 (cuya descripción pormenorizada por el propio rey Jaime I en su *Crónica o Llibre del feits* nos ofrece en diversos



Figura 5
Puerta Bab al Futuh, El Cairo, 1087

pasajes detalles sobre los muros) se mantuvieron las murallas musulmanas, aunque se realizaron diversas intervenciones en las puertas que la horadaban, cerrando alguna y abriendo otras nuevas como la *Nova*, y que comunicaban los barrios que iban creciendo en las afueras con el interior de la medina ;éste precisamente será uno de los factores determinantes para la creación del nuevo cinturón urbano (Rodrigo Pertegás, 1923:301)

Por lo que respecta a la de Alcántara y siguiendo las anotaciones de Escolano, recogidas también por Torres Balbás (1985, 631) y Pertegás (1923, 317) podríamos imaginarnos que el antiguo portal respondería a una tipología común en las puertas islámicas, a saber, una torre cúbica adosada a la muralla con la parte inferior abierta en un costado. Dicha morfología se verá, si no repetida sí emulada en la futura configuración urbanística del primitivo portal de Quart.

GÉNESIS, DESARROLLO E INFLUENCIAS DEL PORTAL DE QUART

Tal como hemos señalado unas líneas más arriba, en las décadas centrales del siglo XIV, la ciudad de Valencia se encuentra en una coyuntura que le hace plantearse seriamente, sin dilatar más en el tiempo, la ampliación de las murallas islámicas que la rodean. Por un lado, la persistente amenaza bélica a manos de Pedro el Cruel de Castilla y el Islam; por otro, los incesantes aumentos de población que se concentra cada vez más en los arrabales de la muralla y que se pueden ver en textos cercanos en el tiempo como *Crónica*, del padre Pere Antoni Beuter, quien escribe:

... per on s'és venguda a poblar tant per los entorns en los ravals, que fón necessari haver de fer altra muralla que compregués tota la població. I de fet se alçà i acabà l'any del Senyor 1356 ...⁷

Por último, los incesantes desbordamientos del río, que adquieren un cariz preocupante, hasta el punto que incluso el rey escribe a los Jurados de la ciudad para expresar sus condolencias y apoyo, como sucediera con la inundación del 28 de septiembre de 1328 (Simó, 1997:101)

Por estos motivos, las obras de la nueva muralla se comenzaron el 1356 a cargo del mestre pedrapiquer



Figura 6

Construcción de las murallas de Valencia Xilografía de la Primera parte de la *Crónica General de Toda España y especialmente del Reyno de Valencia* de Pere Antoni Beuter, 1546

(maestro de canteros) Guillem Nebot, y los gastos los sufragó el Consell General (Melió, 1991:52), dándose por finalizada en 1370. Aunque tardía en cronología, la obra de Beuter (fig 6) muestra esa incesante actividad y nos sitúa gráficamente en ella, dónde podemos distinguir una parte de lienzo trabajándose con encofrados; no en vano, para su construcción se empleó tierra apisonada mezclada con cal y cantos rodados, composición que puede apreciarse en los restos adosados a los dos únicos portales que aún quedan en pie, los de Serranos y el que nos ocupa, el de Quart.

En su totalidad eran trece, cuatro de los cuales tenían a gala ser puertas mayores o grans; Puerta de Serranos, de la Mar, de San Vicente y Quart. Y, los portales chicos: portal dels Blanquers; del Coixo o Setze Claus; dels Inocents o de Torrent; dels Jueus o Santa Caterina; del Real; de Russafa; de Santa Creu o Nou; dels Tintorers o de la Corona, y por último, el portal de la Trinitat.⁸

Entre estas puertas que salpicaban la muralla, se encontraría la que fuese sustituida por el futuro Portal de Quart, que recibía su nombre por abrir el camino al cercano pueblo de Quart⁹ de Poblet *distante una legua de Valencia* (Esclapés, 1738: 39) y que a su vez es nombrado de ese modo, por pertenecer a la jurisdicción del monasterio de Poblet. Esta nomenclatura se pone de manifiesto en la documentación, como por ejemplo en un escrito de 1433, en el que se pagan seis sueldos a Miquel Fries *por trasportar una carga de ladrillos desde las torres dels Serrans al portal del camino de Quart*..(Cárcel Ortí, 1992:503)

Como hemos indicado antes, suponemos que su primitiva configuración seguiría el esquema de torre cúbica adosada al lienzo, descripción que coincide someramente con la realizada por Carreres Zacarés (1943, 46) quien además indica que poseía almenas. Suponemos además que contaría con un puente, puesto que en julio de 1406 el sotsobrer pagó a Joan Eiximeniç *por transportar diez vigas desde el portal de la Trinitat hasta los puentes de los portales dels Tints y de Quart, para repararlos* y en 1409, quedan registrados los gastos por *pulir la obra del puente del portal de Quart* (Cárcel Ortí, 1992:371)

El portal aparece citado como tal en la documentación, ya en febrero de 1400, con motivo del pago por parte del Sotsobrer a los peajeros de los portales de la ciudad, entre los que se encuentra nombrado el de Quart (Cárcel Ortí, 1992:285)

Teniendo en cuenta que el Portal que conocemos actualmente se comenzó en 1441, es lícito pensar que se refiere a un primitivo portal situado en el mismo emplazamiento que el actual (y al que se le conocía con la misma denominación que será la que conserve hasta nuestros días) y que finalmente, será derruido como una parte más del plan urbanístico ordenado por Pedro IV para completar la nueva muralla cristiana y con ella los nuevos accesos. Iconográficamente, podemos imaginar la escena como reproduce la figura 7, donde el rey supervisa las obras de una robusta torre con todo un lienzo de fuerte muralla (a juzgar por el material evocado) rodeándoles y dónde no se escatima detalle en representar diferentes oficios, herramientas, materiales y andamios, lo que traduce en una gran inversión econó-



Figura 7
Suma de todas las Crónicas del mundo, Supplementum Chronicarum, Venecia, 1490

mica que se espera de un resultado tan imponente como la actividad

Tras haberse realizado ya otros portales como el de Serranos o el Portal Nuevo, comienzan las obras en algún momento de 1441 con Tomás Oller, notario y sotsobrer, a la cabeza (elegido el 14 de enero del mismo año¹⁰) a cargo de la Sotsobrería de Murs i Valls, quienes le consignan mil florines anuales hasta 1469 en que se finalizan. Gracias a un documento proporcionado por Carboneres (1873, 2) contamos con dicha información ya que, dada la pérdida de los libros de la Fábrica y la Sotsobrería de Murs i Valls correspondientes a los años 1441 y 1442, se carecía de noticias exactas sobre su génesis, por lo que los diversos autores erraron en fecharlas en 1444 a tenor de una lápida escrita que se encontraba incrustada en las mismas torres y que reproduce Cruilles (1876,297) en su obra. Así pues, y coincidiendo con el comienzo del ejercicio económico anual, dicha nota manuscrita en el seis de marzo de 1442, es un aumento de asignación de dinero para las obras que en dicho momento ya llevaban unos meses en marcha, y dada la magnitud y experiencia, Tomás Oller se ve en la obligación de reclamar otros mil florines más anuales.

Debemos suponer que en 1441 se derriba el antiguo portalón de Quart del que probablemente se aprovechen materiales quizá para su inmediata cimentación, la cual suponemos que es continua, esto es, que cubra la totalidad de superficie de apoyo del edificio ininterrumpidamente. Podemos desprender esta información de la susodicha nota¹¹ por lo que imaginamos que las obras de demolición y levantamiento irían ejecutándose parejamente. Por lo que a



Figura 8
 Construcción de la torre del Beverello del CastelNuovo. Miniatura del código *De Majestate de Iunio Maio*. Bibliothèque Nationale de France. Paris)

la cimentación respecta, en este caso además, adquiere una forma de talud aumentando en superficie conforme va profundizándose en el terreno, lo que nos asegura una estabilidad perfecta.

La correcta ejecución de los cimientos nos asegura una superficie uniforme, lo cual resulta imprescindible teniendo en cuenta que los muros van a constituir una prolongación de este cuerpo. La figura 8 deja de manifiesto dicha preocupación ya que, toma gran relevancia escenográfica la cimentación de las torres de Castelnuovo, cuya configuración es idéntica a las del portal de Quart.

No es de extrañar que las torres siguieran un proceso semejante a las de sus vecinas Serranos, puesto que es un modo de proceder bastante habitual en la Edad Media y que existe una diferencia cronológica entre ambas de unos cincuenta años.

Cabe suponer que la ejecución de esta base se llevó a cabo entre 1441 y 1443, puesto que en un documento del sotsobrer de 9 de marzo (Carreres Zacarés, 1943:48) de dicho año, consta trabajando como maestro mayor Jaime Gallén quien, junto con su hijo y Andrés de Montoro, se encargan de diversas reparaciones, a la vez que figura la compra de madera para *les tapieres del alambors*, lo que nos fija la señal en el proceso de alzamiento.



Figura 9
Castelnuovo de Nápoles, siglo XIV

Todo esto descansaría sobre una solera de canto mucho más basta, de suma importancia constructiva y estructural puesto que aseguraba de manera uniforme la repartición de las cargas mediante una gran superficie de apoyo siguiendo las pautas que más tarde Alberti recomendaría en la construcción de este elemento. Esta cimentación se remata con una gran moldura de piedra que corona estos elementos y aporta una buena superficie de apoyo para arrancar los muros.

Sería lícito pensar que el hueco central dispuesto entre las dos torres se rellenó con el mismo método; esto es, tongadas de mampuesto, gravas y mortero de cal todo bien apisonado y compactado. Este relleno central correspondería a la cimentación del portal propiamente dicho.

La figura de la Puerta de Rodas muestra esos trabajos en la parte central, a la vez que ejecutan labores de mantenimiento en las torres y lienzos contiguos. La imagen nos vuelve a mostrar cómo se simultanean distintas labores constructivas de mayor y menor envergadura, plasmando los distintos apuntes que testimonia la documentación y cuyo resultado aún se mantiene en pie.

Volviendo al Portal de Quart, llegamos a 1444, y entre el 29 de abril y el 25 de mayo se comienza a acomodar el portal para las obras de levantamiento por la parte de intramuros del mismo, que queda constituido por un arco de medio punto y una bóveda realizados con obra de fábrica de piedra.

Una característica tanto del portal de Serranos como de Quart, es que no son torres cerradas, hecho que se ve salpicado a lo largo y ancho del reino, como se puede observar hoy día en la torre del castillo de Buñol, sitio muy relacionado con la Corona.

En torno a 1452 se realiza la bóveda en la planta primera de Quart, una verdadera joya que demues-



Figura 10
Fortificación de la ciudad de Rodas, *Gestorum Rhodie obsidionis commentarii*, 1475. Bibliothèque nationale de France

tra el gran dominio de la geometría y del trabajo del corte de la piedra que tenía el maestro Baldomar. Para comprender vagamente los medios e infraestructura de que disponían en la época para trabajar, nos podemos valer de anotaciones como la del sotsobrer el 26 de agosto de 1458, en donde *entrega diecisiete sueldos y seis dineros por construir de*



Figura 11
Puerta del Palacio del Gran maestre de los caballeros de Rodas. Rodas, siglo XIV



Figura 12
Torre del homenaje del Castillo de Buñol, siglo XIV

nuevo la escalera de madera que servía para subir los pertrechos a las torres del portal de Quart.. (Cárcel Ortí, 1992:595)

A partir de aquí, vemos una lenta evolución ya que en 1460 se ejecuta la cubierta y el almenado de la parte superior de las torres, y, debemos esperar a 1468 a Pere Compte para continuar las obras, hasta que deba irse a dirigir las obras del Portal Nou, lo que indica que el de Quart ya no absorbía ni requería tanta atención.

Finalmente, y tras haberse sustituido las puertas de madera el día de San Sebastián de 1490 (Leixidor, [1767], 1895:154), el 3 de abril de 1493, se dan por finalizadas las obras tras unos trabajos de mantenimiento acordados por los miembros de la Obra de Murs i valls.

No obstante, pese a terminar ejecutándose de manera menos espectacular en presupuesto y rapidez que cuando se comenzaron, hay que advertir que dejaron su impronta los mejores profesionales de la construcción de la Valencia del momento, y no sería atrevido afirmar que de la Península, puesto que trabajan en el portal maestros de la ta-



Figura 13
Portal de Quart

lla de Pere Compte, maestro cantero cuyos trabajos se colocan a la vanguardia de la mejor arquitectura del siglo XV europeo con obras como la Lonja de los Mercaderes de Valencia (Patrimonio de la Humanidad) o Baldomar, quien sentará cátedra con espectaculares bóvedas como la realizada aquí, derroche de sabiduría de la estereotomía y que valdría de ensayo para la que realizara en el convento de Santo Domingo, considerada como toda una proeza a la sazón de la arquitectura europea de la época. (Zaragoza, 2000)

Así pues, si técnica y arquitectónicamente son referente en el final de la edad media, a nivel compositivo pertenecen a una tipología de entrada majestuosa flanqueada por torres, dónde se conjuga la robustez de la defensa militar y la delicadeza del cuerpo central como tarjeta de visita; encontramos ejemplos en la Península (como la Puerta de la Bisagra en Toledo) y fuera de ella, y a lo largo de la cronología, todos intentando encontrar el equilibrio que es lo que le otorga a Quart esa templanza atemporal.

CONCLUSIÓN

El Portal de Quart es una de las mejores obras de arquitectura e ingeniería bajo medieval que sobreviven en la ciudad de Valencia, testimonio de los conoci-

mientos técnicos de los artífices de la misma, y una de las obras más bellas.

Nos hemos aproximado someramente al mundo de la iconografía para ver que, conjugada con la documentación y las obras que se mantienen en pie, puede ser entendida como fuente de primer orden. El presente trabajo supone la introducción a próximos estudios donde se profundizará más en la investigación de las representaciones de las facetas constructivas en los elementos defensivos y definatorios urbanísticos en la edad media.

Empleando el Portal de Quart como leit motiv, hemos visto cómo las manifestaciones artísticas de estructuras similares, nos pueden ayudar a comprender su historia.

NOTAS

1. Eiximenis, ed. Albert Hauf, 188
2. Ibidem, pg 187
3. Ibidem
4. Lop, J: *De la Institucio Govern Politic i Juidic, Observances, Costums, Rentes y Obligacions de les Il·lustres fabriques vella, dita de Murs e Valls, i Nova, dita del Riu, de la insigne, lleal i coronada ciutat de València, f.2*
5. A tenor de lo indicado por Badia Capilla y Pascual Pacheco, 1991:11, según la descripción en el siglo X por el geógrafo al-Razi
6. Serra Desfilis describe el tipo arquitectónico del Portal de Quart basado en la *porta castrorum* de época imperial y en los arcos de triunfo. (Serra Desfilis, 1993: 192), que responden al esquema de vano arqueado entre dos torres.
7. Edició Enric Iborra, 275
8. Esta jerarquía ya se ve reflejada en documentos como el de 19 de mayo de 1494 en que *el Consell provee que se cierran todos los portales de la muralla, excepto los cuatro principales dels Serrans, Quart, Sant Vicent y Reial*. (Cárcel Ortí, 1992: 616)
9. Según Boix (Boix, 1863: 138) el nombre Quarte, tiene su raíz latina en “quator”, lo que significa “a cuatro millas de la capital”. En cambio, para el citado Cruilles (1876:296) su etimología latina viene de “quartum”, por la señal romana que en el había.
10. Carreres Zacarés, 1943:47
11. *...lo portal vell que era en lo loch on de present se fu lo dit portal encara gran part del dit mur es enderrocat per causa de la dita obra ...*

LISTA DE REFERENCIAS

- Aldana Fernández, Salvador. 1999. *Valencia. La ciudad amurallada*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Arciniega García, Luis. 1999. Defensas a la antigua y a la moderna en el Reino de Valencia durante el siglo XVI. *Espacio, tiempo y forma. Revista de la Facultad de Geografía e Historia. Serie VII*. Madrid: UNED
- Badia Capilla, Ángeles; Pascual Pacheco, Josefa. 1991. Las murallas árabes de Valencia. *Quaderns de difusió arqueològica 2*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.
- Beuter, Pere Antoni [1544] 1982. *Crònica*. Ed. Enric Iborra. Valencia: Institució “Alfons el Magnànim”. Diputació Provincial de València.
- Boix, Vicente. [1863] 1979. *Valencia històrica y topogràfica*. Valencia: Imprenta de J. Rius, Editor. (facs. Ed. París-Valencia)
- Cairns, Conrad. [1987] 1999. *Los castillos medievales*. Madrid: Editorial Akal.
- Cámara Muñoz, Alicia. 1989. Città e difesa dei regni peninsulari nella Spagna Imperiale (secoli XVI-XVII). En *Le città e le mura*. Roma: Editori Laterza
- Carboneres, Manuel. 1873. *Nomenclator de las puertas, calles y plazas de Valencia*. Valencia: Imprenta del Avisador Valenciano a cargo de José Peidrò
- Cárcel Ortí, M. Milagros. 1992. *Vida y urbanismo en la Valencia del siglo XV. Regesta documental*. Num.6 Miscel·lania de textos Medievals. Barcelona: CSIC
- Carreres Zacarés, Salvador. 1943. El Portal de Cuarte. *Anales del Centro de Cultura Valenciana*. Valencia: Imprenta Hijo de F.Vives Mora.
- Cruilles, Marqués de. [1876] 1979. *Guía urbana de Valencia antigua y moderna. Tomo II*. Valencia: Imprenta de José Rius (facs, Ed. París-Valencia)
- De Seta, Cesare. 2000. Nápoles en tiempos de la Corona de Aragón: entre utopía y renovatio. En *Una arquitectura gòtica mediterrànea. Vol. II*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Eiximenis, Francesc. [1384-1385] 1983. *Lo Crestià* Ed. Albert Hauf. Barcelona: Edicions 62.
- Esclapés, Pasqual. [1738] 2004. *Resumen historial, de la fundación i antigüedad de la ciudad de Valencia*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.
- Escolano, Gaspar. [1610] 1972. *Década Primera de la historia de Valencia. Libros III y IV* Valencia: Universidad de Valencia.
- Falomir Faus, Miguel. 1996. *Arte en Valencia, 1472-1522*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Llop, Joseph. 1674-1675. *Observancies, costums, rentes y obligacions dels oficials de les il·lustres fabriques vella, dita de Murs e Valls i nova, dita del Riu, de la insigne, lleal i coronada ciutat de Valencia*. Valencia.
- Melió Uribe, Vicente. 1991. *La “Junta de Murs i Valls”*. Valencia: Generalitat Valenciana.

- Rodrigo Pertegás, José. 1923. La urbe valenciana en el siglo XIV. *III Congreso de Historia de la Corona de Aragón*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.
- Sanchis Guarner, Manuel. 1999. *La ciudad de Valencia. Síntesis de Historia y de Geografía urbana*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.
- Simó Santonja, Vicent Lluís. 1997. *Les Corts valencianes 1240-1645*. Valencia: Corts Valencianes
- Teixidor, Fr. Josef. [1767] 1895. *Antigüedades de Valencia*. Valencia: Imprenta de Francisco Vives Mora (facs. Ed. París-Valencia)
- Torres Balbás, Leopoldo. [1971] 1985. *Ciudades hispano-musulmanas*. 2ªed. Madrid: Instituto hispano-árabe de cultura,
- Tzonis, Alexander; Lefaivre, Liane. 1989. *Il bastione come mentalità*. En *Le città e le mura*. Roma: Editori Laterza
- Vila, Soledad. 1984. *La ciudad de Eiximenis: un proyecto técnico de urbanismo en el siglo XIV*. Valencia: Diputación Provincial de Valencia.
- Vitruvio, Marco Lucio. [1486, ed. Princeps] 1997. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Barcelona: Editorial Iberia.
- Zaragoza Catalá, Arturo. 1993 El arte del corte de piedras en la arquitectura valenciana del cuatrocientos. Francesch Baldomar y el inicio de la estereotomía moderna. *Primer Congreso de Historia del Arte Valenciano*

Adelantos investigaciones sobre proyecto de estudio comparativo sobre los Sistemas Defensivos de Puerto Rico y Cuba siglo XIX

Milagros Flores Román

El Proyecto de Inventario Monumental de ICOFORT¹ sobre Fortificaciones y Patrimonio Militar tiene dentro de sus objetivos; la identificación de sistemas defensivos, estado de conservación, sustentabilidad, turismo, museos militares, archivos y bibliotecas militares, gobernabilidad, y declaratorias nacionales e internacionales. Incluye también, recopilación de datos tipológicos de todas las épocas, con especial interés aquellos que pertenecientes a las épocas antiguas «época precolombina en el caso de la región de América», y también pertenecientes a los siglos XIX y XX. De igual manera, busca documentar los efectos de Cambio Climático ya sea sobre estructuras, paisaje, impacto social/cultural en fortificaciones y patrimonio militar con el propósito de una mayor comprensión, identificación del nivel de impacto, y posibles medidas de mitigación sobre pérdidas y daños.

INTRODUCCIÓN

España, luego del descubrimiento, conquista y colonización de sus nuevas posesiones en ultramar, ante las constantemente amenazadas sobre sus nuevos territorios por parte de piratas y corsarios bajo orden de sus enemigos europeos, para finales del siglo XVI, no le quedará otra opción que la de recurrir a la fortificación de sus puertos de mayor importancia ante la ineficacia de las primeras defensas. Estas eran en su mayoría pequeñas fortalezas o casas fuertes, y torres

almenadas, de rápida fabrica y con estrechez de materiales y mano de obra.

Por lo que la evolución de las primeras defensas de los puertos españoles del Caribe son el resultado del plan de acción político y administrativo de España en sus territorios ultramarinos ante la necesidad de la retención de este vasto territorio, lo que se constituyó como el Primer Plan Defensivo del Caribe.² Plan que abarcaba fortificar los puertos importantes de: San Juan de Puerto Rico, La Habana, Cartagena de Indias, Nombre de Dios, Santo Domingo, Panamá, y La Florida.

A partir del siglo XVI y a lo largo de los siglos XVII y XVIII, sus obras defensivas irán evolucionando en reacción a los ataques de que serán objeto y conforme se vayan aplicando los avances en la tecnología armamentista. Cada agresión pondrá en manifiesto las fallas defensivas de estas respectivas plazas, por lo que, le seguirán obras de mejoras a las defensas en previsión a futuros asaltos cuya posibilidad estaba siempre presente. Para finales del siglo XVIII, aquellas primitivas defensas de los principales puertos del Caribe habían evolucionado hasta transformarse en obras maestras de la arquitectura militar abaluartada.

Desde el siglo XVI hasta el ocaso del siglo XIX, Puerto Rico y Cuba, permanecieron bajo el dominio español durante casi cuatro siglos, hasta que irónicamente también se convirtieron en los dos últimos bastiones de España en América como resultado de la Guerra Hispanoamericana en el 1898.

SÍNTESIS DEL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DEFENSIVOS DE PUERTO RICO Y CUBA; SIGLOS XVI-XVIII

Siglo XVI

Luego del descubrimiento de la isla de Puerto Rico por el Almirante Cristóbal Colón en el 1493 como parte de su segundo viaje de exploración. Fue en el año 1510 que el rey Felipe II le otorga a Juan Ponce de León la gobernación de la isla de Puerto Rico. Este de inmediato comenzará a sacar provecho del oro existente en la misma³, y será bajo su mando cuando se inicie la construcción de una casa-fuerte en la villa de Caparra, convirtiéndose esta estructura en la primera obra permanente de carácter defensivo de la isla ya que el resto de las estructuras eran mayormente de madera con techado de paja. Según descripción del propio Juan Ponce de León era: «una casa mediana con un terrado e pretil e almenas, e su barrera delante de la puerta, e toda encalada de dentro e fuera, de altor de siete tapias de alto con el pretil e almenas»⁴. Entre sus múltiples funciones servía como casa de vivienda y fortín defensivo, a la vez que como centro de operaciones para la colonización de toda la isla.

Por razones tanto de salubridad, así como de seguridad de los colonos, la antigua Villa de Caparra será trasladada finalmente en el año 1521, a su nuevo y actual asentamiento, recibiendo el nuevo nombre de Ciudad de Puerto Rico. A partir de ese traslado, es que Puerto Rico comenzara a despertar una especial importancia debido a su ventajosa posición geográfica, las condiciones ventajosas de su puerto, de la abundancia de madera en sus alrededores para construir y reparar navíos, y de la tenía la cercanía de un río que facilitaba la comunicación con el interior.

Luego del traslado de Caparra a la isleta de San Juan, le siguió la construcción de la segunda Casa-fuerte de Juan Ponce de León, conocida como Casablanca. Fue iniciada su construcción en el año 1521, en compensación de la residencia tuvo que abandonar en Caparra⁵.

En el 1533 se dará comienzo a la construcción de la primera estructura con carácter defensivo permanente en el nuevo asentamiento, que recibirá el nombre de La Fuerza, quedando terminada en el 1540, y consistió en un pequeño fuerte cuadrangular con interior de sencillo trazado (Zapatero 1964, 282), contaba también con una torre del homenaje, desde la cual, según antiguas costumbres militares, el gobernador del Castillo hacia juramento, en algún momento crítico, de guardar

fidelidad y de luchar con valor. Dado que su misión principal era proteger el puerto, su muro principal que daba al mar fue construido de cantería, mientras que los restantes se hicieron de tapiería. Ambas defensas, tanto Casablanca como La Fuerza fueron severamente criticadas objetándose que no ofrecían valor defensivo alguno, debido a su errada colocación, pues desde ella solo se podían divisar los barcos enemigos, una vez estos habiendo penetrado en la bahía y siendo ya el peligro inminente.

Un año antes de terminada su construcción, se autorizó la construcción de un fuerte cuya función principal fuera la defensa del puerto, recibirá el nombre de Castillo San Felipe del Morro, quedando localizado en un promontorio situado a la entrada de la bahía, posición desde la cual le permitía no solamente divisar a gran distancia cualquier nave enemiga, sino también exponerla a durante largo tiempo al fuego de sus baterías en caso de algún intento de entrar en la bahía.

Hacia el año 1540, era el Morro «una pequeña plataforma para tres cañones, construida sobre una roca, en comunicación por unos escalones con un cubo o torreón abovedado de piedras y ladrillo» (Cabrillana 1967, 170), al que más tarde se le añadirían la batería del agua, y una torre abovedada.

Sera a partir del 1582, en que la gobernación de la isla de Puerto Rico pasa a manos de Diego Menéndez de Valdés como capitán general de Puerto Rico, que las defensas de la capital se convertirán en asunto de prioridad. El Morro como defensa principal del puerto, sera objeto de continuas reformas que harán de él, la más importante fortificación de los siglos XVI y XVII. Para el año 1582, consistía en «una plataforma al aire libre y a un nivel más bajo que el cubo, provista de un parapeto semicircular con cañoneras para seis cañones, montados sobre ruedas que apuntaban a todas las direcciones posibles en un ámbito de 180 grados. Además, se fabricó una casa para el lombardero y municiones, y una garita para la guardia» (Hostos 1983, 182). Pero a pesar de las reformas realizadas por el Diego Menéndez de Valdez, las obras hasta ahora construidas continuaban siendo de carácter asistemático, sin responder a un plan de defensa.

España ante la codicia por las naciones rivales de España; Inglaterra, Francia y Holanda de ocuparla motivan la orden del Rey Felipe II, de nombrar a dos expertos para diseñar el plan para la defensa del Caribe (Angulo 1942, 20), el Mariscal de Campo Juan

de Tejeda y el Ingeniero Militar Bautista Antonelli. En 1588, se autorizaban la fortificación de los puertos de Santa Marta, Cartagena, Nombre de Dios, Portobello, Rio de Chagres, Panamá, Santo Domingo, La Florida, La Habana y Puerto Rico. El plan quedo autorizado para su ejecución por Felipe II al considerarlo indispensable para la defensa y el gobierno de los territorios de España a través del Atlántico.

De los dos, Bautista Antonelli fue el responsable del diseño a las mejoras realizadas al fuerte del Morro cuyas modificaciones lo convertirán en un recinto abastionado, y se le atribuye el introducir la nueva tipología de fortificación abaluartada con el uso del hornabeque⁶ y la cortina en su nuevo diseño para el sistema de defensas de la ciudad de San Juan.

Para finales del siglo XVI, la isla será objeto de dos ataques ingleses; Sir Francis Drake (1595) y George Clifford Conde de Cumberland (1598). Ataques los cuales causaron daños considerables a las estructuras

existentes dándose lugar a su reconstrucción y mejoras entre los años 1599 y 1619, entre ellas; se le añadirá altura y refuerzo a la muralla del hornabeque del Fuerte del Morro y la nivelación de los terrenos del glacis del Morro desde donde Cumberland abrió brecha en el hornabeque. Así mismo las defensas del lado del frente de tierra del Isleta fueron expandidas y reparadas.

En el caso del Sistema Defensivo de la Isla de Cuba; al igual que las fortificaciones de San Juan de Puerto Rico, las fortificaciones de la ciudad de la Habana en Cuba, para finales del siglo XVI se sistematizaron al integrarse y formar parte del Primer Plan de Defensas del Caribe, cuyas trazas y construcción se deben al Ingeniero Bautista Antonelli.

La plaza fuerte de La Habana se inició en el 1558 y de manera similar al de la ciudad de San Juan de Puerto Rico, fue evolucionando hasta convertirse en un sistema defensivo para finales del siglo XVIII. El mismo pasara por dos etapas de transformación. La primera conforme



Figura 1

Plano de Puerto Rico. Por Francisco Ramón Méndez, 1783. (John Carter Brown Library. Eo783 /1 Ms.)



Figura 2
Plano de San Cristóbal de La Habana, 1739. (AGI. MP-Santo Domingo, 204)

a las mejoras que se implementan como parte del Primer Plan Defensivo ordenado por el rey Felipe II en 1586 y sobre el cual quedaron los diseños de las trazas a construirse encomendados al ingeniero militar Bautista Antonelli, junto con el maestre de campo Juan de Tejada apoyando la inspección de los puertos a fortificarse, conformándose así las construcciones de las principales defensas del puerto de La Habana consistían en el castillo de los Tres Reyes del Morro, protegiendo la costa este de la entrada de la bahía de La Habana. Y en la costa oeste el Castillo de San Salvador de la Punta finalizado, ambos finalizados en el 1593. Que, junto con el Castillo de la Fuerza, el amurallamiento de la ciudad culminado en el 1740, junto con las obras costeras del litoral de La Habana: el fuerte de Santa Dorotea de luna y el Fuerte de Santiago conformaban las principales defensas portuarias de la ciudad.

Siglo XVII

En el año 1625, la isla sufre una nueva devastación, bajo el mando del holandés Bowdewyn Hendrick-

szoon o Balduino Enrico⁷. El ataque una vez más hizo evidente que El Morro por sí solo era insuficiente para proteger a la ciudad de futuros ataques enemigos y que había una necesidad de erigir muros alrededor de la ciudad. Entre las mejoras que España se apresto a realizar; figuran al ver los estragos que había causado el ataque en toda la ciudad, se apresto a desarrollar un programa continuo para mejorar las fortificaciones de San Juan y las líneas exteriores circundantes de las defensas.

Entre las mejoras del siglo XVII al Sistema defensivo destacan; mejoras al El Fuerte San Juan de la Cruz, comúnmente conocido como El Cañuelo, desempeñó un papel activo durante el gran desafío del ataque holandés de 1625, cuya doble función consistía en dar apoyo de fuego cruzado al Morro y proteger la desembocadura del río Bayamón. Y el inicio de la construcción de las murallas de la ciudad que se iniciaran en el 1631, terminándose el cerco amurallado de la ciudad en el siglo XVIII.

Mientras, que, en la ciudad de La Habana, el amurallamiento de la ciudad se inició con mayor antelación, en el 1603, por el ingeniero militar Cristóbal de

Roda, inicialmente realizado con troncos de árboles. Más tarde en 1674, se comenzaron las obras permanentes de las murallas las cuales se extendieron hasta el 1797. Pero, de manera semejante a San Juan, debido a la presión del crecimiento poblacional, su demolición paulatina se comenzó en el 1863.

Siglo XVIII

El siglo dieciocho se constituirá como la época de esplendor de las fortificaciones del Caribe. Cerrará la ciudad de San Juan el siglo XVIII con un imponente paisaje fortificado en el cual destacará un impresionante cerco de murallas entrelazadas con los Castillos de San Felipe del Morro y Castillo de San Cristóbal, junto con una cadena de fortines, baterías, baluartes, semi-baluartes, revellines, polvorines, líneas defensivas, túneles, y obras exteriores de variada tipología. Como resultado de la labor conjunta de ingenieros militares y maestros de fortificación entre los cuales destacan el mariscal de campo Alejandro O'Reilly y de los ingenieros Tomas O'Daly y Francisco Mestre, entre otros, fueron los responsables de la transformación de la ciudad en una imponente plaza fortificada de primer orden.

Por un lado, la ascensión en 1701 de la rama de los Borbones franceses al trono español condujo a unos importantes realineamientos políticos entre los poderes europeos siendo el más notable la alianza entre España y Francia mediante la firma del Tratado

de San Idelfonso en 1796⁸, dando lugar a la nueva política del Reformismo Ilustrado Español de Carlos III quien sostuviera que las defensas del Caribe debían ser fortalecidas y modernizadas, y que San Juan de debía convertir en una «defensa de primer orden». Junto a eso, los sucesos de la toma de La Habana y de Manila en 1762 por los británicos, provocaron que el rey Carlos III pusiera en práctica su plan de reformas defensivas.

En 1766 se iniciaron los trabajos en el Morro. Consistiendo en parapetar la cortina que mira hacia el mar con muros de mayor espesor; colocar garitas de piedra en los salientes, y subir el nivel del bastión de Mercado. La torre se agrandó formándose el bastión de Santa Bárbara, construyéndose sobre el mismo una impresionante escarpa de gran altura hasta el nivel del hornabeque. Esta escarpa servía no solamente de protección al hornabeque, sino que también alberga a otro nivel de casamatas con techos de bóvedas a prueba de bombas que a su vez proveían sobre ellos un ancho terraplén desde donde maniobrar con facilidad en caso de ataque. Los flancos del hornabeque fueron rediseñados para hacer más espacio en los bastiones. Se ensancharon los parapetos y se instalaron troneras para el doble número de cañones. Se construyó una batería a lo largo de la cresta del barranco situado en el centro del fuerte; se sustituyó el antiguo puente levadizo por uno de arcos de piedra, y dotó al castillo de un aljibe con capacidad para abastecer de agua a la guarnición durante un año. Las obras duraron diez años, y ya para 1776 el castillo de San Felipe del Morro había quedado este totalmente transformado, en su aspecto actual abaluartado.

Pero la magna obra del siglo XVII en San Juan lo será las mejoras efectuadas al Castillo de San Cristóbal el cual estaba localizado en la parte más elevada de la escarpada costa norte del frente de tierra del Isleta y más cercana al caserío de la ciudad. Estas consistirían en; dotarlo de sus obras exteriores, es decir, los revellines de San Carlos y del Príncipe y la batería de la Trinidad. Un puente de piedra conectaba el castillo con el revellín de San Carlos, y una serie de redientes enlazaban este último con el del Príncipe y con la costa. A su vez, en la parte más oriental del sitio, tres pequeños fuertes: Santa Teresa, la Princesa y el Abanico, protegían a la ciudadela del fuego directo, sirviendo igualmente como puestos de avanzada de cara a un ataque por tierra.



Figura 3
Toma de La Habana por los ingleses en 1762. (National Maritime Museum)



Figura 4
Exvoto del Sitio de San Juan por los ingleses, 1797. Arzobispado de Puerto Rico

Tres líneas defensivas servían de apoyo a las obras exteriores del Castillo San Cristóbal: la primera a todo lo largo de la costa este del Isleta, desde la punta del Es cambrón en el norte, hasta los manglares del Caño de San Antonio en el sur; la segunda, atravesando la isleta, más o menos a la mitad de la distancia comprendida entre la primera línea y la ciudad; y la tercera reforzando las obras exteriores. Fue terminado en el 1772 por el ingeniero militar Thomas O'Daly logrando convertirlo de antiguo reducto a un castillo diseñado principalmente para la defensa del frente de tierra del Isleta de la ciudad. Teniendo a su vez la función secundaria de defensa de la costa norte y con ello proveer apoyo al Castillo del Morro cuya función era la defensa de la entrada del puerto.

En este estado se encontraban las defensas de San Juan en 1797, cuando la plaza sufrió uno de sus peores ataques: una poderosa escuadra inglesa, dirigida por el almirante Henry Harvey y el general Ralph Abercromby, bloqueó el puerto e intentó tomar la ciudad por la fuerza.

Las renovadas defensas de la plaza pasaron la dura prueba, y el pabellón español continuó flotando sobre los castillos de San Juan durante el siguiente siglo.

La victoria de las defensas de San Juan ante el ataque inglés del 1797 estableció un precedente de gran influencia en la consideración de futuros ataques a la isla por parte de potencias enemigas de España. El

histórico evento pasara a la historia como el último ataque inglés al Caribe español.

La ciudad de La Habana fue la protagonista del ataque inglés del 1762 y a consecuencia de ello la toma de la ciudad por los Ingleses. Fue el evento que encamino la transformación de las antiguas defensas del Caribe en obras modernas abaluartadas. España retomo posesión de la Habana en el 1763, y de inmediato ordeno la construcción de nuevas fortificaciones de avanzada, similar al Castillo de San Cristóbal en la Ciudad de San Juan cuyas obras exteriores responden a la estrategia de defensa en profundidad con el objetivo de retardar la avanzada del enemigo hacia la toma de la plaza. Destacaran en esta segunda etapa de reforma militar la construcción de la Fortaleza de San Carlos de la Cabaña, terminada en el 1774, obras maestras de los ingenieros Silvestre Abarca y Agustín Crame. Se une la construcción del Castillo Santo Domingo de Atares terminado en 1767, el Castillo del Príncipe terminado en el 1780, y el homabique de San Diego, 1779, junto con la batería costera de Santa Clara. Ello en combinación con otras fortificaciones como el sistema de torreones costeros de la Habana, las murallas de La Habana.

Será durante los siglos XVI y mediados del XVII, el que una de las máximas en el arte de la fortificación; su adaptación al terreno, se implementara en las colonias españolas de ultramar. Estas máximas llegan al Caribe por medio de la figura de Bautista Antonelli, quien, a su vez, adquirió la experiencia durante sus años de formación bajo la tutela de su hermano Juan Bautista Antonelli, y de Vespasiano Gonzaga, ambos destacados ingenieros militares italianos al servicio de la corona española, prevaleciendo en el Caribe la fortificación de carácter irregular. Ejemplo de ello lo serán el Castillo de San Felipe del Morro de San Juan de Puerto Rico, cuyos cinco niveles se irán adaptando a la topografía del promontorio donde se halla enclavado. Igualmente lo vemos en los respectivos morros de la Habana en su Castillos de los Tres Reyes, y en el morro de Santiago de Cuba, Castillo San Pedro de la Roca.

SÍNTESIS DEL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DEFENSIVOS DE PUERTO RICO Y CUBA; SIGLO XIX

Las defensas de la ciudad de San Juan durante el siglo XIX, en contraste con el siglo anterior en que San



Figura 5
Castillo Los Tres Reyes del Morro, La Habana, Cuba. (Fotografía cortesía de la autora)



Figura 6
Maqueta Castillo de Atares, La Habana, Cuba. (Fotografía cortesía de la autora)

Juan era una ciudad totalmente amurallada que evolucionó de ser un presidio militar a una plaza inexpugnable. Pasaran el umbral del nuevo siglo en un estado de abandono que perdurara durante toda la centuria. Un limitado mantenimiento de las obras, junto con escasez de reparaciones, marcarán el ritmo de actividad. Las mejoras que se realizaran se caracterizaran por limitarse a lo mínimo y bajo estricto carácter necesario.

Otro importante aspecto resalta en el siglo XIX, lo es el que la sociedad de San Juan había cambiado, exigía de otros servicios y mejores condiciones de vida como por ejemplo la expansión de los ejidos de la ciudad y con ellos mejorar las condiciones de hacimientos a lo cual eran sometidos por los muros que encerraban el caserío y no permitían su expansión. La ciudad vio cumplidos sus deseos con la *Real Orden Rey Don Alfonso XII Autorizando para la demolición de la muralla. 5 de julio de 1883 (Flores 2009,61)*,⁹ aunque tardaría unos cuantos años en verse, una brecha a la expansión de la ciudad se abriría 14 años más tarde con el derribo de la Puerta de Tierra y sección murallas en el 1897.

La actividad que se ejercerá sobre el sistema defensivo de San Juan durante la segunda mitad del Siglo XIX, consistirán fundamentalmente en la elaboración de numerosos estudios y propuestas de obras presentadas a las autoridades españolas, precisamente, con el fin de actualizar el estado general de falta de acondicionamiento y abandono de las obras defensivas, asunto sobre el cual serán numerosas las quejas de parte de los gobernadores de la isla hacia la metrópoli con el objetivo de mejorar o por lo menos remediar ese estado. Se imponía el hecho de que mientras avanzaba el siglo, estas estructuras se torna-

ban arcaicas frente a la avanzada tecnología de combate de las potencias antagónicas. Las piezas de artillería de las fortificaciones se volvían obsoletas quedando en desventaja ese modo de defensa para la isla, en conclusión; la plaza militar de San Juan no se hallaba en condición favorable para ofrecer una defensa eficaz en caso de algún ataque enemigo ya fuera por tierra o por mar, condición que perdurara hasta el ocaso de la colonia.

El valor militar de Puerto Rico, el cual se había mantenido como eje de toda actividad propulsora en



Figura 7
Vista desde el Castillo del Príncipe hacia la entrada de la Bahía, La Habana, Cuba. Obsérvese el Castillo de Los Tres Santos Reyes al fondo. (Fotografía cortesía de la autora)

la isla hasta el siglo XVIII dará otro giro durante los comienzos del siglo XIX. En su estudio sobre la Arquitectura de San Juan de Puerto Rico durante el siglo XIX, la historiadora Castro concluye que el siglo XIX, la ciudad de San Juan añade a su condición de plaza fuerte la de urbe civil (Castro 1980, 134).

Iniciará la nueva centuria con la crisis de la Corona española al ser invadida la península por las tropas de Napoleón Bonaparte, que a su vez provoca aires de movimientos revolucionarios y eventual la independencia de las antiguas posesiones continentales españolas en América marcado con la derrota de Ayacucho en 1824 y posterior declaración en 1825 de Independencia de las Repúblicas Hispánicas. Convirtiéndose Cuba y Puerto Rico en los últimos dos reductos de España en territorio americano. A partir de entonces da inicio un nuevo periodo en la historia de la Isla, al su valor estratégico volver a ser foco de atención ante el interés de la corona de querer retener el poderío de la isla de Puerto Rico como uno de sus dos últimos reductos de ultramar. La Isla asumirá servirá a lo largo del siglo como base desde la cual controlar los frentes revolucionarios tanto en la región del Caribe como hacia tierra firme.

Ya para la mitad del siglo XIX, los aires de inestabilidad política provocado por continuos incidentes mantendrán a las autoridades en continuo estado de alerta entre estos; revueltas de esclavos en las haciendas, insurrección de la comunidad tanto civil como militar, noticias de expediciones filibusteras contra la isla, serán algunos de los varios factores influenciarán en las Reformas al Sistema Defensivo de la Isla a partir de la segunda mitad del siglo XIX y que prevalecerán hasta finales de siglo en el año 1898, con el cese de la dominación española en la isla. Sucediéndose entonces la propuesta de un Plan de Reformas a las Defensas de la isla, que servirá para marcar la pauta en reconocer oficialmente en adelante las deficiencias que a dolían a las fortificaciones de la ciudad.

Aparecerán los primeros Planes de Reforma a los sistemas defensivos de Puerto Rico, como por ejemplo la propuesta por el Capitán General de la Isla y Gobernador Don Sabino Gamir y Maladeñ. Este primer plan, iniciara la reevaluación sobre la efectividad del sistema defensivo existente, se introduce la idea de considerar otros puertos menores en la isla tanto costeros, así como pueblos del centro montañoso de la isla localizados en la Cordillera Central de

Puerto Rico¹⁰. Aspecto que resulta significativo a la futura conceptualización de las defensas de la isla durante el siglo XIX. Las defensas de la Isla de Puerto Rico, a lo largo de tres primeros siglos de dominación española se habían concentrado mayormente en el Isleta de San Juan, y de manera no sistematizada, algunas modestas baterías, se comenzaran a construir en el litoral de la Isla. Ejemplo de ello lo son destacados planes de reforma en los cuales se proponen obras defensivas en la contra costa y frente de tierra; Memoria descriptiva del anteproyecto de un fuerte en el Olimpo. 30 de mayo 1887. Firmado José Laguna, José González, y la Memoria descriptiva de un ligero anteproyecto del Plan General de Fortificaciones de la Plaza de San Juan de Puerto Rico. 5 de nov. 1887. Firmado Fernando Alameda.

Otros de los eventos que serán significativos en la trayectoria del desarrollo de las defensas de la ciudad de San Juan, está la *Real Orden del 11 de abril de 1885*¹¹, en la cual quedaron fijadas las bases para la defensa de la Plaza de San Juan por la parte de tierra. Las bases establecidas cambiaran el escenario defensivo de la ciudad. Hasta el siglo XVIII, la defensa de la plaza se había planificado en base a su núcleo fortificado estar orientado y concentrado dentro del Isleta de la Plaza. Las nuevas bases establecidas significaron un cambio radical en la poliorcética de las defensas, esto, porque a partir de entonces se reconoce y justifica la importancia defensiva de las zonas inmediatas fuera del Isleta de la plaza, lo cual implicaba que en adelante la defensa de la plaza de San Juan habría de efectuarla desde múltiples núcleos de defensas; los localizados dentro del Isleta de San Juan y aquellos localizados fuera del Isleta de San Juan. Como lo fue la *Memoria descriptiva del Anteproyecto de un Fuerte en el Olimpo*, en que se proponía un fuerte en el Alto del Olimpo que por sus condiciones topográficas está llamado a ser el punto más importante de esta defensa.

Mientras que, en La Habana, igualmente influenciados por los desafíos que la nueva tecnología armamentista presentaba antes el mal estado en que se encontraban las fortificaciones costeras de la ciudad, el sistema defensivo de la ciudad también sera objeto de Reformas, resultado de ello será la construcción de la Batería No. 1, como parte de un sistema costero de baterías con la función de defender los perímetros de la ciudad tanto costeros como terrestres (Suarez 2008).

Entre los múltiples Planes de Reforma sometidos resalta la *Memoria sobre un Plan de Defensa para la Plaza de San Juan de Puerto Rico*.²⁰ de mayo de 1892. Manuel Cortés y Agulló. En la que llama la atención sobre la propuesta de no dejar desatendidos los puertos de la Isla de Vieques e Isla de Culebra por su situación y el de Guánica, por el buen puerto como auxiliar de la capital como refugio y por su situación al sur de la isla.

De todos los planes de reformas fueron sometidos durante el siglo XIX en Puerto Rico, el que mayor impacto hubiese tenido tanto a corto como a largo plazo *Apuntes para una memoria sobre un plan general de defensa de la Isla de Puerto Rico*.⁹ de octubre de 1892. por Manuel Cortes y Agullo¹².

Es este plan de reforma, proponía Cortes y Agulló la creación de una «Región Fortificada». Este plan buscaba garantizar la eficacia tanto defensiva como de comunicaciones y supervivencia a largo plazo en caso de la primera fallar mediante dependiendo ello de los elementos que indica; dotados de un corto número de piezas, emplazamientos para el doble de dotación, tener ancho y profundo foso, con camino cubierto, tener en el interior almacenes para víveres, provisiones y pertrechos de guerra, y aljibes de gran

capacidad. Igualmente se identifican los ramales, que resultan ser pueblos estratégicos dentro de las líneas de comunicaciones, desde los cuales mediante el establecimiento de cuarteles defensivos rodeados de fuertecitos de campaña asistirían a las Regiones Fortificadas.

Para el Año 1898, cuando la isla de Puerto Rico bajo a manos de la soberanía de los EE. UU., es estado de las Defensas de San Juan mantenía la misma precariedad como a comienzos del siglo.

En realidad, hubo más actividad sobre papel que sobre la piedra. De todos los Planes de Reformas y Anteproyectos, solo unos pocos lograron realizarse. El resto logro perdurar la centuria, pero terminando en peor estado de deterioro o lo que es peor aún pasado a ser ruina. El ocaso de siglo deja en la Defensas de la ciudad de San Juan el salgo de; Cientos y cientos de hojas de planes que nunca llegaron a consumarse.

La documentación analizada corrobora que decenas de Fuertes y Baterías fueron diseñados, pero que nunca llegaron a construirse entre ellos: el Fuerte del Olimpo, el Fuerte en el Cerro de Santa Ana, los Fuertes de Seboruco, Ollería, la Iglesia, Latimer, Cantera, y Martin Peña.



Figura 8
Croquis de la Isla de Puerto Rico por el Ingeniero Manuel Cortes y Agulló, 1892. (Archivo General Militar de Madrid)

OBSERVACIONES

A partir del siglo XIX, tanto en La Habana como en la ciudad de San Juan de Puerto Rico, los antiguos sistemas de defensas permanentes abaluartadas perderán protagonismo. Una de las razones lo será, el que se comenzaran a diseñar defensas respondiendo al nuevo objetivo de hacer frente a los adelantos tecnológicos armamentistas según el desarrollo del uso de la pólvora, el invento del canon de anima rayada, sobre todo, los posibles ataques por los nuevos barcos acorazados a cuya artillería de mayor alcance y potente se estarían enfrentando las obsoletas defensas de la ciudad.

También será de gran significado, las exigencias de expansión de las ciudades antes el hacinamiento intramuros. Siendo a partir del siglo XIX, una solución muy popular el Derribo de antiguas murallas, tanto en Europa como en América. Resulta importante puntualizar, que la Real Orden del 11 de abril de 1885, es secuela de Reales Ordenes que ya estaban en vigencia en la metrópoli con respecto a zonas polémicas de recintos amurallados cuya población en aumento pedía su ensanche y para lo cual las defensas representaban un obstáculo, igualmente en cuanto a las defensas en desuso se permitirá su venta y derribo bajo la justificación de ensanche de las ciudades. Sobre esto, la Ciudad de San Juan, al igual que La Habana y otras ciudades en la península pasaran por el proceso de ensanche extramuros de sus antiguos recintos amurallados. Ejemplos de ellos serán el caso de la ciudad de La Habana cuyo derribo se iniciara en el 1863, mientras que el Derribo de la porción de muralla del Frente de Tierra de la ciudad de San Juan será uno de los más tardíos, en el 1897.

Los numerosos planes de Reformas defensivas para la ciudad introducían nuevas tipologías defensivas, en donde van a prevalecer propuestas para la construcción de defensas que, de carácter semipermanente, de rápida construcción y de igual manera con posibilidad de destruir prontamente en caso de posibilidad de ser tomada por el enemigo. El Castillo desaparecerá y será sustituido por baterías. Los antiguos mosquetes y arcabuces serán sustituidos por cañones Ordoñez y obuses. En el caso de la ciudad de San Juan, por la precaria economía de la isla, la posibilidad de transformar los antiguos castillos en defensas modernas por su alto costo no permitía ni la consideración de esa opción, y se pasó el siglo, aus-

cultando posibilidades de dotar a la isla de defensas apropiadas para enfrentar ataques marítimos y de poderosos acorazados. Lamentablemente de todos los planes de defensas puestas sobre papel, escasos fueron aquellos que llegaron a construirse. Dos ejemplos de ellos lo son las Baterías de la Princesa y de Santa Teresa localizadas en las obras exteriores del Castillo de San Cristóbal y que constituyen ejemplos de baterías modernas soterradas, siguiendo los elementos que imperaban en la armamentación de defensa del tiempo.

De manera similar a como ocurre en Puerto Rico, a partir del siglo XIX, se aumentaran la proyección de baterías costeras, fuera de los recintos, en el caso de La Habana, la construcción de la Batería No. 1, construida en el 1885, en el caso de San Juan de Puerto Rico, la Batería de Santa Teresa de construcción tardía en el 1897. También se construirán defensas en otros puertos complementarios para evitar su ocupación, como lo es el caso del Fortín Conde de Mirasol en la isla de Municipio de Vieques, Puerto Rico. Y como lo será el caso del sistema costero de Santiago de Cuba, actualmente uno de los focos principales en proceso de estudio como parte del Proyecto del Inventario Monumental de Fortificaciones.

En el caso de Puerto Rico, a pesar de las numerosas Propuestas de Planes de Reformas, deliberaciones sobre el estado de las defensas de la ciudad, de acuerdos y desacuerdos tuvieron lugar a lo largo de medio siglo, pocas fueron las obras llegaron a realizarse. El final del siglo sorprende a la isla con el Bombardeo del 12 de mayo de 1898, estando todavía las autoridades en proceso de mejoras a las fortificaciones por medio de la implementación moderada de las últimas propuestas de nuevas obras nuevas e instalación de artillería.

Posterior al bombardeo, le siguió la invasión a la isla el día 25 de julio del 1898. Pero en lugar de ocurrir por la ciudad de San Juan como se tenía previsto, el desembarco de las tropas estadounidenses se efectuó en la bahía de Guánica al Sur de la isla. Concurro, con la expresión del Capitán Ángel Rivero Méndez¹³, cuando nos deja en tinta se «escribieron montañas de papel, para al final todo quedar en suspenso¹⁴» al referirse a los diversos planes de defensa se originaron a lo largo del siglo XIX. Esa fue la triste realidad. Al momento del estallido de la Guerra Hispanoamericana, la isla estaba indefensa contra un ataque del exterior.

Creo muy oportunas a este ensayo unas líneas inspiradas procedentes de un escrito de la Arquitecta María Carlota Ibáñez de Venezuela *Los inventarios constituyen instrumentos que nos permiten identificar nuestro patrimonio* (Ibáñez 2003). En el que la autora sintetiza que los inventarios, además de proveer información que nos permitan identificar el monumento en sus diversos contextos; historia, tipo, materiales y técnicas de construcción, acerca de sus constructores y su relación con el espacio urbano, estado de conservación. A lo cual añado a modo de conclusión; que, sin conocer nuestro patrimonio, no podemos apreciarlo, ni mucho menos conservarlo y protegerlo, porque es desconocido para nosotros. Los inventarios son el instrumento que nos permiten conocer nuestro patrimonio y por ende nos permiten la salvaguarda de nuestro patrimonio al permitimos apreciarlo y protegerlo.

NOTAS

1. ICOFORT es el Comité Científico Internacional de ICOMOS sobre Fortificaciones y Patrimonio Militar responsable de la investigación y promoción de la comprensión, protección, conservación, exposición y gestión de las fortificaciones históricas y el patrimonio militar (incluidos los valores tangibles e intangibles, históricos, arquitectónicos, artísticos y científicos). Recuperado de: <https://www.icofort.org/>.
2. Zapatero, J.M., *La Guerra en el Caribe en el Siglo XVIII*. Instituto de Cultura Puertorriqueña, San Juan 1964. p.8. Según el autor la Corona española designo a los enclaves del Caribe con la justa denominación de “llaves”, por ser decisiva política y militarmente su conservación para la seguridad y desenvolvimiento de sus territorios de ultramar.
3. *Relación de la primera fundición de oro hecha en Caparra, isla de San Juan de Puerto Rico de orden del gobernador Juan Ponce de León*. Archivo General de Indias, Patronato, 198, R.1., en que se indica que la fundición comenzó el 26 de octubre y termino en 11 de noviembre de 1510.
4. Su función de carácter defensivo responde a los continuos asedios de los indios Caribes provenientes de las islas cercanas, quienes mantenían a los naturales de la isla de Puerto Rico en continuo estado de alerta, ya desde muchos años de la llegada de los españoles. En: Fernández Méndez, E., *Crónicas de Puerto Rico*, Editorial Universidad de Puerto Rico, Río Piedras 1976. Pp. 6-7. “y en la costa, se encontraron algunos Yndios de ambos sexos...que los habían robado y sacado de la Ysla de Borinquen. Estos pobres Yndios rogaron a los españoles que los llevasen a los navíos, enseñándoles las tristes reliquias de sus compañeros, que los barbaros se habían comido, asegurándoles que como los de aquella Isla eran Caribes inhumanos, les era inevitable semexante suerte”.
5. Juan Ponce de León nunca logro ocuparla pues coincidió con su muerte en la Florida, siendo sus descendientes quienes la habitaron. Originalmente fue construida en madera, pero tras quedar destruida por un fuego, fue reconstruida en el 1524 por su yerno Garcia Troche.
6. Según el Diccionario Militar de José Almirante, Hornabeque se define como una obra de fortificación que se compone de un frente abaluartado, es decir, dos medios baluartes unidos por una cortina. En Almirante, José. Diccionario Militar. Volumen II. Madrid, Ministerio de Defensa, 2002. P. 664. Mientras que en la misma obra se define Cortina como la parte recta y extensa de muralla entre baluarte y baluarte. Ídem. Vol. I, p. 287.
7. Burgomaestre de Edam, y conocido como Balduino Enrico.
8. El tratado de San Idelfonso de 1796 fue una alianza militar firmada entre España y Francia el 18 de agosto de 1796 en el Palacio Real de La Granja de San Idelfonso. Entre los principales términos del acuerdo figura ambos países convenian en mantener una política militar conjunta frente a Gran Bretaña que en esos momentos amenazaba a la flota española en sus viajes a America.
9. Flores, Milagros. *El estado de las defensas de San Juan y el derribo de las murallas / State of the Defenses of San Juan and the demolition of the Walls*. En: Gonzales Vales, Luis E., San Juan, la ciudad que rebasó sus murallas / San Juan the city that grew beyond its Walls. San Juan, National Park Service, 2005. Págs. 43-66.
10. El 40% de la isla de Puerto Rico está cubierta de montañas. La Cordillera Central es la principal cadena montañosa de Puerto Rico. Es el mayor relieve geográfico que atraviesa la isla de este a oeste, con una altitud media de 914 metros (aproximadamente 3,000 pies) y divide el territorio de las llanuras costeras del norte y del sur. El interior montañoso de la isla esta constituido por la Cordillera Central, la Sierra de Cayey, la Sierra de Luquillo, Sierra de Guardarraya, la Cuchilla de Panduras y la Sierra Bermeja. Recuperado de: <https://enciclopediapr.org/encyclopedia/relieve-de-la-superficie-terrestre/>.
11. Archivo General Militar de Madrid, Sección Ultramar, Ministerio de Guerra, Signatura 5632.05, fols. 6-7.

12. *Apuntes para una Memoria sobre un Plan General de Defensa de la Isla de Puerto Rico*, fechado 9 de octubre de 1892. Manuel Cortes y Agullo. En: Archivo General Militar de Madrid, Sección Ultramar, Ministerio de Guerra, Signatura 5612.03, fols. 250-279.
13. Capitán Ángel Rivero Méndez. Nació en Trujillo Bajo, Carolina (Puerto Rico), el 2 de octubre de 1856. Falleció en Trujillo alto (Puerto Rico) el 23 de noviembre de 1930. Capitán de Artillería, escritor. Hijo de Juan Rivero y de Rosa Méndez, nacidos en las Islas Canarias. Sus primeros estudios los realizó en el Colegio de los jesuitas de Santurce (Vizcaya). El 19 de agosto de 1879 ingresó en la Academia de Infantería de Puerto Rico (Escuela Insular de Entrenamiento Militar). El 28 de julio de 1882 recibió el empleo de alférez de Infantería y fue destinado al Batallón de Infantería de Madrid n.º 3, con sede en San Juan. El 1 de marzo de 1885 marchó a Toledo para su ingreso en la Academia General Militar. El 1 de agosto de 1886 pasó a la Academia de Artillería de Segovia, hasta el 28 de febrero de 1889 en que fue ascendido a teniente de Artillería. Durante su estancia en la academia, obtuvo el título de ingeniero industrial. El 1 de marzo fue destinado al 2.º Regimiento de Montaña de Vitoria (Álava), hasta finales de noviembre de 1890, pues en marzo había solicitado el traslado a Puerto Rico adonde llegó el 1 de enero de 1891, estableciéndose ya en la isla para siempre. El 10 de mayo de 1898, a las 12.10 pm., con sus propias manos, hizo el primer disparo de la Guerra Hispanoamericana en Puerto Rico, contra el *Yale*, barco que bloqueaba el puerto de San Juan. Por su destacada actuación, mandando las baterías de cañones y obuses en el Castillo de San Cristóbal, “sostuvo el fuego con gran seguridad y acierto contra la escuadra norteamericana, al mando del almirante William T. Sampson”, se le otorgaron varias condecoraciones, entre ellas la Cruz de la Orden del Mérito Militar de 1.ª Clase con distintivo rojo. Recuperado de: <https://dbe.rah.es/biografias/70065/angel-rivero-mendez>.
14. Ángel Rivero Méndez es autor de la obra de lectura obligatoria sobre el tema *Crónica de la Guerra Hispano Americana en Puerto Rico*. Quien además de ser testigo ocular del bombardeo de San Juan y retirada de fuerzas españolas en la isla a causa del desenlace de cambio de la soberanía de la isla en el 1898, también participo en los eventos.

LISTA DE REFERENCIAS

Manuscritos

- Archivo General de Indias. Mapas y Planos. Santo Domingo, 74. *Plano de Don Luis Venegas Osorio*, 1678.
- Archivo General de Indias. Mapas y Planos. Santo Domingo, 204. *Plano de la ciudad de San Cristóbal de la Habana*. La Habana, el 28 de diciembre de 1739.
- Archivo General de Indias, Patronato, 198, R. 1. *Relación de la primera fundición de oro hecha en Caparra, isla de San Juan de Puerto Rico de orden del gobernador Juan Ponce de León*.
- Archivo General Militar de Madrid, Sección de Ultramar. Ministerio de Guerra. Signatura 5612.03, fols. 250-279. *Apuntes para una Memoria sobre un Plan General de Defensa de la Isla de Puerto Rico*, fechado 9 de octubre de 1892. Manuel Cortes y Agullo.
- Archivo General Militar de Madrid, Sección de Ultramar. Ministerio de Guerra. Signatura 5632.05, fols. 6-7. *Real Orden del 11 de abril de 1885*.
- Archivo General Militar de Madrid. *Croquis de la Isla de Puerto Rico* por el Ingeniero Manuel Cortes y Agullo, 1892.
- John Carther Brown Library. *Plano de Puerto Rico*, por Francisco Ramon Méndez 1783. Eo783/1 Ms.

Publicaciones

- Almirante, D. José. 1869. *Diccionario Militar: Etimológico, Histórico, Tecnológico*. Madrid: Imprenta y Litografía del Depósito de la Guerra.
- Angulo Íñiguez, Diego. 1942. *Bautista Antonelli y Las Fortificaciones Americanas del siglo XVI*. Madrid: Hauser y Menet.
- Cabrillana, Nicolás. 1967. «Las fortificaciones militares en Puerto Rico». *Revista de Indias*. Instituto Gonzalo Fernández de Oviedo, Madrid.
- Castro, María de los A. 1980. *Arquitectura en San Juan de Puerto Rico (siglo XIX)*. Río Piedras: Universidad de Puerto Rico.
- Fernández Méndez, Eugenio. 1976. *Crónicas de Puerto Rico*. Río Piedras: Universidad de Puerto Rico.
- Flores, Milagros. 2009. «El Estado de las defensas de San Juan y el derribo de las murallas». En: Gonzales, Flores, Sepúlveda y otros. *San Juan la ciudad que rebasó sus murallas*. National Park Service.

- Hostos, Adolfo de. 1983. *Historia de San Juan, Ciudad Murrada (1521-1898)*. San Juan: Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Ibáñez, María Carlota. 2002-2003. «El Inventario como llave de unión en la Región del Caribe».
- Ponencia Presentada en el *Encuentro Temático de Expertos en Patrimonio Urbano de Madera en la Región del Caribe*. Georgetown, Guyana, 4 al 7 de febrero de 2003. Centro de Altos Estudios Humanísticos y del Idioma Español. Anuario 2.
- Rabin, Robert. 1990. El Fortín Conde de Mirasol: Notas sobre su historia. En: *Notas para la historia del Fortín Conde de Mirasol y la isla de Vieques*. Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Rivero Méndez, Ángel. 1922. *Crónica de la Guerra Hispano Americana en Puerto Rico*. Madrid: Sucesores de Rivadeneyra.
- Suárez Fernández, Jesus Ignacio. 2008. *Exponente del último sistema de fortificaciones españolas en America*. La Habana: Verde Olivo. Espacio en el Tiempo.
- Zapatero, Juan Manuel. 1964. *La guerra del Caribe en el siglo XVIII*. , San Juan: Instituto de Cultura Puertorriqueña.

Fábrica de una iglesia de principios del siglo XVII en la isla de Santo Domingo (1605). Iglesia de san Antonio de Monte Plata

Virginia Flores Sasso

Desde el inicio de la conquista, el catolicismo, impuesto por los Reyes Católicos, se convirtió en el elemento esencial para el proceso de control territorial, expansión, dominio y unificación geopolítico de los reinos de España, y en este proceso era esencial la construcción de iglesias. Estos espacios religiosos servían para dar apoyo espiritual a los cristianos que vivían en el Nuevo Mundo, para evangelizar a la población nativa y luego evangelizar a los esclavizados africanos. Con los privilegios adquiridos por la corona mediante el Patronato Real en 1508, la iglesia se convirtió en el espacio social de la fe (Polanco 2003) y en una forma de control, por esta razón todos los asentamientos debían tener iglesias, capillas y ermitas.

Poco se conoce sobre el diseño, sistemas y detalles constructivos, proceso de adjudicación y contratos de muchas iglesias construidas en Indias durante el período de dominación española. Por lo general se recurre a escritos de la época, dibujos y grabados, pues muchas han desaparecido o están modificadas. Los contratos de obras, a pesar de ser escasos, son una fuente para conocer detalles de las obras, herramientas, proporciones de mezclas y materiales, formas, acabados, procedencia de materiales, técnicas constructivas y nombres utilizados, entre otros (Galarza 2005).

A través de los libros de fábrica parroquiales se han estudiado los procesos de construcción y los detalles constructivos de iglesias, como es el caso de Córdoba, Argentina (Citterio 2011). Mediante contra-

tos de obras se han estudiado subastas de obras durante el siglo XVI (Vasallo 2015) que han servido como fuente primaria para analizar trazas, detalles constructivos y de contratación, calidad del proceso constructivo y hasta el carácter jurídico del contrato (Tarifa 2016 y 2018).

La obra descrita en el contrato y en el proceso de adjudicación es un documento importante para entender el contexto de la época, los sistemas y materiales constructivos de una época, conocer sus constructores, innovaciones y tecnologías utilizadas, entre otras cosas. De ahí que el objetivo de esta investigación es analizar la memoria descriptiva y el contrato de la iglesia parroquial de San Antonio de Monte Plata, que se licitó y adjudicó en 1605 en la isla Española y que al parecer nunca fue construida por motivos políticos.

La información se obtuvo de varios documentos que reposan en el Archivo General de Indias (AGI), algunos citados y transcritos por fray Cipriano de Utrera y Genaro Rodríguez Morel. Sin lugar a duda, es un documento valioso que hace referencia a la construcción de la iglesia, muestra el proceso acostumbrado en esa época de adjudicación o remate de obra, la fianza del carpintero, el valor de la obra y materiales, el diseño de una iglesia de principios del siglo XVII en Indias, el sistema constructivo utilizado y el carpintero que ganó el proceso, entre otras cosas.

FUNDACIÓN DE SAN ANTONIO DE MONTE PLATA

El aumento de los ataques de las potencias europeas rivales a España y la piratería a finales del siglo XVII, llevó a la corona española a tomar medidas drásticas, entre ellas dispuso que todo el tráfico comercial de la isla Española debía realizarse únicamente a través del puerto de Santo Domingo hacia Sevilla. Esta mala decisión llevó a la isla a una situación precaria, con economía en el suelo, éxodo masivo y los pocos habitantes que quedaron estaban dispersos por el territorio. Pero, para muchos habitantes de la isla, especialmente los de la banda norte, el puerto estaba distante, se dañaban los productos y costaba mucho tiempo y dinero llevar reses y cueros hasta Santo Domingo. Por lo cual, los puertos y asentamientos de la Banda norte se convirtieron en lugares perfectos para el contrabando.

Las autoridades drásticamente decidieron despoblar las ciudades de Bayajá, Yaguana, Puerto Plata y Montecristi, consideradas plazas indefensas y expuestas a ser saqueadas por enemigos y auspiciar contrabando (Rodríguez 1945, 112). Además, por la zona llegaban la reforma protestante y la iglesia anglicana. Por lo tanto, Baltazar López de Castro, escribano de la audiencia, alférez mayor y regidor de Santo Domingo dio como solución despoblar la banda norte de la isla, cabildeando su idea a tal punto que en 1603 Felipe III ordenó al gobernador y capitán general Antonio Osorio y Villegas y al arzobispo Agustín Dávila y Padilla a que procedieran con el desalojo que incluía dismantelar, destruir y quemar iglesias, viviendas, hospitales y toda infraestructura construida hasta el momento.

Se asignaron al gobernador y al arzobispo para realizar las devastaciones, pero las órdenes llegaron en agosto de 1604, días después de la muerte del arzobispo Dávila (Rodríguez 1945, 115), por lo cual los Oidores pidieron que no se ejecutaran hasta consultar a la Corte, pero Osorio, apoyado por una minoría, la ejecutó. En todo momento, el clero secular y regular, el cabildo de Santo Domingo, así como la mayoría de la población estuvieron opuestos a estas disposiciones. Lamentablemente, no se pudo detener y en marzo de 1605 inician el proceso en la banda norte.

Mientras Osorio ejecutaba las despoblaciones y devastaciones, López de Castro fundó el 27 de abril de 1605 la villa de San Antonio de Monte Plata con

la población de Monte Cristi (cien vecinos) y de Puerto Plata (ciento cincuenta vecinos), y luego fundó Bayaguana con la población de Bayajá y Yaguana. Gran parte de la población no quería irse y se rebelaron contra las autoridades. Muchos fueron castigados, incluso con la horca, otros emigraron a Cuba y algunos quedaron rezagados en el trayecto, asentándose en zonas solitarias que luego se convirtieron en pueblos.

El poblado de san Antonio de Monte Plata se estableció a ocho y medias leguas de la ciudad de Santo Domingo, y los vecinos recibieron solares conforme a su calidad, oficio y caudal. Allí hicieron sus moradas tipo bohíos de madera cubiertas de paja, instalaron estancias y hatos de ganado vacuno y algunos se dedicaron a sembrar. En julio de 1605, Osorio comunicó al rey que de inmediato puso en orden el pueblo y para que se animen a hacer sus casas construyó la de él primero (Rodríguez 1945, 290). Asimismo, ordenó de inmediato la construcción de la iglesia del pueblo ya que necesitaba que los pobladores se arraigasen al nuevo territorio. Ni siquiera esperó la confirmación de la Corona ni el nombramiento de la persona que sustituiría a Dávila tras su fallecimiento.¹

El 14 de septiembre de 1605, Osorio anunció la construcción de la iglesia para el nuevo poblado de Monte Plata «conforme a lo ordenado y mandado por su majestad es necesario se funde y fabrique la Iglesia Mayor de ella para el culto divino y administración de los sacramentos» (Clío 2020). Además, especificaba que «se haga por el precio más acomodado que se pueda». La nueva iglesia parroquial dependería de la Catedral de Santo Domingo, del clero secular. La Corona era responsable de su construcción, para lo cual Osorio «mandó que la dicha fábrica y obra de la dicha iglesia se traiga en pregón por tres días y el último de ellos se remate en la persona o personas que lo pusiere en menos precio obligándose a hacer y fabricar por la orden y en las condiciones que se contienen en la memoria atrás contenida» (Clío 2020).

LA PROCLAMA Y EL PREGÓN

Elregonero era un hombre que salía por las calles a vociferar e informar al pueblo sobre las últimas noticias, eventos, órdenes reales, decisiones, almoneda pública, fechas de castigos y ahorcamientos en la pi-

cota, delitos de inculpados, propiedades o terrenos en remate, prohibiciones, precios establecidos a productos y servicios, inicios de fiestas religiosas, proyectos de construcción, nombramientos públicos y cualquier actividad de carácter público, que recibía con orden expresa de hacerlo de conocimiento público. El pregonero trabajaba para el gobernador o para el cabildo, la información se leía en castellano de la época, y casi siempre se contaba con un escribano y dos vecinos que fungían como testigos dando fe del cumplimiento de su trabajo (Paleta 2004).

Se especificaba donde se tenían que pregonar, que por lo general era enfrente a la puerta de la Audiencia o del Cabildo, en portales, plaza, puntos más importantes de la ciudad o simplemente camina por «calles públicas y acostumbradas de esta ciudad» (Utrera 2014, 384). La frecuencia estaba establecida por las autoridades, por lo general se emitía tres veces al día por tres días, y rara vez se emitía una sola vez, pues la finalidad era que llegara a oídos de todos para que nadie pudiera aludir ignorancia. Cuando se trataba de alguna construcción, ventas de propiedades o terrenos, o algún trabajo en específico, luego de la proclama se hacía el remate.

A finales del siglo XVI, en la ciudad de Santo Domingo había dos pregoneros, Juan Ramos y Rodrigo Vásquez (Utrera 2014, 79). Conforme al auto, «se trajo en almoneda pública la obra de la Iglesia Mayor de la ciudad de San Antonio de Monte Plata» (Clío 2020), y el pregonero Juan Ramos leyó las condiciones y la memoria para el remate de la carpintería de la obra donde describía con precisión los detalles. Comenzó diciendo «quien quiere temar a su cargo la obra de la Iglesia Mayor de san Antonio de Monte Plata que por su señoría del señor Presidente de esta Real Audiencia, gobernador y capitán general de esta isla está mandado hacer por la orden con las condiciones que se contienen en la memoria que está ante el presente escribano» (Clío 2020).

Para esta ocasión se estableció que se anunciaría en las Cuatro Calles (hoy calle Isabel La Católica) en Santo Domingo, tres veces al día por tres días corridos. El primer día fue miércoles 14 de septiembre de 1605, ante la presencia del secretario de la audiencia Gaspar Ruiz de Azpichueta y los testigos: el sastre Antonio Sarabia y Cristóbal de Talavera; la segunda proclama de ese mismo día estuvo Azpichueta con el licenciado Lorenzo Bernáldez de Lorca y el contador Pedro Caballero Bazán; y la tercera fueron testigos

Azpichueta, el mercader Juan de Molina y Antonio Sarabia. Esto se repitió otras tres veces el jueves 15 y el viernes 16 de septiembre (Clío 2020).

REMATE DE LA IGLESIA

El remate o puja de la obra es la oferta o precio que se establece para realizar el trabajo. Las condiciones para el remate se pregonaban. En el caso de la iglesia san Antonio de Monte Plata, en las condiciones se definía todo; las personas involucradas, compromisos por adquirir, detalles del trabajo y pago, penalizaciones en caso de incumplimiento, entre otros asuntos. Al igual que en Castilla, en el Nuevo Mundo el sistema de contratación era básicamente a destajo y/o a jornal, pues en ocasiones estando una obra ya contratada a destajo se contrataban obreros a jornal (Porras Gil 1996). La contrata a destajo consiste en ajustar previamente el precio del trabajo a realizar y algunas veces se fijaba en subasta pública donde pujaban varios constructores y se le otorgaba al que ofrecía menor precio. El contrato a jornal consiste en establecer un salario pagadero por jornadas laborales que puede ser diaria, semanal, quincenal o mensual. En el caso de la iglesia san Antonio se hizo a destajo y se pregonó que «se ha de rematar en la persona que por menos precio la hiciere y con las condiciones que están pregonadas» (Clío 2020).

Se desconoce cuántos presentaron oferta, pues en ese momento residían varios carpinteros en la ciudad de Santo Domingo, entre ellos: Nicolás González Pita, Francisco García del castillo, Matheo Rodríguez, Arciniega, Rodrigo Daça, Gabriel de Bustillos, Antonio González, Alonso de Angulo, Diego Hernández, Esteban Botello, Pedro Guerra, Benito García, Francisco de Castro, Juan Rodríguez, Juan Batista Fava, Diego Ximenez, Juan Baptista Coeto y Matheo Ramos (Rodríguez 1945). La puja se pregonó el 28 de septiembre de 1605, donde el carpintero Benito García ofreció construir la iglesia por cuatro mil ducados de cuartos. Se estableció pagarle primero «dos mil de ellos luego y la mitad de la obra que esté hecha, mil ducados y en acabando la dicha obra los otros mil ducados restantes» (Clío 2020).

Benito García era vecino de la ciudad de Santo Domingo, aunque se desconoce desde cuándo, pues en el censo de 1586 residía en Santo Domingo y con él vivían dos mulatos libres de quince años llamados

Antonio Vizcaino y un tal Cosme, probablemente eran sus ayudantes. Al parecer era un carpintero diestro pues realizó muchas obras en la isla (Rodríguez 1945). En septiembre de 1591 se le pagó 39,270 mrs. por trabajos en el fuerte del Matadero (Utrera 2014, 259) y en abril de 1595 se le pagó 6,200 mrs por el «aderezo del cuarto de astilleros, por cubrir de madera el Cubo, arreglar puertas, cerraderas, aldabas, aposentos de la pólvora y otros trabajos» (Utrera 2014, 257).

En enero de 1597, García cobró 435 ducados por dos cureñas que hizo «para el fuerte del río nombrado San Diego, y la otra para la Fortaleza» y en agosto se le pagó por «encabalar dos piezas de artillería que se han de poner en el fuerte de la punta del río (el de Torrecilla) y recoger otras piezas de artillería y hacer otras cosas en la Fortaleza desta ciudad» (Utrera 2014, 260-261). En enero de 1598, «por cureñas, ruedas y ejes para encabalar piezas de artillería de hierro colado y dos cañones de crujía» se le pagó 1,764 ducados (659,726 mrs) y en noviembre del mismo año se le pagó 1,194 ducados (216,596 mrs) por «otras cinco cureñas y diferentes aderezos» (Utrera 2014, 329).

El 12 de noviembre de 1601 le pagaron 1,100 ducados «por noventa y cuatro asnados labrados y asentados a toda costa en los arcos de la Fortaleza y fuerte de Santiago, que por acuerdo está mandado cubrir para reparo de la artillería» (Utrera 2014, 348) y por otras labores en el dicho fuerte. El 2 de enero de 1602, por realizar trabajos en el fuerte de Santiago se le pagó 408,000 mrs., el 28 de junio de 1603, por la «mitad de lo concertado con él por hacer el cubo de la puerta principal de la Fortaleza desta ciudad» se le pagaron 225 ducados y en septiembre del mismo año, al finalizar el trabajo se le pagó la otra mitad (Utrera 2014, 375).

En el censo de 1606 aparece con su esposa Isabel Ramírez e hijos (Rodríguez 1945, 307). En 1608 se le dieron 22,000 reales de moneda de la Isla «por la primera paga de la iglesia que se hace en San Juan de Bayaguana», cargo que hizo Manso de Contreras «porque no hay orden de S.M para ello», y en el mismo año, se le entregó 44,000 reales corrientes «para hacer la iglesia de San Antonio de Monte Plata» cargo contra Osorio «porque no parece orden de S.M. para que se hiciese el dicho gasto» (Utrera 2014, 431).

El 28 de septiembre 1606, «se le remató la dicha obra al dicho Benito García como más bajo ponedor

el cual aceptó el remate y se obligó a hacer la dicha iglesia y para ello obligó a su persona y bienes habidos y por haber».

GARANTÍA

En ese momento había tres maneras de garantizar el cumplimiento de las obligaciones adquiridas: con fiador o aval, con hipoteca, o con fianza. El fiador podía ser una persona física o jurídica con solvencia económica que en caso de incumplimiento asume la deuda o el compromiso establecido. Con la hipoteca se comprometían los «bienes habidos y por haber», tanto muebles e inmuebles, y el compromiso también lo adquirían sus herederos. La fianza es una garantía que se deposita de forma anterior a la suscripción del contrato, haciendo una figura similar a la de un aval voluntario (Fernández 2000). En caso de que la obra tuviera varios constructores a su cargo, la garantía podía ser conjunta.

Para esta obra Benito García «se obligó a hacer la dicha iglesia y para ello obligó a su persona y bienes habidos y por haber» y «otorgó obligación y forma conforme al remate y dio la fianza y conforme al dicho remate se libró la tercia parte» (Clío 2020). Además, como fiador se presentó a Álvaro de Paredes Carreño, una persona con mucho dinero y prestigio de la isla.

MEMORIA DESCRIPTIVA Y CONDICIONES EXIGIDAS

Junto con la proclama se leía la memoria y condiciones de la obra. Para la iglesia de San Antonio de Monte Plata se pedía que: «la iglesia ha de tener ciento veinte tercias de largo y de sesenta de ancho y de tres naves. La una de treinta tercias, que es la del medio y las dos de los lados a quince con tres puertas principales...» (Clío 2020). La tercia de vara o pie corresponden a unos 28 centímetros aproximadamente, por lo tanto, la planta era rectangular de unos 33,60 m (40 varas) por 16,80 m (20 varas), la nave mayor tendría 8,40m (10 varas) y las naves laterales 4,20 m (5 varas) cada una (figura 1).

En cuanto a puertas y ventanas la descripción indica «que en lo que se entablare se formen tres puertas principales, una del testero, dos a los lados y asimismo hacia la banda del Altar Mayor» y «ten-

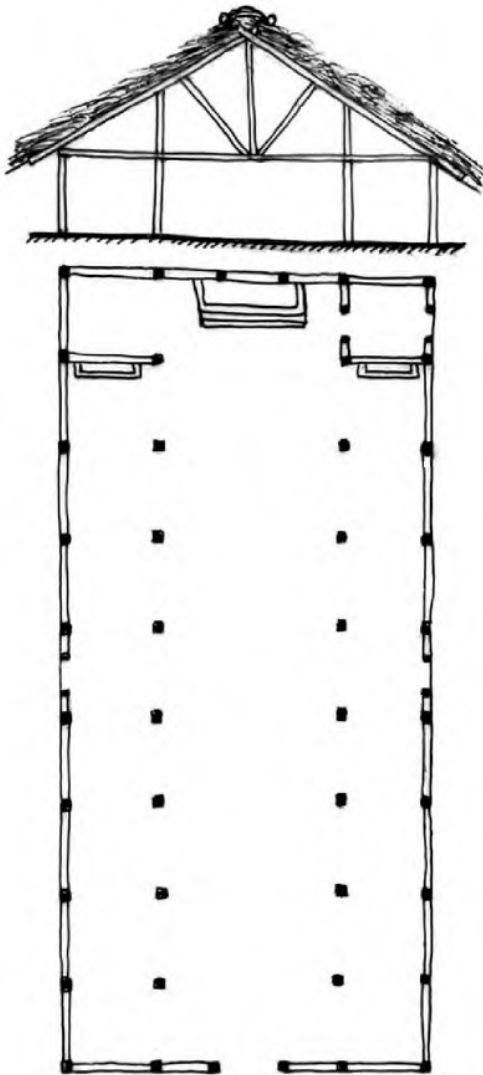


Figura 1
Esquema de la planta y sección de la iglesia san Antonio
(Flores Sasso, 2023)

drá cuatro ventanas dos de cada banda con sus rejas de madera...» (Clío 2020). Asimismo, «en la sacristía una puerta pequeña para salir al Altar Mayor y otra puerta pequeña que salga fuera y ventana ... de rejas de madera labradas y cepilladas con sus puertas» y «se han de hacer tres altares de madera, el mayor y dos a los lados labrados y cepillados, el



Figura 2
Estantes de una edificación de tabla de cana de 1840 (Flores Sasso 2007)

mayor con tres gradas de madera y los demás de una grada» (Clío 2020).

Por otro lado, señala que «la dicha iglesia lleve en lo largo dos estantes en cada andana de las cuatro y en los testeros lleve seis, que por todos son cincuenta y cuatro estantes de a palmo y medio de grueso de esquina viva o trabados, labrado y cepillado y los dichos estantes han de ser quemados lo que entrare debajo de la tierra que ha de ser dos varas de medir se han de asentar sobre piedras o losa debajo de tierra para que quede firme el fundamento» (Clío 2020).

Esto indica que toda la iglesia llevaba 54 columnas (horcones o estantes), las cuales debían tener 31,5 cm de grueso (palmo y medio), estar labradas y cepilladas, con las puntas de los troncos quemadas ya que iban a estar enterradas unos 1,87 m (2 varas). Esta solución evita que agentes xilófagos como el comején o las termitas destruyan la madera, ya que odian la madera carbonizada (figura 2). Para amarrar las columnas, «sobre los dichos estantes han de ir sus soleras labradas y clavadas en las marcas en que claven tijeras y varazones, tirantes y cuadrante» (Clío 2020).

También se especificó la madera a usar dependiendo del elemento estructural. Para los estantes o columnas, dice que pueden ser de: Caoba (*Swietenia mahagoni*), Capá (*Petitia domingensis*), Cabirma



Figura 3
Tirantes en una edificación de tabla de palma (Flores Sasso 2007)



Figura 4
Péndola en una vivienda 1840 (Flores Sasso 2007)

(*Guarea guidonia*), Candelón (*Acacia scleroxyla*) o «de cualquier género de estos. Como sea cavimas (cabirma) ha de tener una tercia de ancho de frente labrado redondo y cepillados y si fuere cavima tendrá palmo y medio de frentes labradas por la propia Orden». Para la varazón o viguetas de los techos dice que fueran de Mara (*Calophyllum calaba* L.), Guara o guaba (Inga vera Willd), María (*Calophyllum brasiliense*) o Cigua (*Nectandra hihua*) y que estuvieran «limpias y mondadas» (Clío 2020).

Sobre la estructura de la cubierta especifica que «es condición que ha de llevar la dicha iglesia diez tirantes y asimismo diez tijeras fuertes en derecho de cada tirante ... y clave toda la fábrica alta de la dicha iglesia ha de ser labrada tirantes y tijeras» (figura 3). Asimismo, «se han de echar cuatro líneas recias en los cuatro rincones de la armadura principal en que claven las péndolas de los rincones» (figura 4) y debe ser «de paja y no de yaguas o de cogollo de cañas». Cuando dice que es paja se refiere a la hoja de palma cana (*Sabal dominguensis*) seca, la cual también era llamada guano. También se especifica «la paja cortadera con que ninguno de los vecinos ni otro cualesquier en tres leguas a la redonda no pueda cortar paja hasta estar acabada la obra» (Clío 2020).

El grosor de la cubierta de cana debía ser «de media vara a lo menos (46 cm) y las caras de una a otra,

un codo (42 cm) y no más, con sombreretes todo a la redonda de una vara (83,5 cm) de medir... aguardando las corrientes de encima de la iglesia que queden parejas sin hacer alto ni bajo echándole buen caballete» (figura 5) (Clío 2020). Todavía es costumbre que las cubiertas de cana tengan un espesor de media



Figura 5
Cubierta de cana de un bohío (Prieto Vicioso 2013)

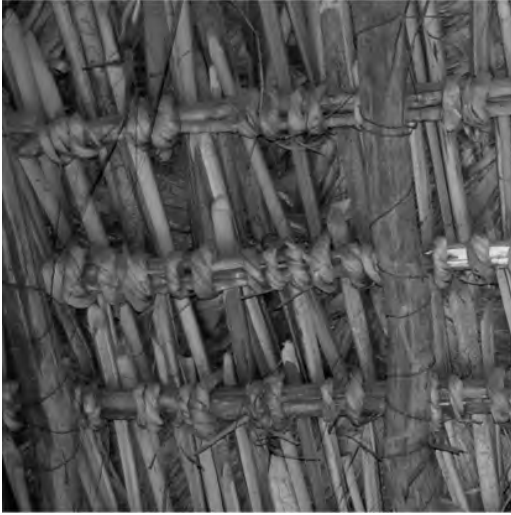


Figura 6
Amarre de las hojas de cana (Prieto Vicioso 2013)

vara, así como colocar palos y yaguas a manera de caballete sobre la cubierta de cana para mayor seguridad y prevenir filtraciones. Además, «la clavazón ha de ser de guano y la tajón de cañas cimarronas mondadas», esto indica que la cana se debía amarrar con tiras de la misma hoja (figura 6).

Los muros de la iglesia eran de tablas de palma, así lo indica el documento al decir «que después de estancada y armada la dicha iglesia se entable de tablas de palma labrada a boca de azuela viejas del primer corte de debajo de la dicha palma tinglándolas para que quede conforme a buenas obras» (Clío 2020).

LA OFERTA DEL CARPINTERO BENITO GARCÍA

Costará la hechura de una iglesia de madera como aquí va declarada que es lo siguiente:

A de ser ciento veinte tercias de largo y de sesenta de ancho y de tres naves. La una de treinta tercias, que es la del medio y las dos de los lados a quince con tres puertas principales y cuatro ventanas dos de cada banda con sus rejas y ventanas con tres altares en la una testera de tablas con su tablado arriba y han de ser de tablas acerradas con todos los estantes labrados y ochavados y toda la madera de la dicha iglesia labrada y entablada por de

fuera y por dentro de tablas de palmas y entre medias de los dichos tablas lleno de barro sin cal y todos los estantes de la dicha iglesia han de ser de cabina y de una tercia de ancho después de labrada y cobijado con paja y la varazón de la dicha iglesia a de ser de guano y clavazón de caña costará cinco mil quinientos ducados de cuartos.

La obra inició a principios de enero de 1606, pues el 28 de febrero Osorio dice que «a más de cincuenta días que salió de esta ciudad para la de san Antonio de Monte Plata a entender de la dicha fábrica» (Clío 2020). Sin embargo, la situación en la isla se complicó y el gobernador Antonio Osorio y Villegas cayó en desgracia y muchos ya no lo querían en la isla. En 1606, Monte Plata, contaba con una población de 86 habitantes, que se encargaban de las 19 estancias de jengibre, casabe y otras legumbres, 18 estancias de casabe, maíz y otras legumbres y 15 hatos (Julián 2014). En ese mismo año el capitán Rodrigo de los Olivos señaló que las nuevas poblaciones presentaban pobreza, miseria, hambre y clamores, y que más de las dos terceras partes de los que habían traído habían muerto, y que las casas no eran más que unas desventuradas chozas inhabitables sujetas a aguas y a vientos.

En 1608 Bartolomé Cepero y el jamaiquino Gaspar de Xuara, apoderados del oidor Manso de Contreras y de los vecinos de Bayaguana y Monte Plata acusaron a Francisco Osorio de excesos y abusos en el proceso de despoblaciones y en el establecimiento de nuevas poblaciones. Usaron todo en su contra, incluso la construcción de la iglesia, pues en el memorial dicen que «44,000 maravedíes de moneda de cuartos se dieron a Benito García, carpintero para hacer la iglesia de San Antonio de Monte Plata» (Rodríguez 1945, 322) pero esta obra se hizo sin la orden «porque no parece orden de SM para que se hiciese el dicho gasto» (Utrera 1979, III, 223). Para colmo, el gobernador Osorio y Villegas marchó a España en de febrero de 1608, muriendo en la travesía en marzo.

En 1664, Luís Gerónimo de Alcocer dice que la iglesia parroquial es de paja (Rodríguez 1945, 238). En 1679, vivían en Monte Plata 97 personas de confesión y todos en bohíos (Hernández González 2008, 15) y la iglesia es un bohío que lo sustenta mal un religioso (Rodríguez 1942, 15). En 1690, el arzobispo Carvajal y Rivera dijo que la iglesia era de tablas y yaguas, sus ornamentos eran malos y su pila bautismal era un lebrillo de barro de Castilla con su pie de



Figura 7
Escuela rural de tabla de palma y cubierta de Cana de 1959

madera (Rodríguez 1957, 96). Para 1740 su iglesia era de tabla y hojas de palma, pobre y escasa de todo (Rodríguez 1957, 23). En enero de 1947, el presidente Trujillo anunció la reconstrucción de la iglesia de Monte Planta, la cual se hizo en hormigón armado.

CONCLUSIÓN

Sin duda alguna, el documento que se analiza en este trabajo es una fuente primaria muy importante para el conocimiento de la construcción y diseño de una iglesia de principios del siglo XVII hecha con materiales locales en Indias. Si bien, desde 1494 se mencionan iglesias hechas con hojas de cana y tablas, este es el primer documento hasta el momento encontrado, donde se especifican detalles constructivos, dimensiones y materiales. Además, es una fuente para el estudio del proceso de licitación y adjudicación de una obra en ese momento.

El uso de la Cabirma (*Guarea guidonia*) para los estantes u horcones y demás elementos estructurales, la tabla de palma para el cerramiento y la hoja de palma para la cubierta indican que los españoles ya estaban familiarizados con las maderas locales y conocían bien sus características. En la actualidad esos mismos materiales siguen siendo utilizados en construcciones rurales.

Este tipo de iglesias fue común en todas las Antillas y se mantuvo igual hasta el siglo XX cuando llegó el cemento y el hormigón; y comenzaron a sustituirse por estos materiales cambiando también su diseño y sistemas constructivos.

NOTAS

1. El 15 de noviembre de 1608 se designó a Cristóbal Rodríguez Juárez arzobispo de Santo Domingo.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alfonseca, Juan y De los Ríos, Giner. 2022. *La formación del Estado docente en República Dominicana (1844-1944)*, Editorial Universitaria Bonó.
- Citterio, Diego. 2011. Libros de fábrica parroquiales. Una singular Fuente de estudios para los historiadores del clero y la religiosidad católica en el período tardo colonial. *Revista Electrónica de Fuentes y Archivos, centro de Estudios Históricos «prof. Carlos S.A. Segreti»*, (Córdoba, Argentina) año 2, no. 2: 114-121.
- Fernández Salas, José. 2000. El oficio de la construcción durante el Renacimiento compostelano. En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Sevilla, 26-28 octubre 2000, eds. A. Graciani, S. Huerta, E. Rabasa, M. Tabales, Madrid: I. Juan de Herrera, SEDHC, U. Sevilla, Junta Andalucía, COAAT, Granada, CEHOPU.
- Galarza Tortajada, Manuel. 2005. Un contrato de obras del siglo xv. Introducción del Renacimiento en la arquitectura civil. En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Cádiz, 27-29 enero 2005, ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SEDHC, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz, 419-428.
- Hernández González, Manuel. 2008. *El sur dominicano (1680-1795). Cambios sociales y transformaciones económicas*, Archivo General de la Nación LXXV.
- Julián, Amadeo. 2014. Situación económica, demográfica y social de Santo Domingo en el siglo xvii. *CLÍO*, año 83, no. 187. Enero-junio.
- Paleta Vázquez, María del Pilar. 2004. Pregones y pregoneros de Puebla en el siglo xvi. Comunicación oficial en la plaza pública. *Graffylia: Revista de la Facultad de Filosofía y Letras* 4: 131-139.
- Polanco, Rodrigo. 2003. La iglesia como espacio sagrado de encuentro. *Teología y vida* 44 (2-3): 332-345. (Santiago de Chile) <http://dx.doi.org/10.4067/S0049-34492003000200014>
- Porras Gil, María Concepción. 1996. Contratación y mano de obra en las defensas de la frontera francesa. Siglo xvi

- y XVII. *Boletín del Seminario de Arte y Arqueología de Valladolid* 62: 331-336.
- Rodríguez Demorizi, Emilio. 1942. *Relaciones históricas de Santo Domingo*, Vol. I, Editora Montalvo.
- Rodríguez Demorizi, Emilio. 1945. *Relaciones históricas de Santo Domingo*, Vol. II, Archivo General de la Nación Vol. IV.
- Rodríguez Demorizi, Emilio. 1957. *Relaciones históricas de Santo Domingo*, Vol. III, Archivo General de la Nación Vol. XIII.
- Tarifa Castilla, María Josefa. 2016. Los diseños de arquitectura como garante de calidad de la práctica constructiva. *Artigrama* 31: 87-114. <https://www.unizar.es/artigrama/pdf/31/2monografico/04.pdf>
- Tarifa Castilla, María Josefa. 2018. La iglesia de san Vicente en san Sebastián: los contratos, trazas y artífices del proyecto edilicio (1507-1548). *LOCVS AMENVS* 16: 71-92.
- Utrera, Cipriano. 1979. *Noticias Históricas de Santo Domingo*, Vol. III. Santo Domingo: Editorial Taller.
- Utrera, Cipriano. 2014. *Historia Militar de Santo Domingo* (Documentos y noticias, tomo IIII, Colección Bibliófilos-Banreservas, Vol. X). Santo Domingo.
- Vasallo Toranzo, Luis. 2015. El «prometido» en las subastas a la baja de contratos de obras durante el siglo XVI. En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, Segovia, 13-17 octubre 2015, ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SED- HC, 1749-1756.

Documentos

- [San Antonio de Monte Plata. Fábrica de la iglesia] 2020. En *CLÍO*, Sección documentos inéditos, Año 89, Núm. 200, Julio-Diciembre. 354-360. <https://catalogo.academiadominicanahistoria.org.do/opac-tmpl/files/pp-codice/Clio-2020-200-337-353.pdf>]

La construcción con tapia de tierra. Antecedentes, mitos y circunstancias reales

Juana Font Arellano

¿ES SIEMPRE UNA MEJORA EL USO DE LA TAPIA?

PARED DE MANO, TIERRA APILADA, TAPIA VERTIDA

Parece cierto contrasentido empezar un texto que pretende analizar todo lo relativo al empleo de la tapia considerando que no siempre sea la técnica más adecuada. Resulta innegable que hay zonas, tipos de tierras, edificios específicos, motivos culturales o religiosos y sabiduría constructiva basada en la experiencia milenaria de cada situación que, con frecuencia, aconsejan usar la tierra meramente encofrada o modelada tras ser apilada. Podemos encontrarla vaciada dentro de una gran horma, sin ser sometida a compactación posterior alguna. También sin encofrar, sobre un zócalo para recibir un acabado después o simplemente apilada en la parte alta del muro, formando el hastial, evitando así izar los siempre pesados tapiales (Figura 1).

Incluso la veremos colmatando la estructura portante de madera que forma el esqueleto del edificio, lo que en España denominamos “entramado”.

Sabemos que en grandes áreas del mundo, como América y la Península Ibérica, han utilizado o usan aún la tierra simplemente amontonada, respetando un método comprobado que controla la altura de las capas colocadas durante cada jornada, la periodicidad de éstas y el acabado final del muro, obtenido sólo mediante el empleo de la mano, lo que, en español, daría su nombre a la llamada “pared de mano”,

o con el auxilio posterior de herramientas que consigan el aspecto deseado, el grosor y la verticalidad adecuada.

Asumiendo esta evidencia comprenderemos mejor por qué diferentes arquitecturas han sido sólo modeladas o simplemente encofradas incluso cuando han contado con madera suficiente para contenerla dentro de un gran molde; o con cañas largas para encofrarla, tal como precisan algunos historiadores que recuerdan la posibilidad de realizar moldes para adobes empleando este mismo sistema.

TIERRA MACIZA O TAPIA DE TIERRA. DOS TÉCNICAS DIFERENTES

Restar importancia a lugares tan relevantes como Paquimé y Joya de Cerem o a métodos como el *zabur* de Yemen, la *pakhsa* de Afganistán, la *bauge* francesa, el *Wellerlehm* alemana, el *fang remugat* de Valencia o el *cob* del Reino Unido, es no ser conscientes del enorme conocimiento constructivo que mostraron haber atesorado durante siglos.

Pero también debemos considerar que no siempre han sido sólo los motivos culturales o los tipos de tierra los causantes de que el empleo de ésta se haya limitado al moldeado, al apilado o al modelado pues varios grupos humanos abandonan estas prácticas para ir adoptando paulatinamente el uso del tapial.



Figura 1
Tierra apilada sobre un muro de adobe

Es fácil deducir que el nivel de conocimientos o el dominio de las herramientas necesarias para conseguir tablas de la adecuada calidad con las que realizar tapias no siempre pudo estar al alcance de todas las culturas y que algunas, ancladas en la tradición, prefirieron seguir alzando muros sin compactar cuando otras empleaban ya el apisonado dentro del gran molde, lo que conseguiría una mayor duración al edificio.

Aunque con frecuencia los estudios arqueológicos americanos o europeos sobre estos muros de tierra, los cataloguen como tapias por su gran parecido con éstas, casi nunca lo son, resultando preciso para asegurarlo realizar un tipo de análisis micromorfológico que constate tanto el grado de humedad que tuvo durante su realización como si en ella experimentó o no compactación, a pisón, ya dentro del molde. (Cammas 2001,33-53; Watez 2001, 21-31).

El marino Antonio de Ulloa habla de los muros de tierra levantados por los Incas en una descripción que inclina a considerarlos como sólo encofrados.

Citando los edificios que encuentra en Pachacamac explica cómo aparecen a la vista sus peculiares paredes:

La materia de los muros es de tierra, en forma de tapias, pero no las hacían al modo de Europa: las suyas seguían á lo largo, todo el que tenían las paredes, y quando la extensión de estas era demasiada, las hacían en dos, ó tres trozos. Los tapiales no tienen una misma altura, variando mucho en ello: el uno suele tener 3 pies, y el inmediato alto, ó baxo dos, ó solo uno, ni tampoco tienen la misma altura en todo su largo: por el un lado es de dos pies, ó algo mas de alto, y luego va disminuyendo hasta finalizar el uno en el otro, pero esta desigualdad la suple el que esta inmediato por la parte de arriba, ó por la de abaxo de ella, las mas altas de estas paredes, compuestas de 4 ó 5 tapiales, no tienen mas que dos varas, ó dos y media(...) el grosor de las paredes es algo menos de media vara (Ulloa 1772, 299).

TRAMAS VEGETALES Y TIERRA

Obviamente no producen dudas los muros realizados con el auxilio de las varas, ramas o brotes que precisa la arcilla para mantenerse en las paredes alzadas mediante estas ayudas, pero también son antepasados directos de los posteriores muros que consigan la estabilidad deseada por el ser humano de todos los tiempos para levantar su hogar, porque constituyen ensayos y tanteos en esa larga búsqueda del hombre constructor.

Muros de estaqueo, tabiques *de pau a pique*, enchorizados, taquezal, *torchis à clayonnage*, *wattle and daub*, quinchas, bahareques, *taipa de mão*, cujes y embarrados, encestados, setos, *flechtwerk*, fajinas, costanas, emparrillados y chamizos, han formado las estructuras vegetales donde apoyar un barro que aún precisaba ser soportado y que, andando el tiempo evolucionó hacia formas más independientes de estas muletas en las que basaba su estabilidad (Figura 2).

Todavía hoy vemos poblados provisionales realizados de este modo en los que se cobijan refugiados de las guerras o de la miseria, tal como ocurrió en España, ya durante la década de 1940, cuando las construcciones de cañas y barro que formaban los barrios de chamizo eran el único hogar de quienes,



Figura 2
Pared de encestado

intentando evitar las privaciones de la postguerra, se asentaban en los bordes de las grandes ciudades, buscando una vida mejor para sus hijos.

EL PAPEL DE LAS PIEZAS RECORTADAS. CALICHES, CANCAHUAS, ASPERONES. TEPES, CHAMPAS, CORTADERAS

Junto a estos cerramientos de barro y vegetales debemos considerar que son precedentes claros de los muros encofrados y apisonados tanto a las ya citadas paredes macizas de tierra como a las realizadas mediante piezas cortadas, modeladas, o conseguidas con molde

Sobre las recortadas del propio suelo no suele haber diferentes interpretaciones, todos los investigadores concuerdan en que pueden obtenerse sin vegetación o con ella. Cuando se cortan de turbas, musgos y céspedes, son fáciles de sacar en los bordes aún húmedos de las lagunas durante los períodos de estiaje que hacen descender notablemente el nivel de sus aguas. Se citan a menudo en muchos textos de Arquitectura, como en el libro 10 del *De re Aedificatoria* (Alberti 1452, cap. 10)

Muy utilizadas por los militares, también se comentan en los tratados de fortificación junto al empleo de los *cestones* o al haz de ramas que constituye la *fajina* (Rojas 1598, parte 2, cap. 3, fol. 37).

ADOBES Y GLEBAS

Hay otras piezas, las *glebas* y los *adobes*, sobre las que sí convendría dejar claramente constatadas las diferencias que las distinguen pues empiezan incluso

en el modo de ser obtenidas, aunque hasta en los textos más especializados se incurre en el error de usar la misma denominación para ambas.

Gleba es el nombre correcto en nuestro idioma común para la pieza realizada sólo con la mano, asunto que ya aclaró durante el siglo VII Isidoro de Sevilla en sus *Etimologías*, cuando explica que una cosa es la tierra suelta o polvo y otra la aglomerada, que forma las glebas «*terra autem ligata gleba est, soluta pulvis*» (Isidoro de Sevilla c.630).

Adobe es el término exacto que, en español, debe usarse exclusivamente para designar la pieza de tierra obtenida con molde. Es un nombre sobre cuya etimología se han escrito ríos de inexactitudes, casi tantos como sobre su fabricación o empleo en varias zonas del mundo.

Nuestro idioma, muy exacto como casi todos los que nacen en lugares con gran luminosidad, consiga claramente que el adobe es una pieza de barro utilizada sin mudar sus cualidades específicas mediante una cocción que la transformaría en cerámica.

Según recoge Bails, hay autores como Monsieur de La Faye que ya consignan la expresión *Lateritia Structura* para designar la obra de adobe mientras que la de ladrillo se denominaba *Testacea Structura*.

En español es un error decir que el adobe es un “ladrillo sin cocer” ya que la palabra “ladrillo” designa, sólo, a la pieza cerámica.” Esta piedra artificial puede gastarse cruda ó cocida; a la que se gasta cruda la llamamos adobe, quedando solo para la cocida el nombre de ladrillo (Bails 1796, t. 9, parte 1, p.137).

Registan reiteradamente el nombre adecuado muchos de los tratadistas que escriben en Iberoamérica o en suelo español explicando su correcta realización, para la que no es preceptivo el aporte de fibras, que se añadirán o no según lo exija la tierra empleada. Siempre aconsejan que se haga en épocas de temperaturas suaves, otoño y primavera dejándolo secar a la sombra en períodos más o menos largos según el tamaño de las piezas, que puede ser variadísimo y, por ello, utilizado como módulo del futuro edificio cuya dimensión aconsejará usar formatos más o menos grandes, como sabemos que hicieron en Grecia, tal como recoge Vitruvio cuando cita el *didoron*, el *pentadoron* o el *tetradoron*, sabiendo que la palabra *doron* además de “regalo” significa “palma” (de la mano), no palmo (Vitruvio, libro 2, pp. p.3-8).

Garcilaso el Inca, en sus *Comentarios Reales* describe cómo eran los enormes adobes, cuya longitud sobrepasaba la vara castellana de 76'8 cm, usados por los incas para levantar sus grandes galpones (Garcilaso 1609, 56, cap. 3, fol. 32).

Insiste en este punto Antonio de Ulloa en sus citadas *Noticias Americanas* cuando admirando las ruinas de Pachacamac, de las que describe el Templo, el Palacio y la Fortaleza, realizados con adobes hechos de una tierra llevada desde el lejano valle, dice que son «adobes de dos tercias de largo, media vara de ancho y una cuarta de grueso».

También son varias las formas que pueden presentar estas piezas, ya que además de ser aplanilladas para realizar aleros y cornisas pueden moldearse como cubos, pirámides truncadas o paralelepípedos rectos rectangulares, su aspecto más habitual.

En aras de una mayor claridad para quienes somos hijos del sur, que no sólo es un espacio geográfico sino una categoría mental en la que surge, innata, la necesidad de encontrar un nombre exacto para cada cosa, no nos parece aconsejable adaptar nuestra lengua común a la nomenclatura francesa que llama *brique crue* al adobe o *brique cuite* al ladrillo, lo mismo que censuraríamos a un francés al que se le pasara por la cabeza denominar a esta pieza *Lehmbaustein*.

Tampoco debemos referirnos indistintamente a todas las piezas de barro llamándolas *adobe* siendo conscientes de que, aunque con los procesos de aculturación hoy se vaya pasando de las piezas modeladas a las moldeadas, todavía hay exponentes, como las *glebas* de España, los *bellihoudi* de Marruecos, los *djenne ferey* de Mali, o las *roll shapes pieces* o “enrolladas” de USA, que no deben encuadrarse en el grupo de las realizadas con molde.

El empleo del adobe. Su inicio

Pese a que el objeto de este texto sea analizar diferentes cuestiones sobre la tapia de tierra no hay duda de que ésta, en numerosas ocasiones, sólo puede realizarse con la colaboración de los adobes, bien como machones o verdugadas, bien encintando los paneles de tierra compactada.

El adobe ha marcado notablemente, desde etapas precolombinas, la arquitectura de Iberoamérica o Hispanoamérica (Jonquera 2016, 142).

Lo mismo ocurre desde hace siglos en Portugal y España a cuyo conjunto nombraron Iberia primero los griegos y luego Hispania los romanos, nombres que, por motivos históricos, deberíamos preferir para formar los términos Iberoamérica o Hispanoamérica en vez de Latinoamérica, mucho menos preciso, lo mismo que sucede cuando decimos Sudamérica en vez de Suramérica.

La presencia constatada del adobe en la Península es milenaria, nada que ver con las fantásticas narraciones que restringen su aparición hasta que la llegada de la invasión musulmana se adentró en Hispania, donde pueden encontrarse ya en yacimientos del Calcolítico, por ejemplo (Díes Cusí 2001, 69-122).

La cohabitación del mundo fenicio con el indígena del extremo occidental sur mediterráneo, incrementó el uso del adobe antes de que los griegos colonizaran Ampurias, lugar donde tuvieron que asentarse pues la plaza de Rosas, que pretendían, ya estaba ocupada por los semitas. Lo prueban los diseños de sus viviendas, rematadas no con teja sino en terraza, así como el empleo que hacen en ellas de la cal en forma de lechadas, morteros y revocos. Fue muy usada también para copelar la plata que extraían de ese lugar, que ellos designaban Spania.

Confirman la utilización del adobe en la Península algunos de los llamados Agrónomos latinos, entre los que estarían Columela o Palladius. Puede también comprobarse en textos especializados que cruzan los datos obtenidos en los yacimientos arqueológicos con aquéllos que comentan sobre asuntos constructivos los autores del Mundo clásico (Chazelles 2003, 1-27).

Adobe, una palabra egipcia

Según estos datos el adobe estaría en Hispania decenas de siglos antes de que pasaran a su suelo los mahometanos, a quienes se atribuye, también equivocadamente, haber dado nombre a la pieza que revisamos.

Por gentileza de Adel Famhy, discípulo de Hassan Fathy, que con tanta maestría utilizó este elemento en Nueva Gourna, sabemos que el término *adobe* está registrado en la escritura jeroglífica del Antiguo Egipto, de donde pasó a la demótica usada por los administrativos del gran imperio (Fahmy 2011, 431).

De la lengua de los faraones llegó a las norteafricanas absorbidas luego por el árabe coloquial y así acabó, tras la invasión, en Iberia, donde eran utilizados los adobes desde centurias atrás tanto solos como acompañando a la tapia en edificios de todo tipo.

La antigüedad de esta palabra y las enormes áreas geográficas donde se usa desde hace siglos este término parecen buenas razones para reivindicar que se denomine siempre así, al menos en portugués o en español, cuyos textos con frecuencia muestran el absurdo de citarlos en otros idiomas.

LA TAPIA, TIERRA ENCOFRADA Y APISONADA

La tapia es un sistema de puesta en obra, es decir, una técnica constructiva en la que se apisonan sucesivamente, dentro de una gran horma, capas de una materia (yeso, conchas, escorias, tierra...) mediante la acción de la herramienta llamada pisón.

No es un material sino un procedimiento y su nombre correcto es, en el caso que nos ocupa, “tapia de tierra”, por lo que es innecesario consignar la expresión “tapia pisada”, ya que el pisado va implícito en la técnica. Resulta por ello totalmente inadecuado denominarla “tapial”, que es el nombre específico del molde, horma o encofrado.

Como sucede con el adobe hay un cúmulo de errores conceptuales, entre los que no son menores los de equiparar la “pared de mano” y la “tapia vertida” o “tapialejo” con la tapia canónica, cuya resistencia suele ser muy superior (Figura 3).



Figura 3
Pilar de adobe entre muros de tapia desnuda

Etimología de tapia

Menos importantes son los equívocos sobre el origen de esta palabra tapia, que la mayoría de autores consideran derivada del término árabe *tabiya* cuyo significado equivale a pared de tierra.

La idea de que pasó con esta lengua a suelo hispánico está recogida desde antiguo en España, tanto en la *Recopilación* del Padre Guadix, escrita en 1593 como en el *Tesoro de la Lengua castellana o española* de Sebastián de Covarrubias, algo posterior, de 1611. La considera con la misma procedencia Reinhart P. Dozy, en su *Glossaire des mots espagnols et portugois, derivés de l'Arab*, editada en 1861.

Sin embargo, como cita Aurenche, André Bazzana, en un texto muy posterior dice que *tabiya* es una palabra bereber, lengua usada antes de la invasión árabe en el Maghreb-al-Aqsa, es decir, países situados en la orilla occidental sur del Mediterráneo mientras que no se usa en la zona oriental o Machreq (Aurenche 2011, 21, nota 3). Por su parte Joan Corominas recoge en su *Diccionario Etimológico* que si fuera palabra árabe no contaría con la letra “p”. A ello hay que añadir, a favor también de Bazzana, que la mayoría de quienes pasaron a la Península ibérica con la irrupción del Islam eran beréberes, con lengua propia y grandes expertos en la construcción con tierra, sin duda herederos de quienes levantaron los edificios de tapia en ambos lados de Gibraltar, admirados por Plinio, quien, al hablar de las tapias de África e Hispania dice «*quos appellant formaceos*» es decir, que ellos (los norteafricanos e hispanos) llaman “moldeados” (Plinio, 50, 35, p. 48).

Insiste Isidoro de Sevilla: «*Formatum, sive formaci, in Africa et Hispania parietes e terra apellant*» está describiendo los muros *formaceos*, es decir, obtenidos con el uso de una “forma” u horma. Conviene recordar que muchas palabras castellanas derivadas del latín se escribían indistintamente iniciándolas con F o con H, como ocurre con haz o faz, fizo o hizo, fijo o hijo, etc., motivo por el que se denomina “horma” o “forma” a todo aquel instrumento que se utiliza para moldear los materiales colocados en él, sean conchas trituradas, escorias, yeso, calicanto o tierra.

Ese proceso de hormado, que recoge Cárdenas, es el que se acusa en el nombre vasco de las casas clasificadas como *hormaecheas* (ormatxea hoy) en las

que esta palabra, compuesta de *horma*, forma y *echea*, casa, designa al grupo de las realizadas encofrando en una horma el calicanto o la tierra, tal como exigía el rey navarro a sus súbditos vascoarabes del valle de Araquil, cuando les conmina, en 1319, a no hacer edificios de madera para evitar los incendios (Cárdenas 1944, 37).

Presencia más antigua de estos muros

Como ocurre con toda la construcción de tierra y, en particular con el adobe, existen también variadísimos errores escritos sobre la tapia. Ya sabemos que son muchos los autores empeñados en considerar el inicio de la construcción con tierra en Iberia fruto de la presencia musulmana en su suelo, como mantenía Easton en 1996 o quienes sostuvieron, años antes, que fueron los iberos quienes la llevaron al Magreb, en opinión de Laoust, de 1934. Hay escritores como Al Galib para el que los cajones de tapiar habían sido copiados por los árabes en Hispania siguiendo modelos de la India. (Tabales 2000, 2: 1077-1088).

Sin embargo los restos arqueológicos presentes en la ciudadela ibérica de Calafell, levantada en la segunda mitad del siglo VI a.C, muestran, centurias antes de llegar el Islam a la Península, la existencia de muros compactados dentro de una horma, tapial u hormazo, donde se alternan capas de tierra con otras de cal (Belarte 2001, 27-42).

El desconocimiento que sobre esta técnica muestra Vitruvio, así como la admiración que suscita en Plinio y la falta de restos materiales en áreas de dominación romana mientras que abundan en las de presencia púnica, llevan a los arqueólogos que han analizado estas zonas a considerar que fue en el norte de África y el sur de Hispania donde se inició este sistema milenario, de enorme importancia en la historia de la arquitectura: «la ejecución de muros de tapia fue una aportación de gran relevancia para el mundo de la construcción» (Guerrero 2016, 133).

Las tapias en los textos más tempranos

Muchos son los autores europeos que desde el Mundo Clásico hasta el siglo XV citan los muros de tierra encofrada en Hispania, aunque sin especificar si experimentaron compactación. Lo hacen Varrón (libro

I, 14,4), también Palladius (L. I, XXXIV, 4) o Alberti (L. III, cap. XI), mencionando incluso las que se hacen en África y España.

Tampoco describen el proceso los escritores musulmanes que consignan los muros de tierra ibéricos, aunque sabemos por los restos aún en pie que hablan de tapia monolítica o de tapia militar, ésta con gran aporte de cal y material cerámico de machaqueo, que la dotan de enorme fortaleza. Los consignan desde el siglo X, cuando escribe su texto Al-Razi, Idrisi en siglo XI, Ibn Batuta, en el XIV, el mismo en el que Ibn Jaldún, en sus *Prolegómenos* quien sí nos deja una detalladísima descripción de cómo se realiza la técnica de la tapia, incluyendo su apisonado dentro del molde.

Casi al inicio del siglo XVI escribe su relato sobre lo que ve en Méjico Bernal Díaz del Castillo, quien describe en el capítulo LVIII de su texto el modo en que hicieron las tapias en la villa de Veracruz. También cita en sus *Décadas del Nuevo Mundo* Pietro Martire d'Anghiera, aunque jamás las vio, las que se levantaron en el Fuerte del Oro de La Española.

En la zona andina quien habla de las tapias en sus *Comentarios Reales* es Gómez Suárez de Figueroa, conocido como Garcilaso el Inca, mestizo hijo de la princesa inca Isabel Chimpu Ocllo y del noble Garci Lasso de la Vega y Vargas. Los restos del cronista reposan hoy en la mezquita-catedral de Córdoba, como si incluso al final de su vida siguiera perteneciendo, por igual y para siempre, a la síntesis de culturas que marcó su vida. Bien informado de cuanto ocurre en sus dos mundos de procedencia, de los que siempre reivindica el andino hasta el punto de hacerse llamar El Inca, se ocupa de las tapias para explicar que no se usaron en la zona de su nacimiento salvo como medidas de altura, equiparables al estado: «no supieron hazer tapias ni los españoles usan dellas por el material de los adobes» (Garcilaso 1609, libro 6, cap. 4, fol. 132). Refuerza esta opinión la descripción ya citada de Ulloa sobre los muros de Pachacamac que considera anómalos pero cuyo aspecto nos describe.

Las tapias dibujadas y sus primeros tipos

Además de los citadas monolítica y militar, ésta básicamente, un hormigón de tierra, empezaron a ser pronto muy habituales en España otros tipos de tapias cuya realización, apenas tratada en los primeros



Figura 4
Tapia encadenada

textos pero sí dibujada, podemos vincular al avance de las tropas cristianas hacia el sur, en las distintas fases de la Reconquista, momentos en los que la recuperación de grandes zonas que se deseaba poblar con presteza motivaron el impulso de las tapias mixtas encadenadas, cuyo aspecto ya ofrecen las miniaturas de *Las Cantigas*, redactadas por Alfonso el Sabio a mediados del siglo XIII.

Absolutamente habituales en casi todas las zonas de España, estas tapias encadenadas se realizan de modo muy rápido al levantar mallas constructivas formadas por la unión de elementos verticales, los machones, de piedra, de ladrillo o de adobe, habitualmente, trabados entre sí por capas horizontales, generalmente de piezas cerámicas, las verdugadas. En éstas, más sólidas que la mera tierra, suelen anclarse las agujas que soportan el tapial, en orificios llamados mechinales, almojayas, palomeras u opas, que posteriormente suelen cerrarse con un fragmento de piedra o de ladrillo, una pellada de cal o un taco de madera (Figura 4).

Los huecos formados entre los machones y las verdugadas se colmataban con tierra, sin excesiva com-



Figura 5
Tapia de juntas reforzadas

pactación puesto que su papel es sólo el de cerramiento, razón por las que resultan menos costosas y más rápidas de realizar.

Los cajones de tierra o historias, que suelen encajarse, pueden ser todos de la misma largura, formando entonces la tapia al ras mientras que en numerosas ocasiones alternan longitudes más o menos largas, constituyendo las llamadas de mayor y menor, porque los machones van a línea o dentados, como dibujará, siglos después Juan de Villanueva. Además de estas tapias encadenadas son muy habituales también aquéllas que presentan sus juntas reforzadas, sea con ladrillo, con mortero o con madera (Figura 5).

Los constructores profesionales y sus textos

Es preciso llegar al siglo XVII para encontrar en España escritos de teóricos y constructores profesionales, sean Aparejadores o Maestros Mayores de Obra. La figura de Fray Lorenzo de San Nicolás es importante para el tema de la tapia tanto en las distintas acepciones que puede tener esta palabra como por los diferentes tipos de muro que pueden realizarse con este sistema. En *Arte y uso de Arquitectura*, que aparece en 1639, este fraile constructor va desgarrando cómo levantarlos. En el capítulo 39 explica el modo de hacer tapias aceradas y tapias valencianas,

ésta «obra fortísima», ya que adosa ladrillos disponiéndolos dentro del tapial junto a los laterales de éste, alternándolos con capas de tierra y cal. Durante el proceso de apisonado los áridos llegan a la cara del tablero, con lo cual al desencofrar puede parecer un muro de cerámica, aunque con llagas y tendeles menos nítidos (Figura 6). Dentro del capítulo 50 explica la manera de aplicar el revoco sin que el muro lo escupa. Considera el muro de tapia como el idóneo para levantar fortalezas en el capítulo 63 y en el 79 explica los dos modos de usar la tapia: como medida cúbica, mediante un cajón cuyas dimensiones sean 10 pies de largo, 3 de alto y 5 de fondo y como medida de superficie de 50 pies, alcanzando su largo 10 pies y su alto 5. Prefiere, pues, Fray Lorenzo, contar con medida distinta del habitual codo, muy usada en España, de tradición semita, tanto el *rasas-sí*, más largo, grabado en la mezquita de Córdoba, como el posterior codo negro o *mamuní*, ligeramente más corto.

Los constructores y teóricos que continúan escribiendo sobre los diferentes tipos de tapia, la citan de varios modos, unos sólo como medida, consignada así en el *Breve Tratado de todo género de bóvedas*, que edita Juan de Torija en 1661. Otros, como Benito Bails comentan cómo hacer las tapias entre machones en el punto 432 de sus *Elementos de Matemáti-*

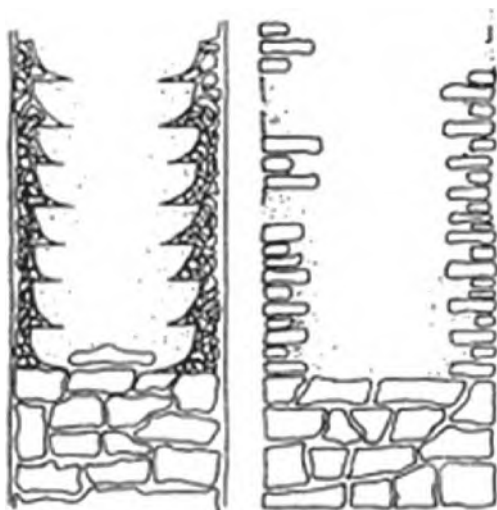


Figura 6
Secciones de tapias calicostrada y valenciana (E. Rohmer)



Figura 7
Costra de cal en una tapia

cas, de 1796, y el modo de realizar la tapia monolítica en el Punto 531 de ésta ya citada obra.

Juan de Villanueva (1739-1811), arquitecto autor del Museo del Prado, al que regresaremos luego, sí explica detenidamente en su *Arte de Albañilería* cómo construir varios tipos de tapias, desde la monolítica a las encadenadas. En su capítulo 5 repasa el grupo de las monolíticas, cómo construir con machones y verdugadas y el modo de acerarlas o convertirlas en calicostradas, es decir, revestirlas de una costra hecha con cal a la vez que se ejecuta el apisonado del muro (Figura 7). Las tapias de brecas sólo las dibuja, en una de las claras ilustraciones que incluye en su texto, un pequeño pero magistral librito que apareció en 1827, muchos años después de su muerte.

Pascual Perier edita en 1853 su *Tesoro de albañiles* en cuyo apartado “De los diferentes modos de construir que pertenecen a la albañilería” (página 99) repasa cómo hacer las tapias, su compactación, revocado, remate en albardillas si son muretes de separación, y da noticia de algo que seguía sucediendo en sus días como ocurriera en el mundo romano, la colaboración de mujeres y niños en el acarreo de la tierra, desde incluso 500 varas de distancia.

Pedro Celestino Espinosa en *Manual de construcciones de albañilería*, 1859, también describe las tapias y cita los tapiales. Marcelino García López, en *Manual del constructor*, de 1864 consigna las obras de machones y verdugadas en la página 151. Por su parte Ricardo Marcos y Bausá, en 1879, dedica casi entero el capítulo 14 del *Manual del albañil*, a describir toda clase de tapias mientras que Florencio Ger y Lóbez en su *Tratado de construcción civil*, de

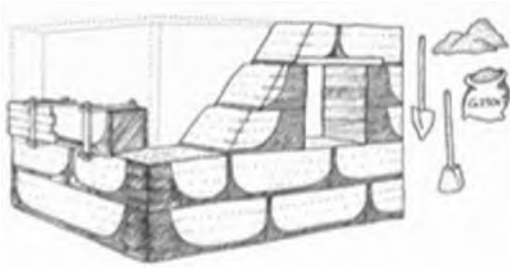


Figura 8
Tapia de brenca (Vegas y Mileto)

1898, analiza detalladamente tipos, mezclas y moldes en el capítulo 2.

Las tapias de brenca

No explican ni Fray Lorenzo ni los otros autores cómo realizar tapias de brenca, de pajaritas o de medias lunas, muy comunes en varias zonas españolas como Aragón, Valencia, levante de Andalucía, Castilla-La Mancha, Rioja, Madrid y algunas villas navarras en la Ribera del Ebro (Figura 8). Sí se ocupa de ellas Juan de Villanueva, que las representa detalladamente, aunque también omite el modo de realizarlas.

Para llevarlas a cabo es preciso depositar en los ángulos inferiores del tapial una mezcla de yeso y pequeño escombros, el “garofa”, que va adquiriendo forma de media luna al unirse con la tierra por medio de la compactación. Quitados los tapiales, y con la misma mezcla que se aplicó en el interior de éstos, se procede a llenar el mechina de modo que no sólo se da continuidad visual a la brenca, sino que se consigue mayor duración de la misma al obturar con esa pasta la almojaya, lo que evita la entrada de humedad y animales, así como el arraigo de especies vegetales que perjudican la conservación del muro.

BREVES CONSIDERACIONES FINALES

Las líneas previas de este texto han sido redactadas con afecto y admiración por la impresionante sabiduría constructiva de quienes nos antecedieron, que supieron combinar de modo magistral materiales, modos de vida, conocimientos y belleza en unos edificios cuya permanencia debemos asegurar.

No podemos olvidar que ha sido la construcción con tierra la que ha conquistado para la arquitectura las bóvedas y cúpulas más tempranas, los primeros arcos y los más antiguos ensayos de contrarresto sísmico (Guillaud 2003, 41-82).

En el mundo desorientado que hoy nos rodea, es necesario procurar, por todos los medios, no dejarla morir. Merece ser protegida tanto por el caudal de conocimientos que atesora como por la armonía evidente de las construcciones que la emplean. Y también por los medios usados para poner en obra ese maravilloso material que nos acompaña desde que nacemos, ve discurrir nuestras vidas y, cuando éstas terminan, nos cobija maternalmente en su seno.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alberti, León Baptista. 1452. *De Re Aedificatoria*. Valencia: Albatros.
- Aurenche, Oliver, Klein Alain, Claire-Anne de Chazelles, y Hubert Guillaud. 2011. Essai de classification des modalités de mise en œuvre de la terre crue en parois verticales et de leur nomenclature. En *Les cultures constructives de la brique crue. Echanges transdisciplinaires*, 3, editado por Claire-Anne de Chazelles, Alain Klein, y N. Pousthomis, 3:13-34. Montpellier: Espérou, ENSAM.
- Bails, Benito. 1796. *Elementos de Matemáticas*. Madrid: Viuda de Joaquín Ibarra.
- Belarte, Maria Carme. 2002. Tècniques constructives d'època ibèrica i experimentació arquitectònica a la Mediterrània». En *Actes de la I Reunió d'Arqueologia de Calafell*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Cammass, C. 2001. L'Architecture en terre crue à l'Âge du fer et à l'époque romaine :apports de la discrimination micromorphologique des modes de mise en œuvre. En *Actes de la table ronde de Montpellier*. Montpellier: Éditions de l'Espérou.
- Cárdenas, Gonzalo de. 1944. *La casa popular española*. Bilbao: Ediciones de Conferencias y Ensayos.
- Chazelles, Claire-Anne de. 2003. Témoignages croisés sur les constructions antiques en terre crue: textes latins et données archéologiques. *Techniques & Culture*, n.º 41: 1-27.
- Díes Cusí, E. 2001. La influencia de la arquitectura fenicia en las arquitecturas indígenas de la Península Ibérica (S. VII-VI). En: *Arquitectura Oriental y Orientalizante en la Península Ibérica*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Fahmy, A. 2011. Architecture de terre en Egypte: tradition et recherche. En: *Les cultures constructives de la brique crue. Actes du colloque international de Toulouse*. Montpellier: Éditions de l'Espérou.

- Garcilaso el Inca. 1609. *Comentarios Reales*. Lisboa: Oficina de Pedro Crasbeeck.
- Guerrero, L.F. 2016. Introducción al patrimonio colonial y republicano de América Latina. En: *Arquitectura de tierra en América Latina*. Lisboa: Argumentum.
- Guillaud, Hubert. 2003. An approach to the evolution of earthen building cultures in Orient and Mediterranean regions What future for such an exceptional legacy ? *Al-Rāfidān : Journal of Western Asiatic studies* hal-01663127: 1-28.
- Jonquera, N. 2016. Patrimonio colonial y republicano. En: *Arquitectura de tierra en América Latina*. Lisboa: Argumentum.
- Plinio el Viejo. s. f. *Historia Natural*.
- Rojas, Cristóbal de. 1598. *Teórica y práctica de fortificación, conforme de las medidas y defensas de estos tiempos, repartida en tres partes*. Madrid: Luis Sánchez.
- San Isidoro de Sevilla. 2009. *Etimologías*. Traducido por José Oroz Reta y Manuel A. Marcos Casquero. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos.
- Ulloa, A. de. 1792. *Noticias americanas*. Madrid: Imprenta Real.
- Vitruvio, Marco Lucio. 1787. *Los diez libros de arquitectura de M. Vitruvio Polion*. Traducido por José Ortiz y Sanz. Madrid: Imprenta Real.
- Wattez, J. 2001. Caractérisation micromorphologique des matériaux façonnées en terre crue. En: *Actes de la table ronde de Montpellier*. Montpellier: Éditions de l'Espérou.

Losas nervadas singulares en España, 1960-1985

Rafael García García

Como breve introducción histórica, el sistema de losas aligeradas tuvo su antecedente en el de losas sin vigas iniciado al mismo tiempo e independientemente por Robert Maillart en Suiza, Claude A. Philip Turner en Estados Unidos y A.F. Loleit en Rusia (Kierdorf 2006). Entre 1905 y 1910 desarrollaron un tipo de losa maciza cuyo aspecto visual más representativo fueron los engrosamientos de pilares con capiteles en su coronación. Pronto se describieron en Europa como losas fungiformes. Ya en esta primera etapa destacó la variedad de perfiles y formas adaptadas que se dieron a los capiteles. El sistema de losas de hormigón sin vigas se consolidó en Europa hacia los años 30, pero prescindiendo ya de la envolvente de muros de carga del perímetro, habitual en la primera etapa. Es por tanto en esa década cuando aparecen los primeros ejemplos con soportes retranqueados y bordes libres de losa sin muros de carga en fachada. Un ejemplo destacado fue la fábrica Van Nelle de Rotterdam finalizada en 1931.

Tras la Segunda Guerra Mundial la principal novedad fue el aligeramiento de las losas mediante diferentes sistemas de casetones, dando lugar a nervaduras resistentes entre ellos. Su forma más extendida fueron los casetones cuadrados hoy convertidos en solución prácticamente estándar. Figura destacada en este desarrollo fue Pier Luigi Nervi, quien amplió la experimentación a sistemas oblicuos de nervaduras dando lugar a casetones romboidales¹, a tramas triangulares de nervaduras y, sobre todo, a partir de su patente de 1949, al sistema de nervaduras² isostáticas, máximo exponente de expresividad en este tipo de

estructuras. Su primera realización con el sistema fue la fábrica Gatti (1953) en Roma (figura 1) siguiéndole las losas del deambulatorio del Palacio de los Deportes de Roma (1958-59), las del Palacio del Trabajo de Turín (1960-61) y las del Aula de Audiencias del Vaticano (1966-71). Su éxito se debió al sistema de moldes prefabricados de poco espesor utilizados como encofrados perdidos y realizados con la técnica del ferroconcreto, material formado por hormigón y un armado ligero de malla fina.

Con el referente anterior, este trabajo describe y analiza ejemplos representativos de soluciones de losas o placas aligeradas realizados en España, atendiendo a casos marcados por su singularidad y diferenciándose por tanto de las soluciones con casetones recuperables estándar. No obstante, en esta primera aproximación al tema la mayoría de los ejemplos han resultado corresponder al ámbito madrileño, lo cual no ha sido debido a una opción intencional sino a que tras la consulta de las principales fuentes disponibles los casos documentados más destacados han resultado estar en dicha área. Ello no impide sin embargo que formen en conjunto un panorama significativamente representativo de las posibilidades de esta tipología estructural. El interés de esta muestra limitada y por consiguiente de este trabajo, está, por tanto, frente a los análisis ya existentes de algunos casos, pero particularizados en cada ejemplo, en la comparación de casos relevantes y en la apreciación de su variedad.



Figura 1
Fábrica Gatti, Roma. Pier Luigi Nervi.1953. (Pica 1969:29)

EL CUADRADO COMO FORMA BÁSICA

Dentro de las soluciones con aligeramiento por casetones cuadrados dejados vistos, las más sencillas y primeramente desarrolladas, el primer ejemplo del que tenemos noticia se realizó en el techo del vestíbulo de entrada y en todos los superiores situados justo encima de él de la Casa Sindical de Madrid obra de Cabrero y Aburto finalizada en 1951 (figura 2). Dichos forjados se realizaron «con placa de 10 x 20m. resuelta con nervios bidireccionales de H.A. que quedan vistos, con una separación a ejes de nervios de 90cm., canto máximo de 70cm. y anchura de nervios de 30cm» (Azpilicueta 2005 p: 113). Sin emplear elementos decorativos en ellos, colaboraron a la «gran sencillez de líneas» buscada en aras de dar «la mayor importancia a la calidad y disposición de materiales» (Cabrero y Aburto 1957) en el edificio. Un segundo ejemplo de interés, aunque algo más tardío, son las losas también con casetones cuadrados del segundo pabellón del INI en la Feria Internacional del Campo de Madrid (1965), obra de Francisco Bellosillo (figura 3). En este caso, los casetones ritman toda la trama del edificio continuándose esta en las fachadas, las cuales están revestidas con placas de aluminio que dan lugar a una retícula de igual módulo (Bellosillo 1966). Es de particular que, en los casetones, en este caso de poca profundidad, se dejaron los costados de madera de encofrado, que quedan a la vista proporcionando un sutil enmarcado de aque-

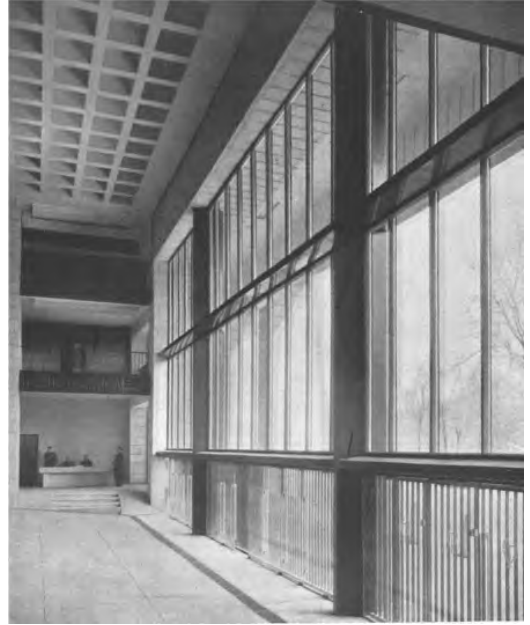


Figura 2
Casa Sindical de Madrid. Cabrero y Aburto. 1950-51. Vestíbulo. (Cabrero y Aburto 1957)

llos. Pese a la fecha, ya más retrasada respecto del primer ejemplo, siguió siendo un ejemplo pionero y adelantado de losa aligerada previo al empleo de encofrados recuperables estándar.

Curvando las losas se tendrían en realidad bóvedas nervadas derivadas directamente de aquellas. Aunque estas se aparten del tipo aquí considerado, cuando la curvatura no es muy grande es apreciable una clara relación entre ellas. Dos ejemplos de este tipo con cierta singularidad pueden mencionarse por su estrecha vinculación con las losas planas. En el centro de servicios sociales Puerta de Toledo (1992) de Juan Navarro Baldeweg el reticulado de casetones del espacio multiusos de la última planta cubrió un trapecio rectángulo de bases aproximadas 21 y 3m y altura 21m, aunque con apoyo intermedio en un muro transversal a 3m del lado que forma la altura. Con ello, puede decirse que la planta efectiva a efectos de luces es un triángulo rectángulo de lados aproximados 21 x 18m. La bóveda resultante es de tipo cilíndrico con generatrices horizontales y directriz asimétrica de radio de curvatura aproximado de 25m. Su generatriz más alta coincide con el lado de 21m (fi-



Figura 3
Segundo Pabellón del INI en Feria del Campo, Madrid.
Francisco Bellosillo. 1965. (Revista *in*, 1968, 43: 115)



Figura 4
Centro de Servicios Sociales, Puerta de Toledo, Madrid.
1992. (Navarro Baldeweg 1992: 82)

gura 4). El efecto de casetones es muy importante con claroscuros muy marcados por la delgadez de los tabiques de separación (en torno a 15cm) y su profundidad, alcanzando cerca de 55cm de fondo del espesor total de aproximadamente 75cm. La retícula formada es de aproximadamente 1 x 1 m.

El segundo caso que mencionar corresponde al salón de actos del pabellón Central de la Feria Interna-

cional de Zafra, Badajoz. Está formado por casetones con encofrados recuperables convencionales (bañeras), pero es singular por cubrir una planta octogonal apoyándose en un sistema de pares paralelos de arcos rebajados cruzados y tendidos desde los lados opuestos del octógono (figura 5). Los paños con casetones son losas que siguen la curvatura de los arcos y se adaptan en planta a las formas rectangulares, triangulares y cuadrada conformadas entre los arcos. Su efecto también es inusual y representaría uno de los pocos casos en que un sistema tan ordinario y repetido es empleado con una marcada finalidad expresiva.

Dentro de las tramas cuadradas y para terminar este apartado, es digno de mención también el ejemplo aislado encontrado en la cubierta del garaje del interior de la manzana en la calle Cristóbal Bordini 51 de Madrid (figura 6). Es un caso excepcional en el que los amplios casetones pueden entenderse también como una estructura de emparrillado de vigas en dos direcciones, aunque con notables particularidades. La trama empleada es más estrecha entre las vigas que parten a ambos lados de los soportes formando, en torno a estos, cuadrados a modo de casetones, pero con la particularidad de ser atravesados por los soportes en su centro. De estos, de planta octogonal, surgen en su parte superior cuatro cartelas diagonales que se unen a los vértices de cruce de las vigas más cercanas formando así una suerte de capitel aligerado. La trama se completa con nueve recuadros cuadrados intermedios entre las bandas de vigas dobles de ambas direcciones más cercanas a los soportes. Tal disposición es matizada a su vez por el ligero pe-



Figura 5
Pabellón Central Feria Internacional Ganadera, Zafra. (Autor)



Figura 6
Garaje calle Cristobal Bordiu 51, Madrid. (R. Osuna Redondo)

ralte de las vigas en su tramo intermedio, arqueando sutilmente la percepción de la superficie inferior de la estructura. Lo más significativo, sin embargo, es la solución de los fondos de los recuadros o casetones, realizada mediante pequeñas bóvedas tabicadas cerámicas, combinando así dos técnicas constructivas en una misma estructura. Dado que los recuadros resultantes tienen formas rectangulares y cuadradas, las bóvedas adoptadas son de dos tipos: cilíndricas y vaídas respectivamente. El ejemplo, por el momento no documentado, podría corresponder por su factura a las décadas de los años 40 (tardíamente) o 50.

TRAMAS TRIANGULARES

El primer ejemplo encontrado de losa con casetones triangulares está en la estructura de forjados de dos de los sótanos de las Torres Colón de Madrid (1977) del arquitecto Antonio Lamela y los ingenieros Fernández Casado, Manterola y Fernández Troyano (figura 7). Es llamativo que no tuvieron repercusión visual destacable y que solo se emplearan en los forjados situados a cotas $-7,9\text{m}$ y $-13,1\text{m}$, los cuales, debido al sistema de entreplantas del garaje, solo cubren algo menos de la mitad de la planta total. Fueron construidos con un espesor de 40 cm. La justificación dada por sus ingenieros fue únicamente resistente, ya que debían actuar como vigas horizontales de gran canto para resistir los empujes de tierras con una luz de flexión de 40m: «En estos casos

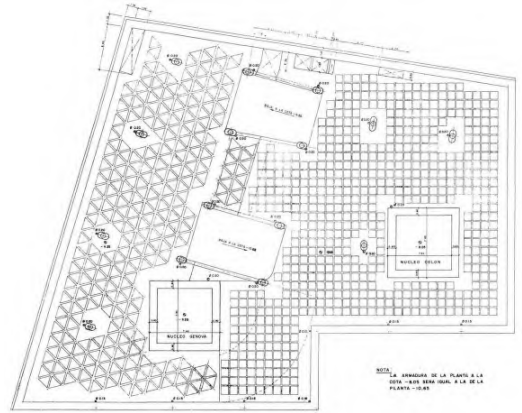


Figura 7
Torres Colón, Madrid. 1972. A. Lamela. Forjado sótano. (Fernández Casado, Manterola, Fernández Troyano 1977: 91)

adoptamos un encasetonado triangular que determinaba una estructura de las plantas horizontales más rígida que la correspondiente a una encasetonado rectangular» (Fernández Casado, Manterola y Fernández Troyano 1977: 93). La disposición de soportes en esas losas, como en el resto de los sótanos fue bastante irregular para permitir las circulaciones del garaje, siendo por otra parte decisiva la solución de concentrar todas las cargas verticales de las torres en los núcleos centrales, evitando el empleo de soportes en sus perímetros (Lamela 1977).

Mucho mayor protagonismo tuvo por el contrario la gran losa de entreplanta de la sede de la Casa Sindical Provincial de Madrid en Avenida de América (1976) de los arquitectos A. Vallejo Acevedo y Santiago de la Fuente Viqueira (figura 8). En este caso se trató de una losa de dos cantos diferentes, el mayor, de 2,50 m, para porche de acceso y apoyo del cuerpo hexagonal de las salas de juntas y el menor, de 1,80 m, en la zona de terraza exterior y como soporte del bloque alargado de oficinas.³ El inusitado gran canto de la mayor⁴ se justificó al tratarse de una losa hexagonal de 38,85m de diámetro y tener como únicos apoyos seis soportes situados en los vértices de un hexágono concéntrico de 29,50m de diámetro, pero además recogiendo en su cara superior las cargas de otros seis situados en un hexágono también concéntrico de diámetro 9,40m (Vallejo y De la Fuente 1976); estos últimos correspondientes a las siete plantas del mencionado cuerpo de salas de juntas. La

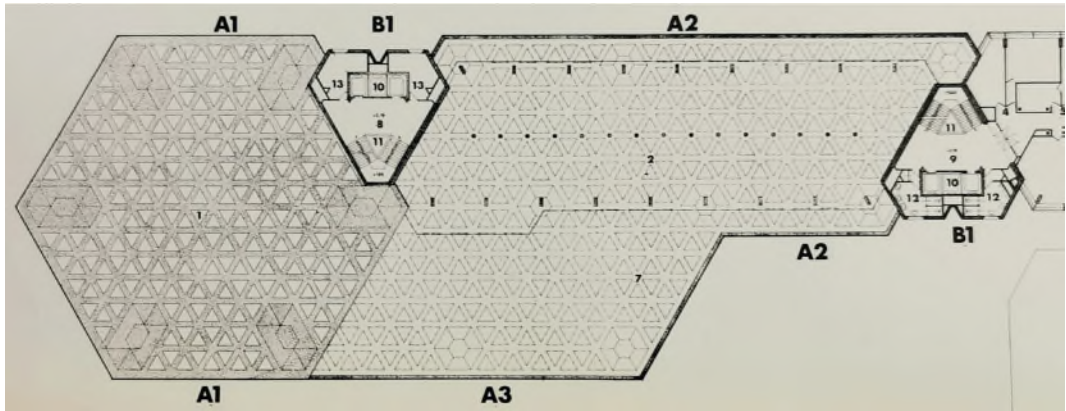


Figura 8

Casa Sindical Provincial en Avenida de América, Madrid. 1976. Planta nivel de la gran losa, cota +3,68 m. (Vallejo y De la Fuente 1970: 5)

losa de menor canto, siguiendo también la trama triangular general, adoptaba una forma alargada ensanchada parcialmente por un lado para conformar la terraza. Sus soportes se situaron según los lados de triángulos de lados 16m según líneas paralelas separadas en torno a 14m. Su también importante canto de 1,80m obedeció en este caso a la necesidad de recoger las tres líneas de soportes de las siete plantas de oficinas: las dos líneas exteriores con soportes rectangulares separados cada 5,36m y la interior con soportes cilíndricos cada 2,68m. Entre las tres formaron dos crujeas de luces iguales de 6,966m.

En este caso, la trama de la losa era además coincidente con la trama modular de todo el edificio, estando basado en la figura del triángulo equilátero de lado 2,68 m. Por coherencia geométrica, los gruesos soportes de la losa, así como sus capiteles⁵ adoptaron formas hexagonales totalmente adaptadas a la trama, en correspondencia con el sentido de unidad característico de todo el diseño (Hogar y Arquitectura 1976) (figura 9). Esta trama se empleó también en una segunda losa, techo del salón de actos y su vestíbulo, y de la sala de exposiciones, situados todos ellos en planta bajo rasante. Por sus menores cargas el canto fue en este caso en torno a 1m, aunque compartiendo el espesor de nervios de 43,5cm común a todas las losas. El salón de actos, de forma hexagonal, se situó en coincidencia vertical con la gran losa de canto 2,50m, repitiendo su forma y dimensiones, y com-

partiendo también sus soportes perimetrales. Como prueba de carga de la parte de losa sobre el salón de actos se procedió a la formación de una balsa de agua sobre su cara superior.

TRAMAS SOBRE CÍRCULOS

El problema de la adaptación de sistemas de nervaduras a plantas circulares tuvo un destacado representante en el nuevo Liceo francés (1971), construi-



Figura 9

Casa Sindical Provincial en Avenida de América, Madrid. 1976. (Vallejo y De la Fuente 1976: 112)

do en el parque del Conde de Orgaz de Madrid con proyecto de los arquitectos Alfredo Rodríguez Ortiz, Pierre Sonrel y Jean Duthilleul (1970) (figura 10). En él se construyó una losa nervada conformada por casetones romboidales como techo del pabellón circular de comedores, cocina y salón de actos, todos ellos dentro de una planta circular de 59 m de diámetro (figura 11). Como rasgo característico, las nervaduras son trazadas en este caso uniendo puntos de soporte de dos circunferencias concéntricas, pero no pertenecientes al mismo radio sino desplazados dos sectores entre sí.⁶ La trama resultante tiene ciertas similitudes con las de tipo espiral, pero en este caso se mantiene la rectitud de los nervios. Según las foto-

grafías disponibles esta estructura nervada es dejada a la vista tanto en los aseos como en los techos de comedores. Llama la atención, por otro lado, que la división angular de la planta no forme sectores resultado de una división regular de partes de la circunferencia, siendo el ángulo formado entre la mayoría de los soportes contiguos de sus dos anillos, $6^{\circ} 20'$, magnitud que no corresponde a divisiones exactas del total de 360° .

Como segundo caso relevante puede proponerse, aunque no sin algunos aspectos controvertidos, el Instituto del Patrimonio Cultural de España (1988) obra de los arquitectos Antonio Miró y Fernando Higueras. Tal como se refleja en la ficha del archivo de

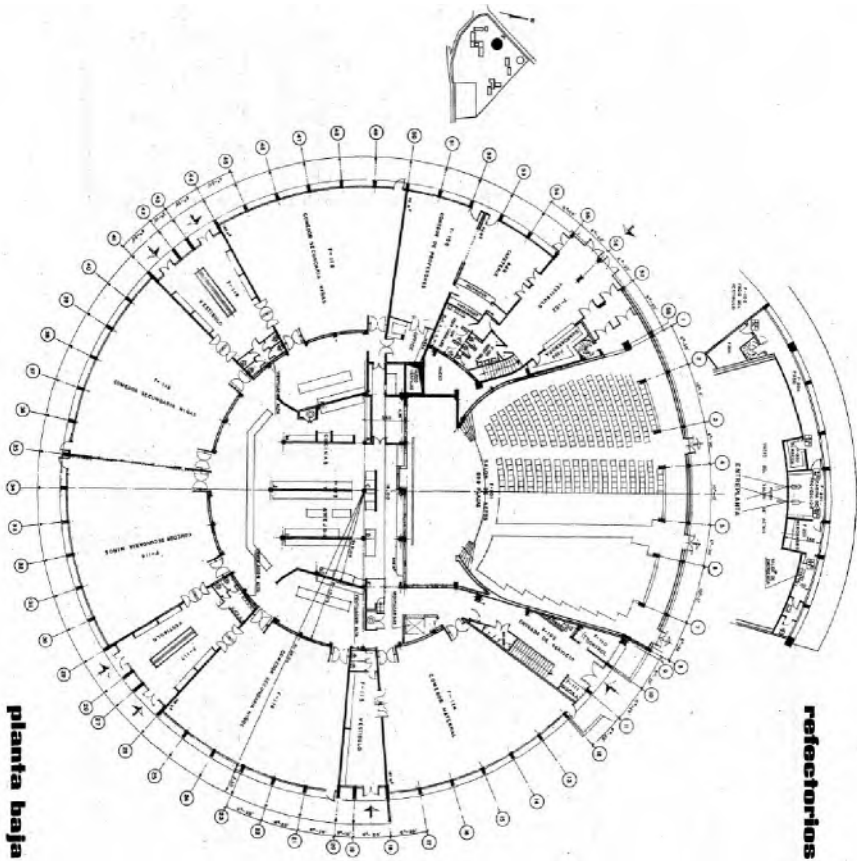


Figura 10
Nuevo Liceo francés, Madrid. 1971. Planta edificio B de comedores y salón actos. (Rodríguez Orgaz, Sonrel y Duthilleul 1970: 27)

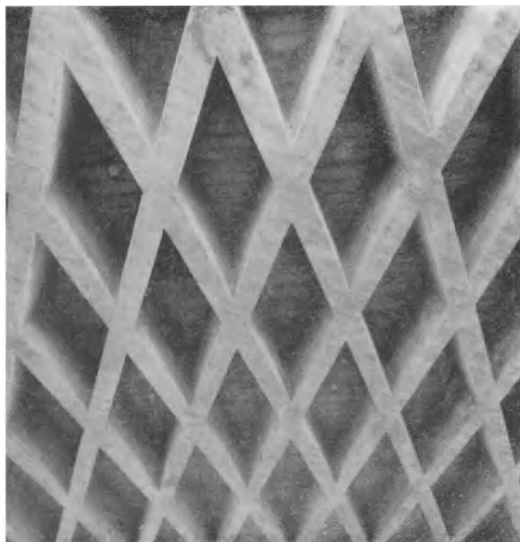


Figura 11
Nuevo Liceo francés. Losa nervada edificio B. (Cassinello 1974: 431)

la fundación Docomomo Ibérico, el trazado del edificio «sobre redundante esquema circular, lleva al límite el ‘tipo’ en una brillante identificación de forma, función y estructura, desarrollándolo focalmente entorno a un luminoso claustro porticado». La división sectorial en este caso se realiza, además: «según concéntrico racimo de 30 gajos interiores traducidos en 60 módulos de fachada, elocuentemente resueltos en vuelos compensatorios del sistema estructural radial» (Sanz Hernando s.f.). Dicha solución estructural radial consistió en un sistema de pórticos con voladizos en todo el perímetro y en los anillos interiores, acorde con el concepto compensatorio referido (figura 12).

La asimilación al tipo de nervaduras la produce el sistema de arriostramientos horizontales entre vigas, lo que tiene lugar predominantemente entre las vigas en vuelo. Como elementos de arriostramiento se diseñaron nervaduras que en planta forman diagonales concurrentes en un pequeño cuadrado central, y que constituyen uno de los *leitmotiv* formales más destacados del edificio (figura 13).⁷ La impresión de estar bajo un sistema de forjado con nervaduras se obtiene especialmente en las zonas con tramos de arriostramientos contiguos, como por ejemplo en los vuelos del patio

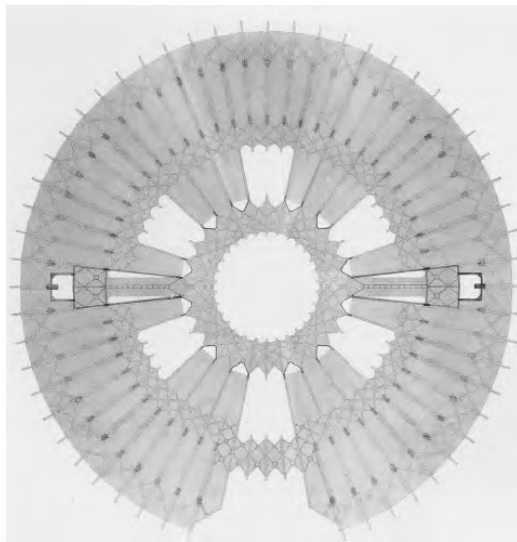


Figura 12
Instituto del Patrimonio Cultural de España. 1988. F. Higuera y A. Miró. Estructura planta baja. (<https://www.archdaily.cl/cl/918317/clasicos-de-arquitectura-instituto-del-patrimonio-cultural-de-espana-la-corona-de-espinas-fernando-higuera/5cf46ab7284dd14f380002ff>. Visitada 25/10/2023)

central (tres tramos en sentido radial) y en los voladizos compensados a ambos lados de los soportes (dos tramos en sentido radial). No obstante tratarse en realidad de un sistema porticado radial, como se ha comentado, el tema formal de los nervios de arriostramiento se mostró de forma especialmente expresiva en la marquesina de entrada sobre la escalera de acceso, en donde una porción de entramado de nervaduras queda libremente expuesta. Lo significativo aquí es que, al no contar con apoyos, el sistema radial de vigas deja de funcionar, y el papel resistente recae en la trama de nervaduras diagonales, portando estas las cargas en sentido transversal (o anular) hacia las paredes laterales. Aunque en conjunto la solución estructural de este caso es desde luego un sistema impropriadamente asimilable en rigor al tipo de nervaduras y casetones, la existencia de situaciones en que las nervaduras son algo más que simples arriostramientos pone sin embargo un elemento de ambigüedad respecto al comportamiento estructural previsible que merece señalarse y que ha justificado introducirlo entre los casos de este trabajo.



Figura 13
Instituto del Patrimonio Cultural de España. 1988. Pasillo-distribuidor interior. (Docomomo ibérico. Foto Luis Argüelles)

LOSA DE SOL

Por su singularidad y peculiar geometría, incluimos como caso final la losa del vestíbulo de la estación de metro de Sol en Madrid (1987), realizada según diseño de Félix Candela, siendo además uno de sus últimos trabajos como proyectista de estructuras (figura 14). La losa debía cubrir una planta trapezoidal simétrica de bases aproximadas 30 x 44 m y altura en torno a 24m correspondiente a la excavación efectuada para el nuevo vestíbulo central con motivo de la reorganización de toda la estación. Dentro de él se habían previsto tres líneas de soportes en sentido paralelo a las bases con separaciones de 4,80m para los de las alineaciones exteriores y el doble para los de la línea central. Entre las mencionadas alineaciones de soportes, la separación era de 7,20m. Como alternativa a las previsiones iniciales de realizar una losa con case-tones convencionales en retícula de 80 cm por par-



Figura 14
Losa vestíbulo estación de Sol. 1987. F. Candela. (Autor)

te de la empresa adjudicataria del proyecto, Candela propuso una trama de doble cuadrícula girada, cuyo resultado final se asemeja a un trazado islámico por las formas estrelladas de sus nervaduras.⁸ Sin embargo, a pesar de su regularidad, son en ella algo desconcertantes las faltas de alineación entre nervios y pilares en las alineaciones paralelas a las bases y solo oblicuamente se conectan entre sí los cercanos entre dos líneas paralelas. Esta condición, enigmática en apariencia, queda explicada tras su análisis geométrico del que resulta que la trama empleada se basa en la relación 3, 4 y 5, de modo que seis módulos cuadrados de una trama son algo así como la hipotenusa de un rectángulo cuyos catetos se forman con cuatro y cinco módulos de la otra trama (García García 2020: 128). Es decir, que considerando no los módulos sino las distancias entre sus centros, ambas tramas se relacionan mediante la relación pitagórica elemental 3,4,5 materializada en el denominado triángulo egipcio (figura 15).

La solución dada es de la máxima originalidad, ya que hasta donde sepamos, no se había empleado hasta entonces, siendo además la más sencilla que permite que las dos tramas giradas conformen un patrón regular con coincidencias periódicas. Cualquier otro giro entre tramas cuadradas iguales que

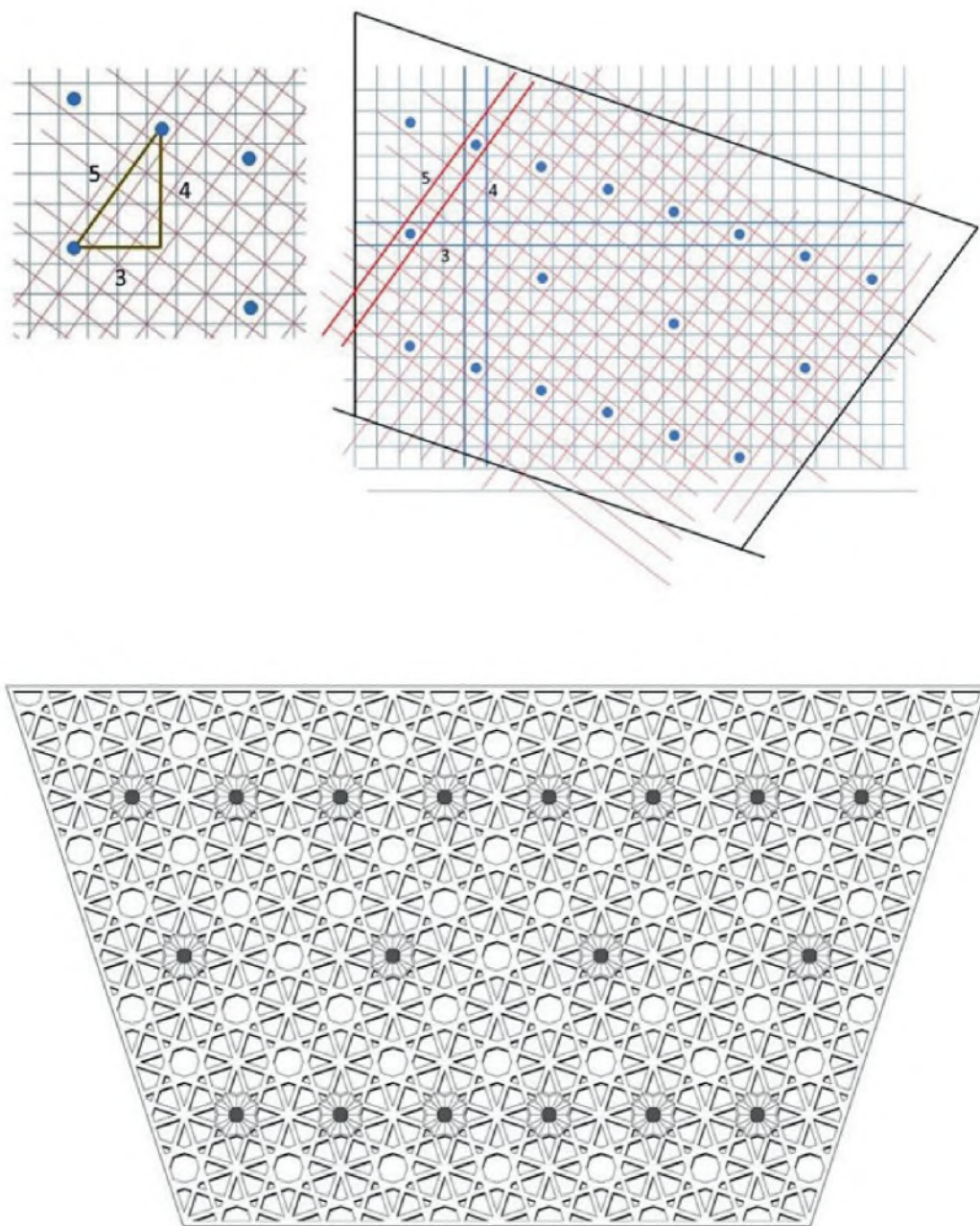


Figura 15.
Losa estación de Sol. Relación entre las tramas de nervaduras y planta de la losa. (García García 2020: 128 y 129)

no esté en relación pitagórica, es decir que no forme triángulos rectángulos con números enteros, no dará lugar a congruencias distintas del primer punto en que se hagan coincidir. No son congruentes entonces las formadas por giros de 30, 60, o 45 grados. Lo sorprendente es además que se adaptara tan adecuadamente a los ángulos ya preexistentes del trapezio y a los soportes ya prefijados dentro de él. Esta configuración tiene varias interesantes propiedades siendo la de más interés práctico que en realidad todas las formas de intersección entre las tramas se reducen a solo dos módulos cuadrados distintos: los cuadrados de congruencia en que los centros de una y otra coinciden, y los de cruce, con las líneas de una y otra trama sin correspondencia mutua. Ello permite construir toda la losa con solo dos moldes cuadrados distintos, tal y como realizó. Existe también una curiosa correspondencia entre esta configuración y la simple reticular de casetones cuadrados de 80 cm que permite congruencias entre ambas y que también fue empleada para modular una planta de entresuelo con los mismos soportes y casetones convencionales.

Por otra parte, son de interés también en este caso los capiteles, con un diseño en disposición estrellada de dieciséis pequeños paraboloides hiperbólicos en la coronación de los pilares (figura 16). Están adaptados de tal forma que permiten la transición entre la sección octogonal de los pilares y la forma estrellada de intersección entre las dos tramas. Ligan la solución de esta losa con la trayectoria de construcción de estas superficies regladas por la que su autor había sido reconocido internacionalmente. Tanto estos como los módulos de casetones se realizaron como moldes de hormigón reforzado con fibra de vidrio tipo G.R.C. Con ello Candela recuperó actualizada la técnica de moldeado de encofrados perdidos de hormigón que décadas antes Nervi había utilizado en las más logradas losas nervadas mencionadas al comienzo de este artículo. Al mismo tiempo dejó un último legado de su ingenio en la ciudad en la que nació y para la que con autoría directa no había realizado ninguna obra anterior.

CONCLUSIONES

El conjunto de casos analizados da muestra de la variedad de soluciones y matices con que el concepto

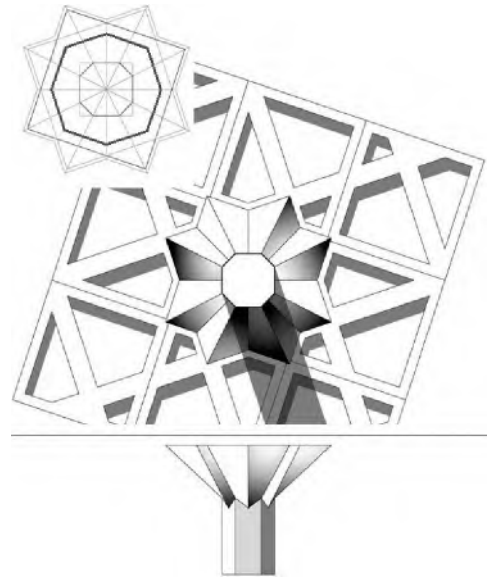


Figura 16
Losa estación de Sol. Capitel de la losa y geometría de casetones octogonales. (García García 2020: 133)

de losa con aligeramientos o nervaduras fue interpretado en el ámbito de estudio considerado. Ha podido verse que, pese a lo reducido del número de casos contemplados, en su variación estos cubren gran parte de los tipos que estas soluciones de forjados adoptaron en el panorama internacional. Dado que no se ha tratado de un estudio exhaustivo, se anima por tanto a proseguir en la búsqueda de nuevos ejemplos que seguramente abrirán aún más el campo de posibilidades para las losas de estas características. El estudio ha pretendido mostrar el interés de centrar la atención en un tipo estructural poco considerado en forma panorámica y poco atendido en relación con sus múltiples variantes y, sobre todo, apreciar la singularidad de los casos en que no se emplearon las soluciones estándar, tan repetidamente empleadas y de tan triviales resultados. Esperamos haber contribuido con ello a su puesta en valor y a apreciar el interés añadido que su análisis aporta a los edificios en que se realizaron, pudiendo en algunos casos, por si solos como elementos o integrados en sus edificios, ser considerados como patrimonio a conocer y conservar. Queremos enfatizar, por tanto, que el estudio de partes significativamente relevantes de los edificios asociadas a tipologías constructivas plantea líneas de

investigación y trabajo que merecen ser exploradas por su capacidad de arrojar luz sobre el patrimonio arquitectónico, en este caso moderno, a un nivel más global incluso que las propias tipologías.

NOTAS

1. De este tipo son los realizados en la losa curvada del graderío del palacio de los deportes de Roma (1958-59) y en las plantas bajas de la torre Australia square en Sidney (1961-67), en este caso adaptados a la planta circular del edificio.
2. Con este sistema, uno de los primeros ejemplos de que se tiene constancia es de Félix Candela y se sitúa en la losa del suelo de la capilla de San Vicente de Paul en Ciudad de México (1959), si bien Nervi realizó poco después con dimensiones notablemente superiores la estación de autobuses de Nueva York (1960-62) (Desideri, Nervi jr y Positano 1982).
3. Las cargas de cálculo fueron de 3620 y 2520 kg/m² respectivamente.
4. Aunque se indica por los autores una capa de compresión de 60 cm para la losa (Vallejo y De la Fuente 1976: 79), las fotografías de obra y el plano de detalle representan una losa sin dicha capa y abierta por arriba, cerrándose posteriormente por tapas triangulares de poco espesor simplemente apoyadas.
5. Justo bajo los capiteles se estableció una gruesa junta horizontal, marcando la plancha de neopreno que permitió el apoyo simple de la losa.
6. Con ello siguen disposiciones similares a las mencionadas de Nervi en nota 1.
7. El dibujo en planta de la estructura adquiere además un alto protagonismo formal al proyectarse en el suelo de todo el edificio.
8. Su propuesta provocó inicialmente una fuerte rechazo entre el equipo de la empresa de ingeniería TYPSA para la que Candela actuaba como consultor (Bueno 2010).

LISTA DE REFERENCIAS

- Azplicueta, E. 2004. Casa Sindical (1952-1955) Francisco de Asís Cabrero Torres-Quevedo, Rafael Aburto Renovales. En *La Construcción de la Arquitectura de Postguerra en España (1939-1962). II-Apéndice de fichas sobre edificios actuaciones y sistemas constructivos*. 112-121. Tesis doctoral. Madrid: UPM.
- Bellosillo, F. 1966. Instituto Nacional de Industria. Proyecto de Pabellón de Exposiciones en la Feria del Campo de Madrid. *Temas de Arquitectura*, 82: 38-45.
- Bueno, P. 2010. Félix Candela. Colaboración con TYPSA en los años ochenta. En P. Cassinello ed. *Félix Candela. La conquista de la esbeltez*. 177-183.
- Cabrero, F. y R. Aburto. 1957. Casa sindical. *Informes de la Construcción*, vol. 10, 96.
- Cassinello, F. 1974. Placas. En *Construcción. Hormigonería*, 421-431. Madrid: Rueda.
- Desideri, P., Nervi, P.L jr y Positano, G., 1982. *Pier Luigi Nervi*. Barcelona, Gustavo Gili (ed. orig. 1979).
- Fernández Casado, C; J. Manterola y L. Fernández Troyano. 1977. Estructura de la Torres Colón. Madrid-España. *Informes de la Construcción*, vol. 30, 293: 61-94.
- García García, R. 2020. Félix Candela en Madrid. La insólita geometría del techo del vestíbulo central de la estación de Sol. *Ega. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, vol. 25, 38: 126-135.
- Hogar y Arquitectura. (redacción). 1976. Dos nombres, un edificio. La nueva casa sindical vista por sus arquitectos. *Hogar y Arquitectura*, 118-119: 21-25.
- Kierdorf, A., 2006. Early Mushroom Slab Construction in Switzerland, Russia and the U.S.A. – A Study in Parallel Technological Development. *Proceedings of the Second International Congress on Construction History*. Vol. II: 1794-1807.
- Lamela, A. 1977. Torres Colón. Madrid-España. 1977. *Informes de la Construcción*, vol. 30, 293: 29-54.
- Pica, A. 1969. *Pier Luigi Nervi*. Editalia, Roma y Gustavo Gili, Barcelona.
- Revista in. 1968. Presencia del I.N.I. en la III Feria Española del Atlántico (Las Palmas de Gran Canaria), Feria Internacional de Poznan (Polonia) y VII Feria Internacional del Campo (Madrid). *in*, 43: 113-115.
- Navarro Baldeweg, J. 1992. Centro Puerta de Toledo. Centro de Servicios Sociales. *El croquis*, 54: 76-87.
- Rodríguez Orgaz, A.; P. Sonrel y J. Duthilleul. 1970. Nuevo Liceo francés en Madrid-España. *Informes de la Construcción*, vol. 23, 233: 23-44.
- Sanz Hernando, A. S.f.. Sede del Instituto del Patrimonio Histórico Español. Ficha docomomo ibérico. <https://docomomoiberico.com/edificios/sede-del-instituto-del-patrimonio-historico-espanol/> Visita 25/10/2023.
- Vallejo Acevedo, A. y S. de la Fuente Viqueira. 1970. Casa sindical provincial en Madrid. *Hogar y Arquitectura*, 86: 3-12.
- Vallejo Acevedo, A. y S. de la Fuente Viqueira. 1976. Delección de la O.S. (Madrid). *Hogar y Arquitectura*, 118-119: 26-155.

Diseño de acueductos elevados de finales del siglo XVIII en México: el caso del que abastecía a la antigua Villa de Cuernavaca

Natalia García Gómez

En este artículo se exploran los conocimientos técnicos de la época de construcción del acueducto elevado que formaba parte del sistema hidráulico que abastecía a la Villa de Cuernavaca a finales del siglo XVIII. Se presenta una reconstrucción hipotética de su configuración original con base en registros fotográficos y crónicas de la época, ya que el crecimiento urbano transformó la arquería disminuyendo su altura, eliminando algunos de sus arcos y deteriorando su sección transversal, particularmente por el paso continuo de vehículos de transporte público. Con el estudio de reglas empíricas de antiguos tratados de construcción y de los conocimientos teóricos que empezaban a enseñarse en las escuelas de Arquitectura e Ingeniería en México a finales del siglo XVIII e inicios del XIX ha sido posible explorar el origen de la concepción de su estructura. Se hace hincapié que ese tiempo fue un periodo en el que aún estaba vigente el enfoque tradicional, mientras que los avances de la teoría mecánica aún no eran del todo aplicados en la práctica de la construcción en México. Aunque las bases empíricas y teóricas son diferentes en ambas perspectivas, el cuidado de la forma y las proporciones evitaban la aparición de esfuerzos de tensión y favorecían el trabajo de la estructura a compresión, garantizando así la estabilidad de las construcciones de mampostería.

ANTECEDENTES: FORMACIÓN DE LOS CONSTRUCTORES A FINALES DEL SIGLO XVIII

Los conocimientos que usaban los constructores en la Nueva España a finales del siglo XVIII para garantizar la estabilidad de arquerías como la del acueducto elevado que es objeto de este estudio pueden explorarse a través de fuentes históricas y técnicas de la época, así como de tratados de construcción anteriores al siglo XVIII. Si bien, desconocemos cuál fue el uso real de las reglas empíricas tradicionales europeas en México, a través de ellas podemos aproximarnos a las bases que los constructores de ese tiempo observaban para concebir sus proyectos. Boils (2006) comenta que a inicios del siglo XVIII quienes construían las obras civiles como los puentes y acueductos en la Nueva España fueron principalmente los arquitectos y, en la segunda mitad del siglo, llegó un grupo importante de ingenieros militares europeos, quienes se encargaron de ese tipo de obras. Además, en las últimas décadas del siglo XVIII se fundaron en la ciudad de México dos instituciones que tuvieron gran importancia en la formación de los constructores de lo que en ese entonces era la Nueva España.

Primero se creó la Academia de San Carlos, orientada a la enseñanza de las Bellas Artes y cuya finalidad inicial fue la de capacitar a la mano de obra local. Poco después, en ese mismo siglo, se creó el Real Seminario de Minería, considerado como la cuna de la ingeniería en México y la primera escuela

de minas y de las ciencias de la Tierra en el continente americano. Desconocemos el programa de estudio de los primeros años de la Academia, pero Fuentes (2002) señala que pudo ser similar al de los estudiantes pensionados en Madrid en 1793, el cual, incluía a la geometría, las matemáticas y el dibujo entre sus materias técnicas. En 1796 se dan detalles del plan de estudios y se aconseja que el texto básico de matemáticas sea el de Benito Bails, y que se consulte también los tratados de Vignola y Vitrubio para conocer los órdenes clásicos y la composición de los templos. También se incluía la teoría elemental de arquitectura y el conocimiento de antiguos tratados de arquitectura, como los de Alberti, Palladio o Borromini que, como es sabido, dan recomendaciones para arcos y puentes. Respecto a la composición de arcos y bóvedas recomendaban «el arte de la montea y su cálculo». Se impartían conocimientos de nivel básico de aritmética y algebra que incluía el cálculo de logaritmos, ecuaciones y progresiones aritméticas y geométricas (Fuentes 2002).

Por otra parte, sabemos que textos como los de Juan Muller (1699-1784) y Bélidor (1697-1791) eran conocidos por los arquitectos de inicios del siglo XIX en México y probablemente también al final del siglo XVIII. Ambos autores son citados en una controversia suscitada entre el director de matemáticas y el de arquitectura de la Academia de San Carlos relacionada con un dictamen para la conclusión de la torre de la parroquia del puerto de Veracruz (Fuentes 2002, 40). Respecto a Bélidor, su libro *Science de l'Ingenieur* (Bélidor 1729), ha sido considerado por Collins (2001) como el primer tratado que se aleja de las antiguas reglas tradicionales para abordar los problemas de construcción, presentando soluciones a partir de los avances matemáticos de la época. También señala que, aunque antes ya se habían publicado memorias de matemáticos, como Philippe La Hire, que trataron problemas de la estabilidad de las bóvedas, el texto de Bélidor (1729) fue el primero en su tipo sobre construcción. Otro texto de este autor que tuvo gran influencia en la formación de los ingenieros de las Academias Militares en el siglo XVIII que también pudo ser conocido en México es *Architecture Hydraulique* (Bélidor 1737).

Si bien, tal como lo apuntan Collins (2001) y Huerta (1998), la aplicación de los avances matemáticos y de la teoría mecánica influyó paulatinamente en la práctica de la construcción y al inicio de este

periodo de transición, los nuevos conocimientos sólo se usaron para hacer revisiones de edificios ya construidos y los procedimientos tradicionales, expresados en reglas empíricas, siguieron prevaleciendo hasta cuando la industrialización del acero y el concreto aceleró el abandono paulatino de la mampostería y, por consiguiente, también de los conocimientos tradicionales para garantizar su estabilidad.

Durante el siglo XVIII las reglas antiguas tradicionales se siguieron usando en los proyectos de construcción, textos como los antes citados contribuyeron a que la enseñanza de la arquitectura y de la ingeniería se encaminara más hacia lo racional y no tanto a lo empírico, incrementando las materias técnicas en la formación de los futuros constructores (Fuentes 2002). No está de más apuntar que, años más tarde, a mediados del siglo XIX Javier Cavallari fundó una escuela anexa a la Academia de San Carlos, creando la carrera de arquitecto e ingeniero civil en la que unía ambas disciplinas y cuyo plan de estudios ya incluía las asignaturas de estática y mecánica, así como las de construcción de puentes y obras hidráulicas (Katzman 2002). Posteriormente, en 1867 fue expedida una ley para separar ambas disciplinas y el Colegio de Minería cambió su nombre a Escuela Especial de Ingenieros, mientras que la Academia de San Carlos fue denominada Escuela Nacional de Bellas Artes (Katzman 2002), acentuando así la diferencia en la formación entre arquitectos e ingenieros.

OBJETO DE ESTUDIO

Contexto histórico

La ciudad de Cuernavaca fue la principal capital del señorío indígena de Cuauhnáhuac y en el periodo novohispano su historia estuvo ligada a la de Hernán Cortés, quien estableció ahí su lugar de residencia cuando presidió el Marquesado del Valle de Oaxaca. Al noreste de esta ciudad se ubica el barrio de Gualupita donde existieron hasta la década de 1930 unos manantiales conocidos como «ojos de Gualupita» que abastecieron a finales del siglo XVIII a la población de la Villa de Cuernavaca y, en particular, a la casa Borda, ubicada cerca del zócalo del poblado y, cuyo dueño, Manuel de la Borda, mandó a construir la obra hidráulica. El acueducto era subterráneo e incluía secciones elevadas con arcadas en las hondonadas de



Figura 1

Estructura original del acueducto elevado de Gualupita a inicios del siglo XX: (a) Vista del acueducto en 1904 (Colección C. B. Waite/W. Scott, Fototeca Nacional INAH), (b) Vista del acueducto entre 1850-1900 (Tulane University Digital Library)

su trayectoria (Robelo 1894). Las crónicas describen diez arcos, pero al menos, la sección del objeto de estudio tuvo siete arcos en total (figuras 1 y 2).

En antiguos registros fotográficos se observa que el objeto de estudio de este trabajo partía de las faldas de la loma sobre la que se desplanta el actual templo parroquial del barrio y constaba en ese entonces de siete arcos, de los cuales, seis eran semicirculares y el último del lado poniente, de mayor luz que el resto, de tipo carpanel (figura 2). En dicha fotografía se alcanza a observar que este arco se apoyaba en un muro que llegaba a las faldas de un montículo; a partir de ahí el canal debió continuar subterráneo hasta llegar al tramo del acueducto elevado edificado

sobre el puente Carlos Cuaglia (figura 5a), fuera del perímetro del barrio de Gualupita. En el perfil del terreno se ven claramente las zonas más bajas, donde se requirió la construcción de las arcadas para conservar la pendiente necesaria del acueducto. La trayectoria del acueducto subterráneo debió seguir el contorno de las colinas (figuras 3 y 4), adaptando su trayectoria a la configuración del relieve del terreno. Así evitaron grandes excavaciones y rellenos, respetando las colinas sobre las que fueron desplantados ambos extremos de la arcada, tal y como Trevor (2002) comenta procuraban hacer los romanos al proyectar la trayectoria de sus acueductos.

Debido al crecimiento urbano, el acueducto de Gualupita fue transformándose sobre todo a partir de inicios del siglo XX, como se observa en la figura 5b. Actualmente sólo cuenta con cuatro de los siete arcos que observamos en los antiguos registros fotográficos, ya que los tres arcos que llegaban a las faldas de la colina del templo parroquial fueron eliminados o quedaron entre las habitaciones de las nuevas viviendas edificadas en el lugar (figura 6). Del mismo modo sucedió con el posible muro que servía de apoyo al arco carpanel en el extremo poniente, quedando como parte integrante de la estructura de las viviendas.



Figura 2

(a) Vista de los siete arcos del acueducto de Gualupita (Acervo Fotográfico Antigua Academia de San Carlos Acervo UNAM)

Configuración original del objeto de estudio y descripción de sus materiales

La figura 6 muestra una hipótesis de la reconstrucción de la geometría del acueducto con su configu-

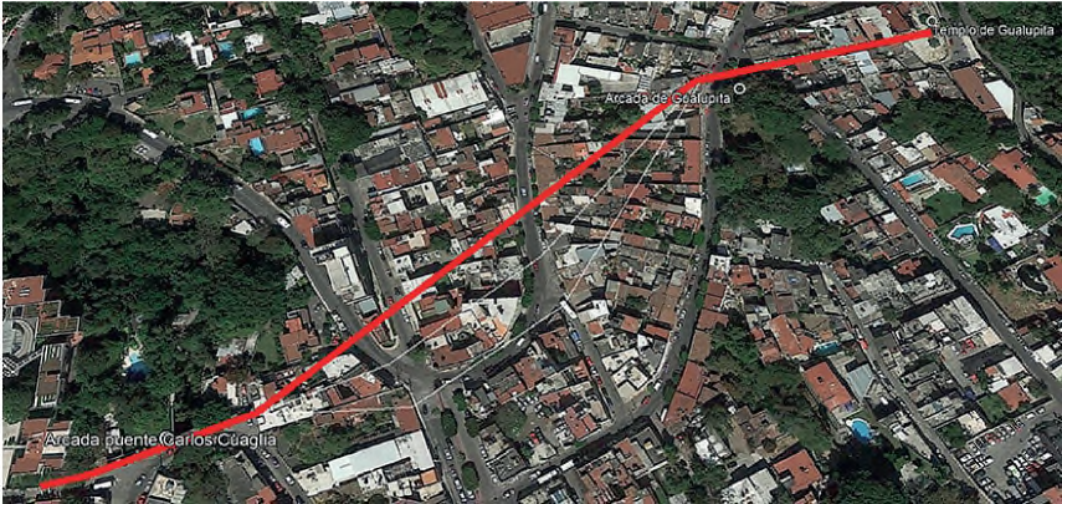


Figura 3
Ubicación de la arquería de Gualupita y del puente Carlos Cuaglia (realizado en Google Earth)

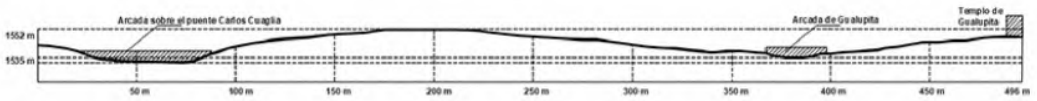


Figura 4
Perfil topográfico de una trayectoria que incluye la ubicación de dos arquerías y la colina que rodeaba el acueducto subterráneo



Figura 5
(a) Arquería sobre el puente Carlos Cuaglia en el año 1900 (Adquisición Martine Chome Fototeca Nacional INAH), (b) arquería de Gualupita alrededor de 1935 (Colección Arnulfo Viveros Fototeca Nacional INAH)

ración original basada en los registros fotográficos disponibles. Se observan los siete arcos originales, destacando los cuatro que se conservan en la actualidad, tres de los cuales tienen perfil semicircular con claros de 5.50 m y el de tipo carpanel de poco más de 12 m de luz. Cada arco está apoyado sobre pilastras de sección transversal de poco más de 1 m de ancho y 90 cm de espesor. La altura del arranque de los arcos va disminuyendo con el fin de lograr la pendiente requerida para el flujo continuo del agua, quedando los centrales de entre 1.55 y 1.24 m, y el arco carpanel con apenas 80 cm aproximadamente.



Figura 6
Configuración original y actual de la arquería (unidades en metros)

Se observa que estas alturas eran mayores y disminuyeron con la pavimentación de las calles, probablemente desde inicios del siglo XX (figura 7a y 7b). Además, el peralte de los arcos se ha visto seriamente afectado por el frecuente paso del transporte público (figura 8). La altura original de la arquería se propone aquí con base en el estudio de las fotografías antiguas tomando como referencia una estatura propuesta de las personas que aparecen en ellas (figura 1a).

El hueco del canal tiene una sección transversal de 35 cm aproximadamente y tenía una cubierta para resguardar el agua de la intemperie, formada por piezas de ladrillos inclinados y apoyados entre sí a todo lo largo del acueducto. La pendiente del canal es de 0.2% aproximadamente y en las fotografías antiguas se observan algunas filtraciones de agua en los tímpanos indicándonos la deficiencia del revestimiento al interior del canal y la posible ausencia o deterioro de chaflanes en las aristas que solían colocarse en los acueductos para evitar la transaminación del líquido (figura 1b).

La mampostería de los tímpanos y pilares está compuesta por conglomerados de piedras volcánicas de forma irregular unidas por mortero de cal. En la rosca de los arcos y las esquinas de los pilares la mampostería es de piezas de ladrillo de barro rojo recocido de 28 cm de largo, 12 cm de ancho y 2.5 cm de espesor, unidas con gruesas juntas de mortero. Los ladrillos de los arcos están colocados de canto en sentido radial continuando esa misma dis-



Figura 7
Vista del estado actual del acueducto: (a) arco carpanel al fondo y arco semicircular central, (b) vista de un arco semicircular en el primer plano y de la parte superior del tímpano de los arcos desaparecidos entre las viviendas



Figura 8
Daños en el arco carpanel

posición en las esquinas de las pilas en toda su altura. Los arcos semicirculares tienen como peralte los 28 cm de longitud de las piezas de ladrillo, mientras que en el arco carpanel se colocaron varias piezas cuatrapeadas hasta formar una rosca de 65 cm. En el espesor del acueducto las piezas de ladrillo también están colocadas de manera intercalada para alcanzar el espesor de la arcada de poco menos de un metro.

GEOMETRÍA Y CRITERIO ESTRUCTURAL DEL OBJETO DE ESTUDIO

Las arquerías de mampostería para acueductos elevados están compuestas por arcos que descansan sobre pilares y estribos. Si bien, este tipo de estructuras tienen la misma forma y disposición general que los puentes, autores como Degrand (1888) o Trevor (2022) hacen la distinción entre ambos y señalan que los requisitos de diseño son diferentes. Detallan que los puentes se construyen para salvar obstáculos naturales, como ríos o abismos, donde no es fácil colocar apoyos intermedios y tiene que cuidarse que éstos no generen demasiadas turbulencias del agua cuando se trata de cruzar un río; habitualmente tienen pocos arcos y sus apoyos o pilas

son de gran espesor; la altura generalmente baja en relación con su longitud es una característica que más influyó en la elección de la forma de los arcos de los puentes, recurriendo frecuentemente a los arcos rebajados elípticos o carpanel para mantener poca altura y procurar pocos apoyos intermedios. Por su parte, los viaductos o acueductos elevados están compuestos por una serie de arcos a gran altura de pequeñas luces, que suelen cruzar amplios valles con el fin de conservar el nivel necesario para el flujo constante del agua que traslada en el canal. No fue común el uso de arcos rebajados, sino más bien, los de medio punto y, solo en casos particulares, empearon arcos peraltados; se consideran de baja altura los que tienen menos de 15 m; de altura media, entre 16 y 30 m; y de altura excepcional, a partir de los 50 m; su diseño no se enfocó en proyectar arcos de grandes luces como en los puentes, sino en la estabilidad lateral y longitudinal debido a su gran esbeltez.

Por las características del objeto de estudio de este trabajo, se tratará como una arquería semejante a la de los puentes, de baja altura en relación con su longitud, con un arco rebajado tipo carpanel y arcos de medio punto. Sabemos que el arco elíptico o carpanel en puentes se usó más a partir de la segunda mitad del siglo XVIII (Huerta 2005), cuando era necesario

abrir el paso a una amplia calle o a un río, logrando conservar así la misma altura que el resto de los arcos de medio punto de menor luz (Perronet 2005). Este diseño lo observamos en la arquería del caso de estudio, donde el último arco del extremo poniente es de perfil carpanel, con poco más del doble de la luz que el resto de los arcos que son semicirculares, dando así acceso a una calle amplia. Su flecha está rebajada alrededor del tercio de la apertura del arco, una característica que coincide con la de los puentes de arcos rebajados franceses de principios del siglo XVIII (Huerta, 2005) y que ya Palladio ([1570] 2008) recomendaba tres siglos antes para evitar flechas excesivas en los puentes.

Es importante comentar que, si bien, los pilares o pilas, son los elementos de apoyo de los arcos intermedios, que requieren menor espesor al de los estribos o apoyos de extremo de las arquerías, antiguamente el dimensionamiento de las pilas de los puentes llegó a realizarse de manera conservadora, considerándolas como estribos. Esto les ayudaba a prevenir posibles daños que pudieran llevar al colapso de toda la estructura.

Peralte de los arcos

El peralte de los arcos de puentes (aristones o arcos de boquilla) recomendado por distintos tratadistas fue de 1/10 (Alberti [1485] 2007, 189), 1/12 (San Nicolás 1796: 103, 170; Palladio [1570] 2008, 229) o 1/17 del claro (Palladio [1570] 2008, 305); otras proporciones comunes en arcadas de edificios y puentes de grandes dimensiones fueron 1/20 y 1/30 del claro (Huerta 2004, 404). Los tratadistas advertían además de la importancia de macizar los riñones levantando las pilas hasta 2/3 de la flecha de los arcos (Huerta 2004, 189, 251-252), pues sabían que el relleno de mampostería de buena calidad en los riñones contribuía a la estabilidad de una arcada o puente. Los arcos del objeto de estudio de este trabajo están bien definidos con los ladrillos de barro recocido, delimitándolos claramente de los tímpanos construidos con mampostería irregular de piedra. El peralte de los arcos de medio punto y del arco carpanel es de alrededor de 1/20 del claro, respectivamente, como las referidas para puentes de grandes luces.

Dimensiones de pilares y estribos en los arcos semicirculares

Los pilares que sostienen los arcos semicirculares del objeto de estudio de este trabajo tienen espesores que están entre 1/4 y 1/5 de la luz, una proporción que se ajusta a la recomendada por Alberti ([1485] 2007) en su manuscrito del siglo XV para estribos de arcos de puentes, comprendida entre 1/4 y 1/6 del claro del arco (Huerta 2004, 188-191). Varios autores citan estas proporciones de Alberti siglos más tarde, uno de ellos es Juliano Turriano (1996) quien después de dar un ejemplo para dimensionar la pila de un arco, puntualiza que la mejor proporción está entre 1/4.6 y 1/4.8. Observamos que las pilas de los arcos semicirculares del objeto de estudio con espesor de 1.23 m se ajustan bien a esta disposición.

La regla geométrica que se encuentra en manuscritos del siglo XVI, cuyo uso inicial fue el de dimensionar estribos de bóvedas de crucería, fue retomada en el tratado de Blondel (1698, 419) para estribos de bóvedas de cañón y pilas interiores de arquerías (Huerta 2004, 284-86). Este autor detalla que para un arco semicircular el estribo es de ¼ de la luz, señalando que esto coincide con lo que se ha hecho en las obras que conoce. En este caso, observamos que las pilas de los arcos semicirculares del objeto de estudio con espesor de 1.23 m queda poco debajo de esta regla y más cercano, el del pilar de 1.32 m de espesor.

Las reglas que dan dimensiones más conservadoras del espesor de las pilas son las del tercio dadas por Palladio ([1570] 2008) en el siglo XVI y también las de otros autores de inicios del siglo XVIII, como Gautier (1716) o La Hire (1695 y 1712). El primero de ellos publicó el primer tratado de puentes que fue referencia para los ingenieros del siglo XVIII (Huerta 2004, 314) y propuso una proporción de 1/2.9 de la luz (figura 10).

Previo a los trabajos de Perronet (1708-1794), los estudios de La Hire (1695, 1712) fueron de gran importancia en el siglo XVIII para dimensionar estribos y bóvedas. Según Piélagó (1837), las fórmulas dadas por este autor fueron usadas con toda confianza por los ingenieros franceses. Este autor desarrolló un método gráfico para simplificar el complejo cálculo de su expresión matemática para determinar el estribo necesario de un arco o bóveda semicircular (La Hire 1695, 1712; Huerta 1998). La Figura 11 muestra el resultado de aplicar dicho método en los arcos del

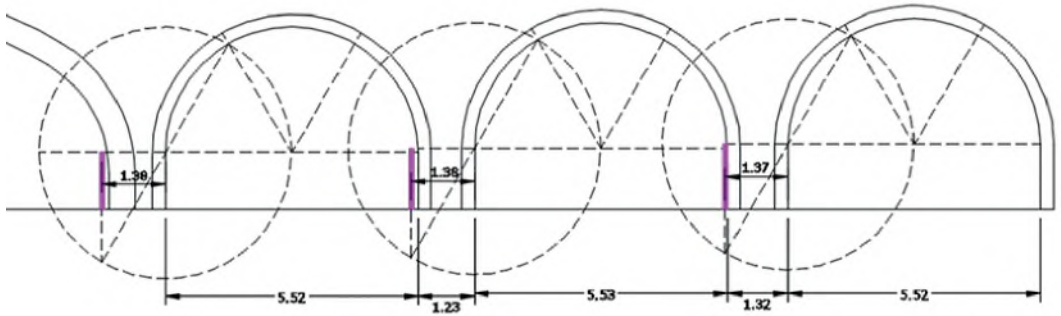


Figura 9
Regla de Blondel en el objeto de estudio

objeto de estudio de este trabajo. Si consideramos el espesor de la rosca de ladrillo del arco obtenemos un espesor de pilares menor al real; mientras que, si consideramos el espesor del arco hasta el canal, nos acercamos al espesor real de los pilares.

siones algebraicas que da Huerta (2004, 353) obtenemos espesores de pilas más conservadores. En el caso de las pilas para arcos semicirculares y rebajados se obtienen espesores del 20% y 30% mayores al espesor real de las pilas del objeto de estudio, respectivamente.

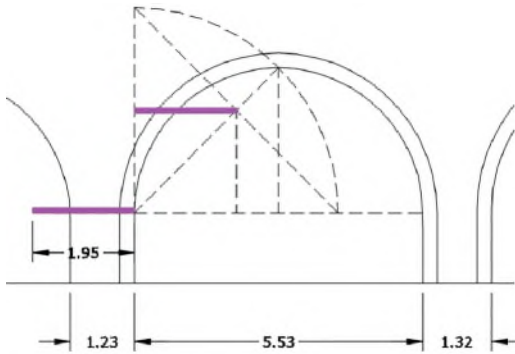


Figura 10
Ejemplo de aplicación del método de Gautier en los pilares intermedios

Huerta (2004) detalla que Bélidor difundió los resultados de los estudios de La Hire para bóvedas y estribos a través de un método simplificado, pero para los puentes no recurrió a estos métodos de cálculo, sino que propuso reglas empíricas con base en sus observaciones en puentes ya construidos y en los conocimientos de expertos de su tiempo, como Perronet. Si aplicamos las reglas que dio Bélidor para el espesor de las pilas, con ayuda de las expresiones

Dimensiones de pilares y estribos en el arco carpanel

El arco carpanel se apoya en uno de sus extremos en un pilar de aproximadamente 1/10 de su luz. Los constructores del siglo XVIII ya sabían que las pilas de las arcadas debían soportar sólo el peso de los arcos, puesto que el empuje de cada arco adyacente se opone entre sí y esto contribuyen a la estabilidad. El ingeniero francés Perronet (2005, 137-138) describe que por esta razón las pilastras pueden dejar de tratarse como estribos, pues es suficiente darles la anchura necesaria para soportar su peso propio. Este experimentado constructor observó que las pilas de algunos puentes romanos tienen menos de 1/5 de la apertura del arco, una dimensión común entre los puentes de la época en su país, por lo que propuso disminuir su ancho, quedando éste entre 1/9 y 1/9.6 del claro del arco (Huerta 2004, 366), una proporción cercana a la del pilar que sirve de apoyo al arco carpanel del objeto de estudio de este trabajo.

Los estribos o apoyos de los extremos de las arcadas deben contrarrestar el empuje del último arco, por lo que sus dimensiones son mayores a las de los

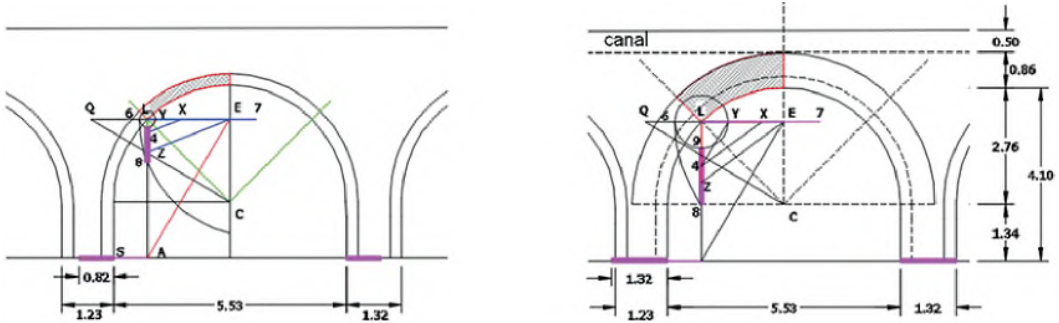


Figura 11
Aplicación del método gráfico de La Hire en el objeto de estudio, considerando a) la rosca de ladrillos del arco y b) la rosca necesaria para alcanzar el espesor real del pilar

pilares. En los antiguos registros fotográficos de la arquería de Gualupita se observa que el estribo del arco carpanel era un muro del que desconocemos su longitud, sin embargo, podemos afirmar a partir de las imágenes que era suficiente para soportar el empuje. Al parecer este muro debió desplantarse a los pies de una colina y su altura probablemente fue disminuyendo conforme incrementaba la pendiente del terreno para de ahí continuar el trayecto con un canal subterráneo rodeando la colina hasta llegar a la arquería ubicada sobre el puente Carlos Cuaglia (figura 5a).

COMENTARIOS FINALES

Los conocimientos matemáticos desarrollados a partir del siglo XVII en Europa fueron transformando los criterios de diseño en la práctica de la construcción en México hasta finales del siglo XIX (Chanfón 1994). Durante el siglo XVIII se siguieron

utilizando las reglas empíricas que hacían referencia a la geometría y proporciones de los elementos estructurales, sin embargo, la llegada de ingenieros militares europeos a la Nueva España, junto con la creación de las escuelas de San Carlos y la de Minería a finales del siglo, contribuyeron al conocimiento de los nuevos métodos de dimensionamiento que se aplicarían posteriormente. El siglo XIX puede considerarse como un periodo de transición y había quienes consideraban al análisis matemático para dimensionar estructuras como «un lujo de las ciencias», útil sólo para situaciones ideales y poco relevante en la práctica de la construcción (Piélago 1837). Sin embargo, hay arquitectos mexicanos de inicios del XIX que ya citan a autores como Bélidor y Muller en sus controversias para revisar dictámenes estructurales (Fuentes 2002, 40) y que pudieron haberse conocido o tener alguna referencia de ellos a finales del siglo anterior.

El dimensionamiento de los elementos que componen el objeto de estudio de este trabajo se aproxima a reglas empíricas que aparecen en manuscritos de siglos previos a su construcción, como el de Alberti, Juanelo Turriano o Blondel, y otras recomendadas por autores contemporáneos a la época de su edificación, como Perronet. Esta arquería fue levantada en un tiempo de especial bonanza financiera de quien la mandó a construir para abastecer a la Casa Borda y a la Villa de Cuernavaca, muy probablemente teniendo a disposición de personal experto nacional o extranjero.

La comparación de la condición actual del objeto de estudio con la de las fotografías antiguas da

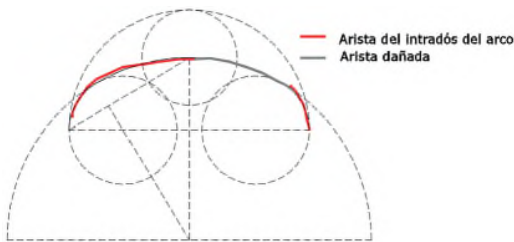


Figura 12
Trazo de un carpanel de tres centros más cercano al real

cuenta de las afectaciones ocasionadas por el crecimiento urbano, los trabajos de entubación de los afluentes del agua de la zona, así como de la falta de valoración de esta discreta construcción que conforma parte del patrimonio edificado de la ciudad de Cuernavaca. Las consecuencias de los daños en la sección transversal de algunos arcos deben valorarse, dado que la estabilidad de este tipo de estructuras está relacionada con la forma y las proporciones de los elementos que las componen, privilegiando los esfuerzos de compresión y evitando en lo posible la aparición de esfuerzos de tensión que pueden generar la aparición de agrietamientos o el colapso.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alberti, León Battista [1485] 2007. *De Re Aedificatoria*. Traducido por J. Fresnillo. Madrid: Akal.
- Bélibor, M. 1729. *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et architecture civile*. Paris.
- Bélibor, M. 1737. *Architecture Hydraulique ou L'art de conduire, d'élever et de menager les eaux pour les differens besoins de la vie*. Paris: Charles-Antoine Jombert, Libraire de l'Artillerie.
- Blondel, F. 1698. *Cours d'architecture enseigné dans l'Academie Royale d'Architecture*. Paris: François Le Cointe.
- Boils, Guillermo. 2006. La cuenca del río Lerma-Santiago y su arquitectura de puentes novohispanos. *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, 34: 56-65.
- Chanfón, Carlos. 1994. *Arquitectura del siglo XVI. Temas escogidos*. México: UNAM.
- Collins, P. 2001. *Los ideales de la arquitectura moderna; su evolución (1750-1950)*. 6ª ed. Barcelona: Gustavo Gili.
- Degrand, E. y J. Résal. 1888. *Ponts en maçonnerie*. Vol. 2. Paris: Baudry et Cie, Libraires-Éditeurs.
- Fuentes, Elizabeth. 2002. *La Academia de San Carlos y los constructores del neoclásico. Primer Catálogo de Dibujo Arquitectónico, 1779-1843*. México: UNAM.
- Gautier, Hubert. 1716. *Traité des Ponts*. Paris: Cailleau.
- Gómez, Ignacio. 2015. El acueducto del Padre Tembleque, los saberes constructivos tradicionales como método de conservación preventiva. *Hereditas*, 23-24: 50-61.
- Huerta, S. y R. Hernando. 1998. La teoría de bóvedas en el siglo XVIII: la contribución de Philippe de La Hire. En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por F. Bores, J. Fernández, S. Huerta, E. Rabasa, 233-244. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de la Coruña.
- Huerta, S. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, ETSA.
- Huerta, S. 2005. Lecreulx 1774. Una memoria inédita sobre el colapso de estribos. En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por S. Huerta, 593-603. Madrid: Instituto Juan de Herrera, SEDHC, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz.
- Katzman, Israel. 2002. *Arquitectura del siglo XIX en México*. México: Trillas.
- La Hire, Philippe de. 1695. *Traité de mécanique*. Paris: Imprimerie Royal.
- La Hire, Philippe de. 1712. *Sur la construction des voutes dans les édifices. Memoires de l'Academie Royale des Sciences de Paris*. 70-78.
- Palladio, Andrea [1570] 2008. *Los cuatro libros de la arquitectura*. Madrid: Akal.
- Peña, Patricia y E. Levi. 1989. *Historia de la hidráulica en México: Abastecimiento de agua desde la época prehispánica hasta el Porfiriato*. México: IMTA, CNA, II UNAM.
- Perronet, Jean-Rodolphe. 2005. *La construcción de puentes en el siglo XVIII*. Madrid: CEHOPU, CEDEX, Instituto Juan de Herrera.
- Piélago, Celestino del. 1837. *Teoría mecánica de las construcciones para los estudios de la Academia Especial de Ingenieros*. Madrid: Miguel de Burgos.
- Robelo, Cecilio. 1894. *Opúsculos del Licenciado Cecilio Agustín Robelo*. Cuernavaca.
- San Nicolás, Lorenzo de. 1796. *Arte y uso de arquitectura: con el primer libro de Euclides traducido en castellano: primera parte*. Madrid: Placido Barco López.
- Trevor, A. 2002. *Roman Aqueducts & Water Supply*. London: Duckworth.
- Turriano, Juanelo. 1996. *Los veintitún libros de los ingenios y máquinas de Juanelo Turriano*. Tomo IV. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.

Aplicación del toroide en cubiertas abovedadas de mampostería

Agustín Hernández Hernández

El toroide es una superficie geométrica poco estudiada y aplicada en el campo de las cubiertas abovedadas. Resulta que durante nuestra formación en arquitectura cuando adquirimos conocimiento sobre el tema de los cinco ordenes clásicos de todos los tiempos, en primera instancia solemos asociarlo sólo a columnas circulares y en dicha etapa identificamos que una moldura que circunda la parte inferior del fuste se denomina “Toro”, que mediante las primeras explicaciones académicas es visualizada como elemento decorativo de la arquitectura griega.

Sin embargo, conforme pasa el tiempo, cuando por curiosidad arquitectónica se analiza aquel elemento decorativo como superficie, capta nuestra atención su gran potencial intrínseco porque permite configurar muchas variantes con sólo manipular el eje de revolución, también al cambiar la directriz o generatriz de circular a elíptica. Por lo tanto, es recomendable tener bien clara la configuración del modelo geométrico básico, el cual constituye una herramienta bastante efectiva para adquirir destreza en el dominio de su morfología, figuras 1, 2 y 3.

En la figura 3, podemos inferir que el toroide es una superficie de revolución generada por una curva generatriz que se mueve alrededor de un eje de giro vertical y su expresión matemática es $x^2 = [R+(r^2 - z^2)]$. En esta ocasión la rotación circular es sólo de 180° , con el fin de visualizar de manera rápida cada uno de sus elementos geométricos en tres dimensiones y comprender la configuración con sus posibles variantes más sencillas.

La directriz de circunferencia es la curva que se utiliza con mayor frecuencia, la cual, como se ha comentado también podemos variar a nuestra conveniencia. Es decir que a mayor magnitud de “R” (radio de la directriz), se configura un toroide más abierto. Por lo tanto, la apertura del toro podrá ser mayor o menor, independientemente del resto de los parámetros.

Para este congreso se comparte una investigación sobre esta interesante superficie que ha llamado nuestra atención, al descubrir que en la Ciudad de México fue aplicada en sistemas abovedados hace más de doscientos años, específicamente en el templo de Nuestra Señora de Loreto, construido de 1809 a 1916, el cual tiene la particularidad de ser el último templo realizado con la audaz inercia de la arquitectura virreinal mexicana. Su diseño fue creado por el Arq. Ignacio Castera y la materialización estuvo a cargo de su discípulo el Arq. José Agustín Paz, (1788–1829) originario del Estado de Querétaro y formado en la entonces Real Academia de San Carlos.

Su traza orientada de norte a sur, configura en planta una cruz latina. Al analizar la composición del sistema abovedado, resulta de particular atención la forma en que el claro de la nave de feligresía, se reduce al llegar al transepto, que está cubierto por una majestuosa cúpula de generatriz elíptica de 18.75 m de diámetro construida con mampostería de tezontle, la cual ha sido motivo de admiración por notables arquitectos e historiadores.

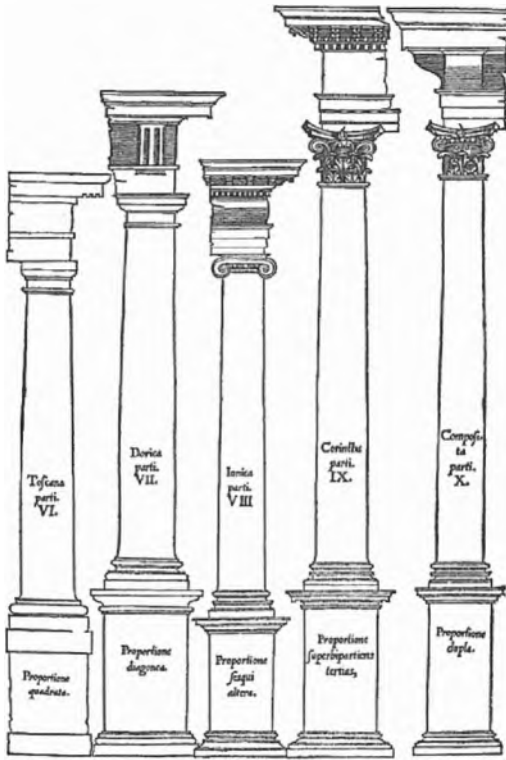


Figura 1
Los cinco órdenes clásicos (Cortés Rocha 2007, 56)

Desde el nivel de feligresía, es interesante visualizar el manejo de la estereotomía, especialmente cuando existe la oportunidad de verificar de manera directa la forma en que se estrecha la nave, al llegar hasta el arco formero del transepto. También, tanto la composición como la disposición de los elementos logran una interesante armonía entre el espacio y la ornamentación, sin sacrificar la continuidad de los muros en alzado. Este alarde de la cubierta se resolvió con una curvatura perpendicular y tangente a la directriz de la bóveda, que al trasladarla en el espacio forma una ingeniosa superficie toroidal, que trabajando a esfuerzos de compresión permite solucionar de manera magistral esta reducción del claro de una manera continua y armónica, figuras 4, 5 y 6.

Para ilustrar la ingeniosa aplicación del toroide, se realizó una montea, que facilita conocer simultá-

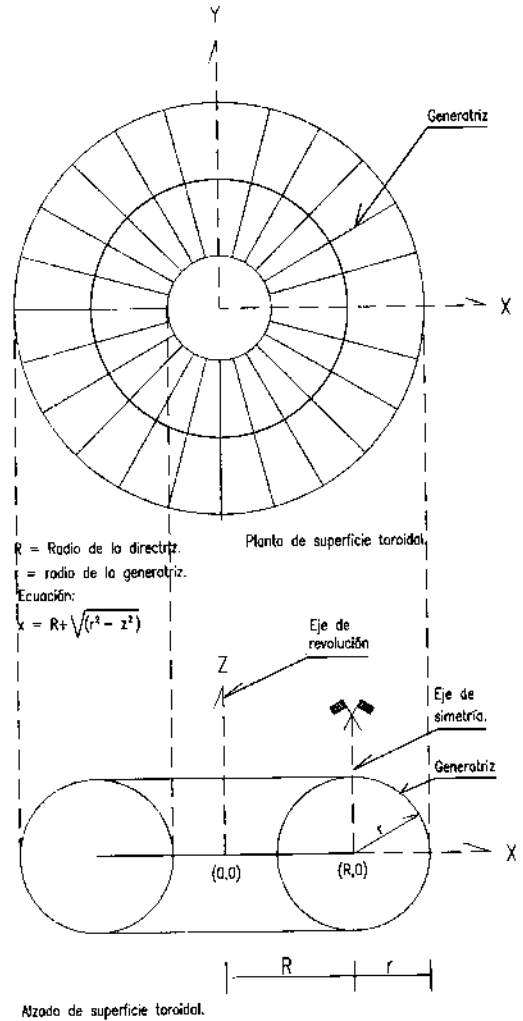
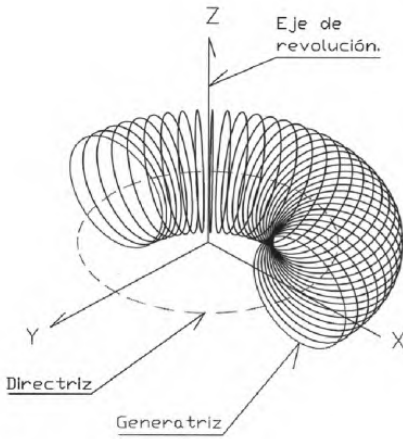
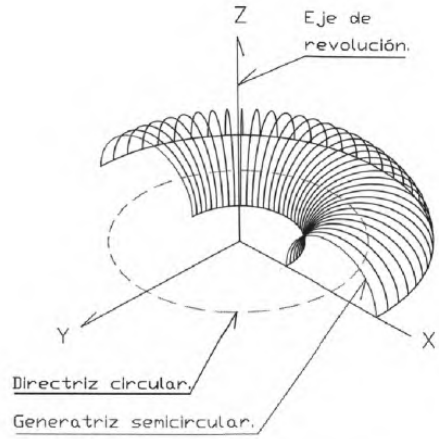


Figura 2
Montea clásica de la superficie toroidal

neamente las características arquitectónicas del sistema abovedado, tanto en planta como en alzado. En ella se puede deducir que el claro de la nave de feligresía, por donde se localiza el acceso, es considerablemente mayor que en la zona del presbiterio, aunque se ha simplificado la planta, el efecto final resulta similar a la realidad, debido a que su geometrización se ha realizado con las proporciones registradas en el sitio.



Medio toroide con eje vertical.



Cuarto de toroide con eje vertical.

Figura 3
Modelo geométrico básico, con eje de revolución vertical

GEOMETRIZACIÓN

La geometría es la herramienta más accesible en arquitectura para realizar cabalmente la búsqueda de la forma, debido a que suele ser bastante expresiva, además permite profundizar de manera paulatina en el análisis tanto cualitativo como cuantitativo que poseen diversas superficies de manera detallada. Esto motiva a crear variantes por nuestra propia iniciativa y a superar diversas aplicaciones, incluso un tanto diferentes, sobre todo en el campo de las estructuras.

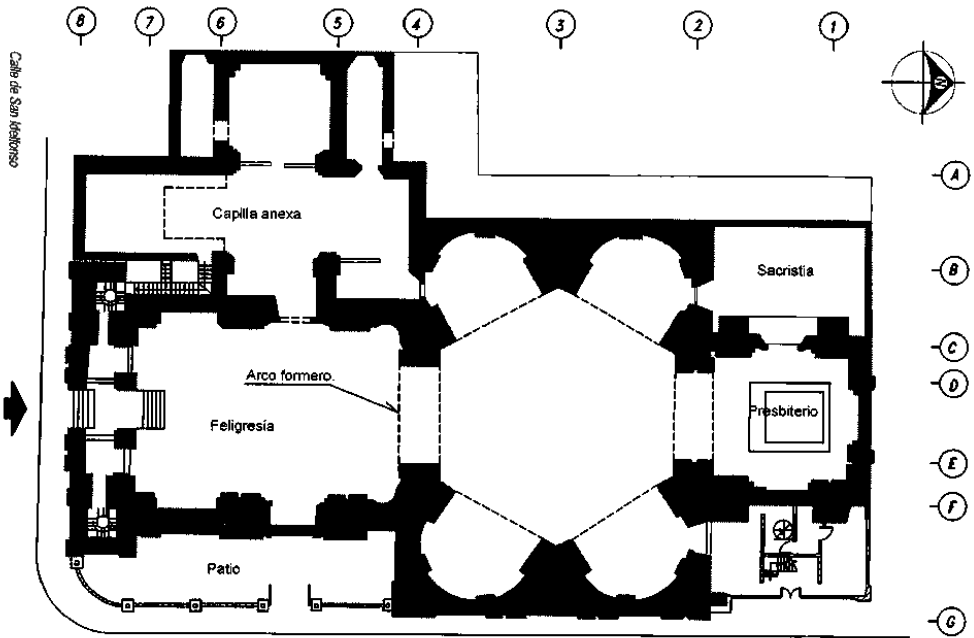
El proceso de geometrización que se presenta a continuación, tiene una secuencia didáctica con varias imágenes, referidas al sistema de coordenadas cartesianas (X,Y,Z) donde para visualizar las peculiaridades del toroide, primero se sugiere poner especial atención al movimiento del eje de revolución (Z), sin olvidar la magnitud de la distancia “R”, que existe entre el eje de revolución y el de simetría. Porque como se ha comentado antes, se puede variar a nuestra voluntad para obtener superficies toroidales cerradas o con mayor apertura.

Respecto al toroide, al situar el eje de revolución en posición horizontal (Y) y cortar dicha superficie con el plano (XY), resulta un medio toroide vertical con generatriz circular, después si se corta con un plano paralelo a (YZ), cuando $x = +R$, se observa cómo empieza a surgir de manera natural una bóveda

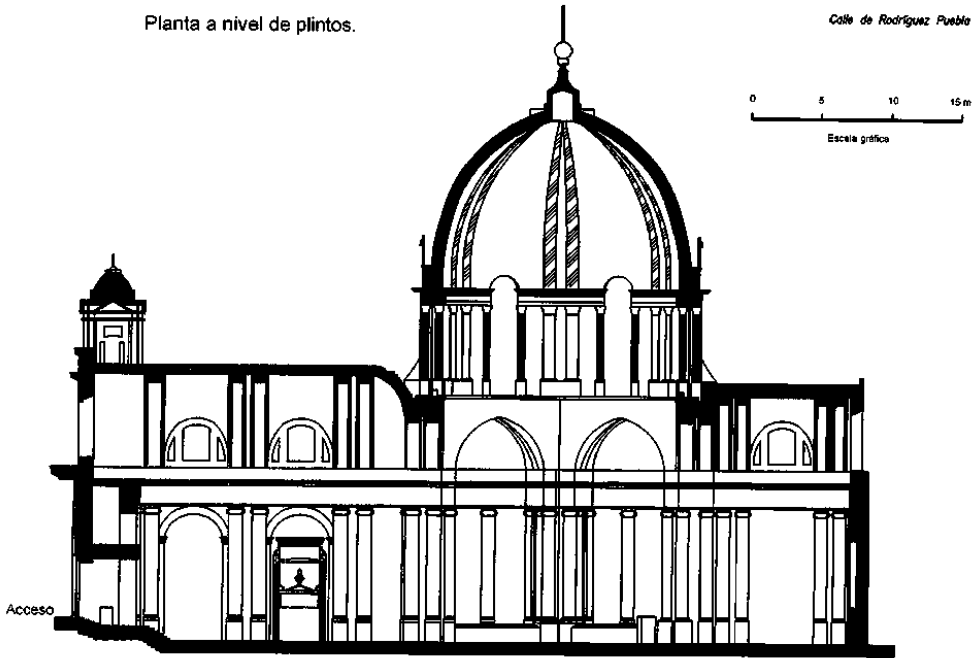


Figura 4
Vista exterior del templo de Nuestra Señora de Loreto

da toroidal, con generatriz de medio punto, cuyo borde libre paralelo al plano (XZ), se puede hacer coincidir con la directriz de alguna bóveda de medio punto, figura 6.

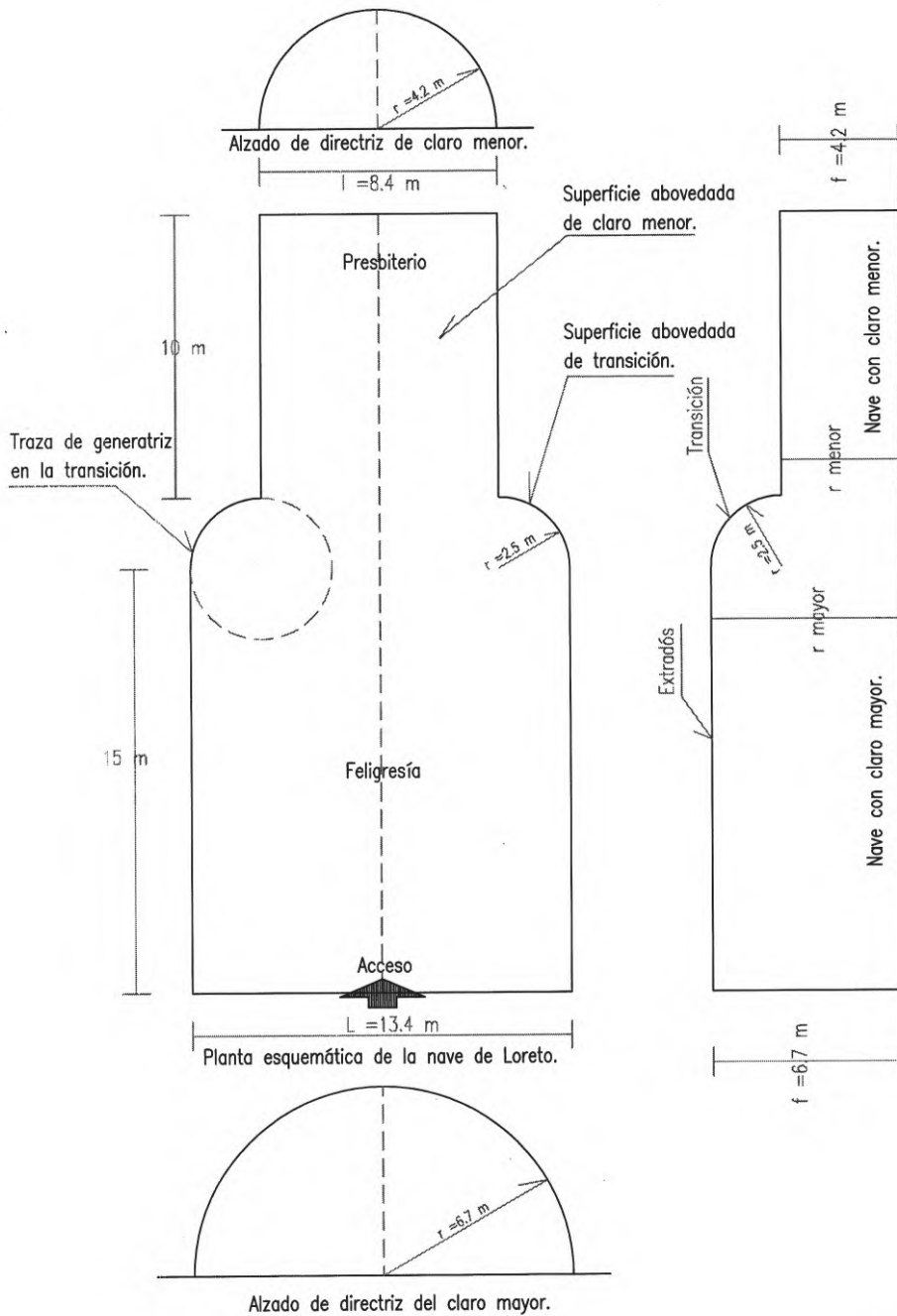


Planta a nivel de plintos.



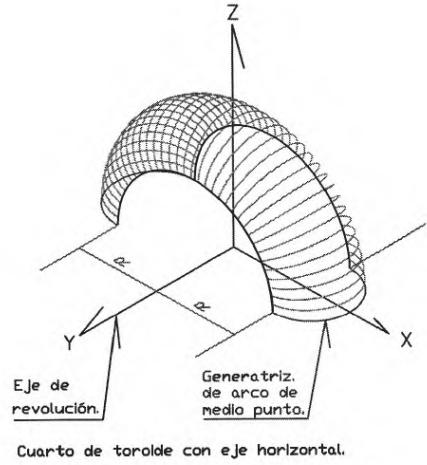
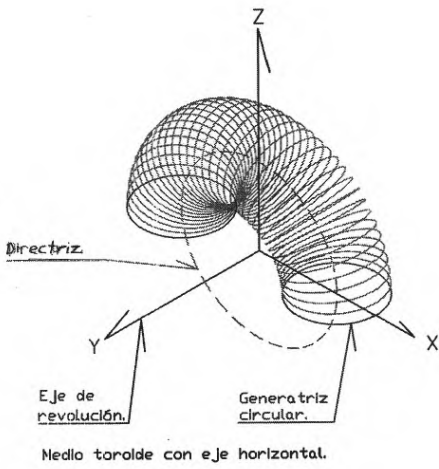
Corte longitudinal, visto hacia el poniente.

Figura 5
Montea de la planta de feligresía y alzado lateral visto hacia el poniente

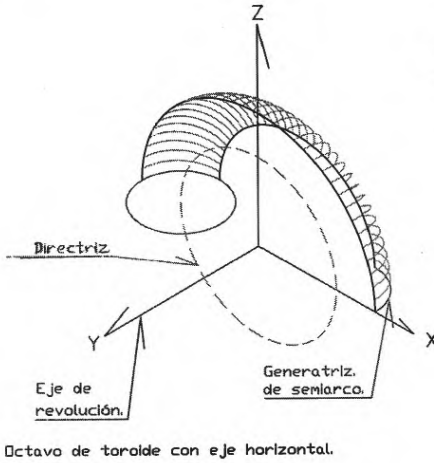


Vista lateral esquemática de la cubierta del Templo de Nuestra Señora de Loreto.

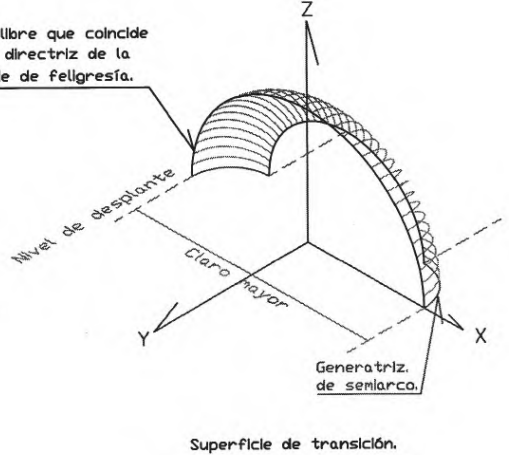
Figura 6
Montea esquemática del sistema abovedado del templo de Nuestra Señora de Loreto, de la Ciudad de México



Modelo geométrico básico con eje de revolución en posición horizontal.



Borde libre que coincide con la directriz de la nave de de felgresa.



Modelo geométrico de la superficie de transición.

Figura 7

Proceso de geometrización para acoplar la superficie toroidal, en la transición, entre dos bóvedas de distinto claro

Finalmente al hacer un corte exactamente por el plano (XZ), que pasa por la clave polar de la bóveda, se obtiene un semiarco como generatriz. Entonces, ese semiarco de medio punto, que en principio se visualiza como incompleto, cuando gira alrededor del eje de revolución horizontal (Y), permite configurar una bóveda toroidal visualmente incompleta, capaz de encajar en la zona de transición, cuyo borde libre tiene un radio mayor, que coincide con la directriz de la bóveda que cubre a la nave de feligresía.

En la planta de la figura 6, se ilustra que la generatriz circular de 2.50 m de radio, fue definida desde que se proyectó la traza de la planta. Su disposición resulta ser la referencia geométrica para derivar el cuarto de circunferencia que después, en la figura 7, se ilustra la manera en que se traspasa al espacio como elemento móvil para desarrollar la bóveda con superficie de toroide.

Lo que interesa aquí es visualizar el proceso para acoplar la superficie de transición en un sistema abovedado con dos directrices de radio diferente, donde el extradós de la nave de feligresía está situado a mayor altura, debido a que posee un radio mayor, como se revela en la vista lateral de la figura 6. Sin embargo, se infiere que la estrategia de hacer primero el corte paralelo al plano (XY), cuando $Z=0$, fue fundamental, ya que resulta habitual en arquitectura, porque dicho plano suele considerarse horizontal, el cual permitió que dicha superficie de transición, pueda intersectarse con dos directrices de distinto radio, para que la bóveda del acceso pueda conectarse con el presbiterio.

Es importante reconocer que toda esa composición creativa, fue analizada en su momento con geometría clásica con la técnica de manteas donde todo está a la vista para poder entender y trabajar con seguridad, la cual permitió al diseñador controlar a voluntad la proporción de cada arco directriz, para generar el desnivel necesario entre ambas bóvedas de distinto claro.

Como se puede inferir, la nave de feligresía es la zona más elevada, por lo que el primer elemento geométrico que se tuvo que definir fue la apertura (R) del toroide, en función del diámetro de la generatriz que al final resultó ser un sector equivalente a un cuarto de circunferencia. Lo curioso es esta serie de conceptualizaciones arquitectónicas, estructurales y constructivas fueron proyectadas, hace más de 200 años y han funcionado ante condiciones adversas, lo que la hace una estructura excepcional para su época.

COMPRESIÓN DE LA FORMA CONSTRUIDA

El proceso de geometrización descrito de manera detallada en el tema anterior, ilustra que la construcción de la bóveda de transición fue concebida desde la etapa de diseño, porque al analizar dicha superficie de revolución mediante la técnica de manteas, resulta fácil visualizar las características de las generatrices y poder asociarlas oportunamente con la trayectoria del aparejo, ya que geoméricamente significa que las hiladas equivalen a las generatrices.

Vale la pena comentar que dicho Templo se construyó de 1809 a 1816, en sólo siete años, algo muy rápido para aquella época, en un predio de 2,820.08 m² del antiguo barrio de San Gregorio, caracterizado durante la época virreinal como una zona de tierras bajas, es decir que el terreno registraba frecuentes inundaciones. Seguramente el inicio de la obra consistió en preparar el terreno mediante un pedraplén equivalente a casi toda la superficie del predio, actividad que fue encabezada por el Arq. Ignacio Castera, quien lamentablemente falleció durante el mes de mayo de 1811, es decir al segundo año del inicio, cuando posiblemente sólo se había construido la cimentación y se había empezado a levantar algo del presbiterio. Finalmente, el área construida ocupa 1,642.15 m², aproximadamente el 60% del predio.

Posteriormente todo el sistema abovedado de Nuestra Señora de Loreto, fue un reto que tuvo que enfrentar el Arq. Agustín Paz, para decidir todas las características finales y precisas del toroide, tal como lo exigía el programa arquitectónico, por ello algunos historiadores de la arquitectura mexicana dicen que la planta diseñada por el Arq. Castera es de estilo barroco y la fisonomía de la fachada realizada por el Arq. Paz, de estilo neoclásico.

Es importante señalar que antes de la construcción de Nuestra Señora de Loreto, la tecnología constructiva en México, se hacía fundamentalmente con sillares de tezontle. Sin embargo, en esta bóveda de intersección, aparece el ladrillo de arcilla recocida en toda la plementería de dicha superficie, probablemente fue una de las primeras incorporaciones de este material en la construcción edilicia y tiene lógica porque al ser piezas más pequeñas con mayor regularidad, resulta práctico configurar una superficie de 2.50 m, de radio para obtener un intradós más continuo, figuras 8 y 9.



Figura 8
Esta imagen del intradós de la bóveda de transición, es una clara evidencia que la plementería es de ladrillo

Resulta razonable imaginar que la lógica constructiva también fue planeada, porque ambas imágenes reflejan que en la zona de transición la disposición de cada hilada, coincide exactamente con la trayectoria de las generatrices, por lo que probablemente la bóveda toroidal pudo haberse construido sin cimbra, porque desde el intradós se percibe que toda la plementería fue sustituida por la trayectoria del aparejo de ladrillo, bien cuatrapeado. Incluso es riguroso con cada una de las generatrices, porque siguen la inclinación de los intervalos angulares que establece la superficie de revolución.

También es importante explicar algo del contexto histórico. Dicho templo se construyó en siete años, cuando en México se gestaban varias etapas políticas y culturales importantes, por ejemplo, se estaba gestando la independencia y ocurría el fin del barroco e inicio del neoclásico. Es decir que este Templo resultó un referente importante porque durante esta turbu-

lencia, es donde se pone fin al barroco, dando como resultado el nuevo estilo neoclásico e inicio de México independiente.

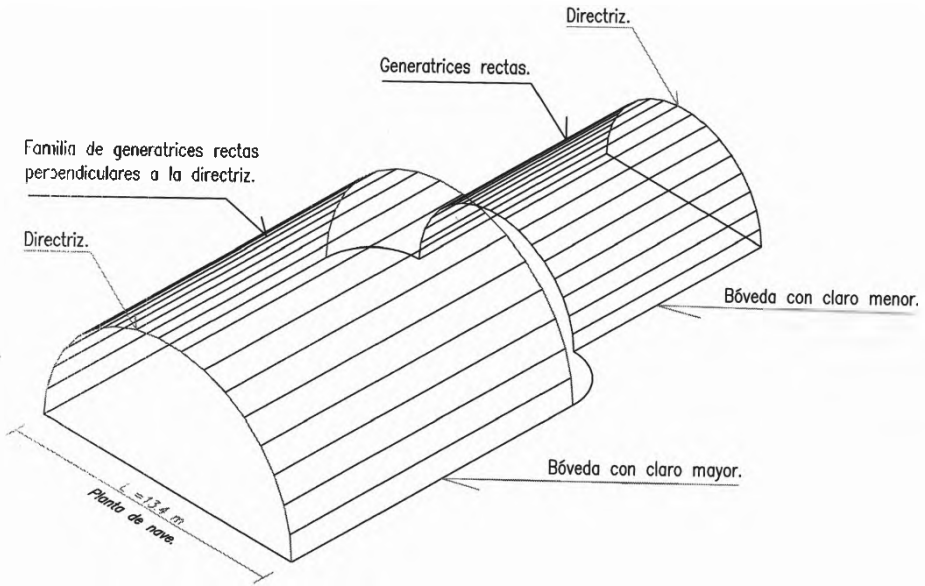
ESTADO ACTUAL

Esta propuesta de ponencia se fundamenta en una serie de análisis geométricos, experimentales y numéricos que permiten comprobar una clara evolución en la estereotomía de los sistemas abovedados realizados en México hace más de doscientos años, cuando había carencia de información sobre sus explicaciones, por lo que sólo pocos estudiantes quedaban completamente ilustrados con algunos conceptos geométricos como el tema del toroide. Sin embargo, este alarde de la construcción, revela un auténtico nivel técnico que poseían los arquitectos que materializaron la expresión arquitectónica en aquel momento histórico.

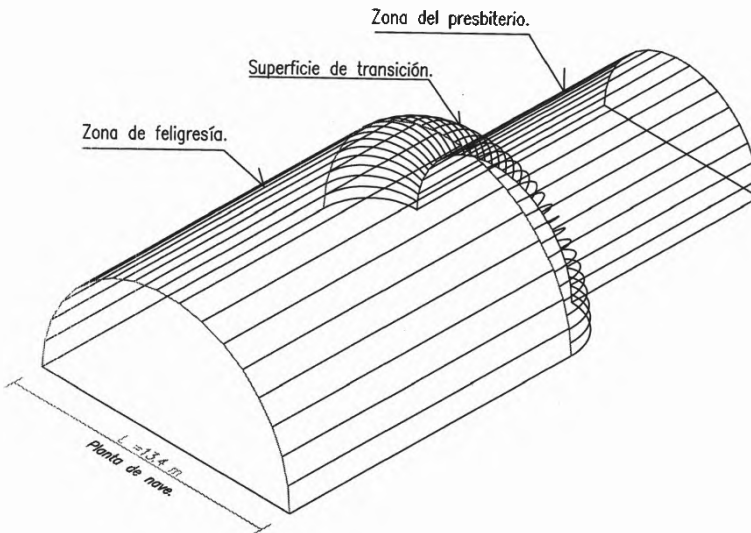
Respecto a la sismoresistencia del monumento, éste ha afrontado de manera positiva todos los terremotos que han impactado en el centro histórico de la Ciudad de México, entre ellos los documentados en 1845, 1957, 1985 y 2017, es decir estructuralmente el monumento se ha comportado bastante bien, a pesar de que su mantenimiento ha sido muy limitado.

En cuanto al sistema abovedado, puede señalarse que la proporción del conjunto indica que en sentido transversal del Templo, es más sensible a las aceleraciones sísmicas, aunque la disposición de los muros de cortante resulta suficiente. Sin embargo, el sistema abovedado en sentido longitudinal exhibe que la bóveda del acceso tiene mayor rigidez, porque el coro y el generoso sistema de fachada funcionan como contrarresto y en su otro extremo, en la zona de transición, acusa cierta inestabilidad. Sin embargo, en esta frontera la generatriz también consiste en un sector de circunferencia que se apoya de manera continua contra una estructura de transición con valor estructural, capaz de funcionar como contrarresto de la bóveda de feligresía al rematarse de manera creativa para que siempre predominen esfuerzos de compresión.

Por lo tanto, el remate toroidal, revela una clara cualidad mecánica, porque es capaz de funcionar como contrarresto longitudinal. Desde el punto de vista de la concepción estructural, vale la pena destacar que aunque actualmente para varios especialistas parezca obvia esta aplicación del toroide, hace 200



Elementos geométricos de la superficie de cañón corrido del Templo de Nuestra Señora de Loreto.



Esquema sobre el sistema abovedado del Templo de Nuestra Señora de Loreto.

Figura 9
Modelo tridimensional, esquemático del sistema de abovedado del templo de Nuestra Señora de Loreto

años, seguramente durante el proceso de diseño y construcción, dicha forma era visualizada como extraña y algo subjetiva. Sin embargo, ahora vale la pena reconocer, que toda su construcción fue acertada porque complace de manera creativa a la estabilidad y resistencia del conjunto. Es decir que el arquitecto tenía presente el tema de inestabilidad del suelo y la intensa actividad sísmica a que iba a estar expuesto todo su diseño, fundamentado en una serie de teoremas geométricos.

A más de 200 años, el comportamiento estructural del conjunto ha sido positivo, los arquitectos nunca imaginaron que el fenómeno de los hundimientos diferenciales se convirtiera en un serio factor de riesgo progresivo, capaz de aquejar a las construcciones del centro histórico de la Ciudad de México, de manera severa. Actualmente el templo se encuentra muy deformado con grietas y fracturas que se visualizan de manera rápida tanto en los muros como en las bóvedas.

Cuando uno tiene la oportunidad de caminar por el extradós del sistema abovedado, en la zona de transición, donde permanece la bóveda toroidal, se observa una forma abombada justamente en la frontera con el transepto, como una particularidad de la estereotomía del toroide que no puede pasar desapercibida. El corte longitudinal de la figura 5, permite observar esta peculiaridad de la bóveda de transición alineada al eje 4.

Un problema que se ha vuelto crónico desde antes del sismo de 1985, es la humedad con grados muy avanzados que se visualizan desde el nivel de feligresía, a manera de filtración en bóvedas y muros, ello indica que mantiene agua atrapada en el interior de su masa, lo que constituye un factor de riesgo, que exige nuestra atención.

CONCLUSIÓN

El templo de Nuestra Señora de Loreto, es muy ordenado tanto en planta como en el alzado, con un alarde de estereotomía que se refleja en el procedimiento de construcción, que puede visualizarse por la pérdida de aplanado en el intradós del sistema abovedado, lo cual permite corroborar las hipótesis iniciales relacionadas con el aparejo de ladrillo y también refleja lo muy consciente de sus constructores, en cada detalle del procedimiento de construcción. Todo ello motivó estudiar este gran ejercicio de composición que merece investigarse y compartirlo con los interesados.

La aplicación de la superficie toroidal, en los sistemas de cubiertas abovedadas, es un legado que debemos apreciar debidamente, por ese motivo la presente comunicación se ha descrito con una secuencia didáctica, donde la mayoría de las ilustraciones están referidas a las coordenadas rectangulares (X,Y,Z) , para que pueda ser de utilidad cuando alguien tenga interés en profundizar en el dominio del toroide con mayor facilidad.

Al elegir el eje (Y) como eje de revolución horizontal, se deduce que fue una decisión del arquitecto, con el fin de poder analizar diversas proporciones para que la generatriz final equivalente a un cuarto de circunferencia, coincidiera tanto con la directriz tanto de la bóveda de feligresía, como la del presbiterio. Esta brillante concepción compositiva de intersectar ambas bóvedas de medio punto, con un octavo de toroide y poder deducir oportunamente la estabilidad del sistema abovedado, seguramente en su momento fue estudiada a detalle con métodos clásicos por el Arq. José Agustín Paz, hace más de 200 años.

Dicho proceso de diseño investigado ahora mediante teoremas y ecuaciones algebraicas, permite descubrir el potencial que poseen las superficies derivadas del toroide para diversos géneros de construcción o programas arquitectónicos, que es posible estudiar de manera gráfica, para que de manera gradual se puedan mejorar oportunamente diversas cualidades tanto espaciales como estructurales.

Un hecho significativo es que se haya aplicado el ladrillo en la construcción abovedada con una geometría especial, ello permite constatar el estado de conocimiento de la arquitectura para poder concebir bóvedas innovadoras. Fue algo totalmente nuevo que fue posible gracias a la geometría, fundamentada en la confianza del arquitecto, en los cálculos de equilibrio y gracias a su talento acertó en sus teoremas geométricos, los cuales garantizan que la estructura permanezca de pie.

La incorporación de la superficie toroidal en los sistemas abovedados y el inicio de la construcción de bóvedas de geometría compleja con ladrillo, constituye una franca evolución tecnológica en México, que surgió en los primeros años del siglo XIX, motivada por arquitectos, apoyándose en diversas técnicas fundamentadas en monteas clásicas, las cuales eran eficientes, a pesar de carecer de herramientas como las que existen ahora. Sin embargo, dicha herramienta clásica permite visualizar el resultado espacial desde que se crea la traza y toma consciencia sobre cómo garantizar que la forma sea correcta para que la estructura sea segura.

LISTA DE REFERENCIAS

- Arnal Simón, Luis y Betancourt Suárez, Max. 2019. *Reglamento de construcciones para el Distrito Federal*. Editorial Trillas.
- Cortés Rocha, Xavier. 2007. *El clasicismo de la arquitectura mexicana 1524-1784*. Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Lehmann Charles H. 1990. *Geometría Analítica*. Editorial Noriega Editores.
- Beckenbach Fleming William Wooton. 1978. *Geometría analítica moderna*. Editorial Publicaciones Cultural, S. A.
- Zamayo Portillo, José Alfonso. 2023. *Autoría, razones del hundimiento, propuestas de restauración y reconversión del Templo de Nuestra Señora de Loreto de la Ciudad de México*. Tesis de Maestría en Restauración del Patrimonio Arquitectónico. UNAM.

El acuartelamiento del ejército español en las Antillas Mayores en el siglo XIX: Algunos tipos destacados

Nuria Hinarejos Martín

La Monarquía hispana fue una potencia de primer orden en la Edad Moderna debido a su presencia en el continente americano desde el momento de su descubrimiento hasta la pérdida de las últimas posesiones de Ultramar. Centró su atención en las Antillas Mayores (Cuba, La Española y Puerto Rico) y mantuvo el control y el monopolio comercial de las Indias Occidentales hasta el siglo XVII, momento en el que se vio obligada a firmar varios acuerdos de paz con las principales potencias europeas como consecuencia de la crisis política y económica experimentada durante esta centuria (Payne 1985, 130). Mientras que Inglaterra, Francia y Holanda ocuparon las Antillas menores, Estados Unidos mantuvo el control de todas las costas norteamericanas y Portugal ocupó Brasil, Terranova, Labrador, Nueva Escocia, Uruguay y la Guayana francesa. A finales del siglo XVIII y comienzos de la centuria siguiente, Estados Unidos desarrolló una política expansionista basada en el Destino Manifiesto, cuyo objetivo era alejar a las potencias europeas de los asuntos relacionados con el continente americano y no intervenir en la política ni en los conflictos bélicos del Viejo Mundo. En relación con este asunto, en 1823 se firmó la Doctrina Monroe bajo el lema «América para los americanos», dando como resultado una importante expansión territorial hacia el oeste y el sur de América del Norte (Piqueras 2005; Guardia 2012; Pastor 2016; Opatrný 2018). Ello obligó a la Corona española a

invertir importantes recursos en la construcción de nuevas obras defensivas y numerosos sistemas de acuartelamiento, con el fin de reforzar la guarnición encargada de la defensa de los principales puertos del Caribe, debido a la importancia geoestratégica de estos territorios en relación con las rutas comerciales transoceánicas.

Los cuarteles construidos en la Edad Moderna fueron edificios sólidos y austeros de grandes dimensiones destinados al alojamiento de la tropa, cuya finalidad era mejorar la calidad de vida y disciplina del Ejército español y evitar el arrendamiento de viviendas particulares como residencia de los soldados. Los primeros edificios construidos durante el reinado de Felipe V siguieron el modelo diseñado por el mariscal de campo Sebastián Le Pestre de Vauban en 1680 (Cantera 2007: 52). Fueron edificios rectangulares adosados o próximos a los recintos amurallados, dotados de dos naves longitudinales divididas por tabiques en las que se establecieron los dormitorios de la tropa, cuya fachada estaba alineada a la calle. Este modelo arquitectónico evolucionó en el siglo XVIII tras la publicación de la obra de Belidor titulada *La Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification et d'Architecture Civile* (París 1729), en la que planteó una nueva tipología de cuartel alejado de los recintos amurallados con el fin de mejorar la iluminación y ventilación de todas sus dependen-

cias, tomando como referencia el modelo creado por su antecesor. Proyectó un edificio de planta cuadrada o rectangular con cuatro crujías y cuatro pisos de altura en torno a un patio central destinado a la instrucción militar, además de numerosas escaleras y galerías abiertas que favorecían las corrientes de aire fresco (Cantera 2007: 53). Esta nueva tipología tuvo un gran desarrollo en los territorios españoles y franceses durante el siglo decimonónico aunque no existió un modelo único, ya que en algunas ocasiones se construyeron cuarteles de planta cuadrada o rectangular, otra veces fueron edificios rectangulares formados por varios bloques longitudinales cortados en sus extremos por dos alas destinadas a los pabellones de oficiales, dando como resultado una planta en H capaz de alojar a una tropa de más de 500 soldados. A estos modelos se sumó un sistema descentralizado diseñado por Douglas Galton en 1857¹, formado por pabellones independientes comunicados por escaleras, con letrinas y cuartos de aseo alejados de los dormitorios para evitar malos olores, humedades y focos de infección (Araldi 1883). Estas edificaciones se convirtieron en uno de los primeros ejemplos de producción seriada y tuvieron una gran repercusión en el imaginario colectivo de las ciudades en la Edad Moderna, ya que todos ellos tuvieron fachadas monumentales decoradas con elementos simbólicos de carácter militar y real, además de grandes dimensiones tan sólo equiparables a los conjuntos conventuales, hospitales y palacios (Capel 2005: 321-325).

Una Real Orden del 4 de febrero de 1847 determinó la necesidad de crear una comisión de expertos con el objetivo de establecer un «modelo tipo» para la construcción de cuarteles de infantería con capacidad de alojar a un regimiento de 3 batallones de 1.000 plazas formado por 8 compañías cada uno, que incluyeran todas las innovaciones constructivas, técnicas y relativas a higiene y salubridad de la tropa, por considerar que en España había «bellos ejemplos de cuarteles, muy dignos de ser imitados» aunque ninguno de ellos satisfacía por completo las necesidades del momento. Por ello, atendiendo a la organización de la infantería española del momento, se proyectó un edificio formado por un cuerpo de guardia, cuarto de banderas, otro para sargentos, corrección de la tropa, cabos presos y cartero, ayudantes, músico mayor y cabo, pabellones de oficiales, dos calabozos y cuadras para 8 compañías de 100 plazas cada

una; talleres y dormitorios para los armeros, maestros sastres y zapadores, enfermería con botiquín y letrina, almacenes de vestuario, armamento y víveres a prueba de bombas, cantinas, cocinas y letrinas a la turca, dotadas de tinajas de agua y utensilios de limpieza, fuentes, pozos de agua, cisternas y lavaderos, cuadras para los animales y cobertizo para los carros (Cantera 2007). Se determinó además, que debían erigirse en un emplazamiento elevado a extramuros de la ciudad, con la fachada perpendicular a la dirección de los vientos para favorecer la ventilación e iluminación de todas las estancias (Avilés 1887: 52). Debían ser edificios de dos alturas aunque en el caso de ser construidos en un solar estrecho podía ampliarse el número de pisos y su defensa quedaría reforzada con una cerca perimetral que evitaría el uso de rejas en las ventajas del piso inferior.

En relación con estas circunstancias, los ingenieros militares proyectaron la construcción de un gran número de cuarteles en las posesiones españolas de Ultramar, teniendo en cuenta factores como: las condiciones meteorológicas completamente distintas a las de la Península, exposición de los vientos reinantes, permeabilidad del aire y del agua, humedad, proximidad de las corrientes de agua así como bosques y poblaciones cercanas, además de las características arquitectónicas del edificio en cuanto al número de pisos, altura de los mismos, dimensiones, sistemas de alumbrado, ventilación, abastecimiento de agua y materiales empleados en su fábrica (Avilés 1887: 57). Un estudio realizado por Cantera afirma que en el siglo XVIII estas construcciones fueron muy escasas y no disponían de buenas condiciones de salubridad y conservación para alojar a la tropa, circunstancias que cambiaron sustancialmente en el siglo decimonónico (Cantera 2020).

CUBA

Fue una de las posesiones españolas más importantes del Caribe hispano debido al cultivo de la caña de azúcar y tabaco y las ventajas que ofrecía el puerto de La Habana, capital de la isla. Por ello, la Monarquía hispana invirtió importantes sumas económicas en la construcción de complejos sistema defensivos y reforzó la defensa de los principales puertos insulares: Cienfuegos², Guanajay³, La Habana, Las Tunas, Matanzas, Palma Soriano⁴, Pinar del Río, Puerto

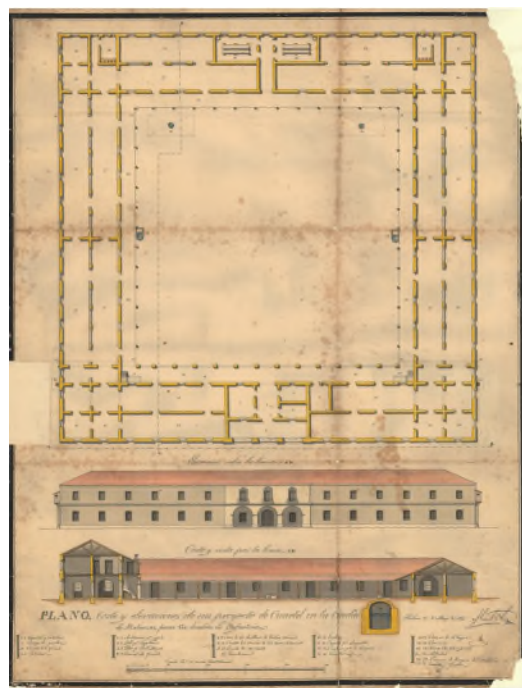


Figura 1
Plano, Corte y elevaciones de un proyecto de Cuartel en la Ciudad de Matanzas, para 800. hombres de Ynfantería. AGMM, CUB-81/5

Príncipe⁵, Santiago de Cuba y Trinidad⁶, entre otros, mediante la construcción de numerosos sistemas de acuartelamiento.

Una de las construcciones más destacadas fue el cuartel de infantería de Santa Cristina de Matanzas, erigido sobre una ligera pendiente próxima a la costa situada en el camino que comunicaba la Marina y la Vigía con el castillo de San Severino. El 23 de marzo de 1827 el ingeniero Manuel Ubiña diseñó un edificio rectangular, capaz de alojar a 800 hombres de infantería con su correspondiente oficialidad, siguiendo el modelo arquitectónico desarrollado en las ciudades de Guanajay y San Antonio. El proyecto fue acompañado de una memoria, un pliego de condiciones facultativas, un presupuesto de 115.928 pesos y 4 reales y un plano en el que aparece representada la planta, alzado de la fachada principal y un perfil longitudinal del edificio⁷. Este proyecto fue aprobado por la Junta de Fortificación con la condición de que el ingeniero incluyera dos letrinas destinadas a los oficiales en la planta superior, sin que esto supusiera un cambio sustancial en el resto de las dependencias, valoradas en 596 pesos (López 2016). Dicha construcción fue adjudicada por contrata el 30 de julio de 1827 a Vicente Oxamendi, el pintor francés Juan Bautista Vermay y el ingeniero Julio Sagebien, también de origen francés, por valor de 112.000 pesos⁸. El 10 de septiembre de 1875 el comandante de ingenieros Lino Sánchez propuso ampliar las dimensiones del cuartel, dando como resultado un edificio de 44 m de largo x 10 m de ancho, con cubierta a dos aguas, cuyas obras fueron aprobadas el 12 de febrero de 1876.

De manera paralela a la construcción de este edificio, el 12 de julio de 1844 el capitán de ingenieros Juan Campuzano propuso ampliar el cuartel infante-



Figura 2
Vista de la fachada del Cuartel de Infantería, parte del costado Este y Norte después del temporal del día 8 de Octubre. AGMM, CUB-275/21

planta cuadrada con dos naves en cada crujía en torno a un patio porticado dotado de una escalera de caracol, un aljibe que recibía el agua de lluvia almacenado en las azoteas a través de varios conductos subterráneos y otro sistema de canalización recogía el agua sobrante del aljibe para evitar el estancamiento de aguas nocivas en las inmediaciones de su fábrica.

La planta baja contaba con cuartos de oficiales, sargentos y tropa, depósito de banderas, oficiales arrestados, cuerpo de guardia y prisión, además de un edificio independiente para las cocinas y varios pozos de planta semicircular destinados al abastecimiento de agua potable a la tropa y facilitar la limpieza del cuartel. Mientras que el piso superior estaba formado por una sala de armas, alojamiento de la tropa y varios cuartos de sargentos. Varios planos muestran que era un edificio con techumbre a dos aguas, decorada con pequeños estribos de diseño piramidal escalonado que recorrían la línea de cubierta. La fachada principal estaba reforzada por sillería en las esquinas, contaba con cuatro puertas de acceso y un sistema rítmico de vanos, cubiertos con rejas de hierro en el primer piso y decorados con una moldura de ladrillo en el superior.

La única referencia que tenemos de la construcción de cuarteles en el siglo XIX en la isla, es que el 5 de febrero de 1862 se proyectó la construcción de un edificio dotado de varios pabellones, hornos, panadería y muelle en el municipio de Samaná, cuyas obras fueron estimadas en 11.230 pesos aunque desconocemos las características de su fábrica puesto que no aparecen mencionadas en ninguno de los documentos analizados para este trabajo¹³.

PUERTO RICO

Desde la fundación de la ciudad de San Juan, capital de la isla, a comienzos del siglo XVI la guarnición se alojaba en viviendas particulares financiadas por el Real Erario hasta que a mediados del siglo XVIII se construyó el cuartel de milicias en las inmediaciones del castillo de San Felipe del Morro (Hostos 1948: 15). En el siglo XIX se proyectaron más de veinte cuarteles de nueva planta en la ciudades comerciales y geoestratégicas más importantes de la isla: Aibonito¹⁴, Aguadilla¹⁵, Arroyo, Cayey, Guayama¹⁶, Mayagüez¹⁷, San Juan y Ponce¹⁸, entre otras, además de los islotes situados al este de la isla como Culebra y Vieques, ante la posibilidad de sufrir un posible ataque norteamericano. El cuartel más importante de la capital fue consiguado Ballajá, ya que fue erigido en el barrio del mismo nombre en 1853, entre los baluartes de Santo Domingo y Santa Rosa, muy próximo al convento de Santo Domingo, la Casa de la Beneficencia, la Casa de Locos, el Hospital de la Caridad, el Hospital Militar, el Palacio Arzobispal y el campo de instrucción militar del Morro¹⁹, cuyas obras quedaron concluidas en la década de los años 60 y en la actualidad alberga el Museo de América (Castro 1980: 213).

Fue una edificación de planta rectangular de 7.716 m² de tres pisos de unos 18 m de alto, construidos en torno a un patio central de unos 2.422 m² destinado a la instrucción militar²⁰, en cuya construcción trabajaron casi una docena de ingenieros militares. El 20 de octubre de 1841 la reina aprobó un presupuesto de 183.574 pesos y 5,5 reales para la construcción de un cuartel de infantería capaz de alojar a 1000 soldados, proyectado por el ingeniero Santiago Cortijo el 25 de diciembre de 1840²¹. Aunque una carta firmada por



Figura 4

Elevación del Cuartel, vista por el frente de la Puerta Principal. CGE, Ar.J-1.3-C.4-28

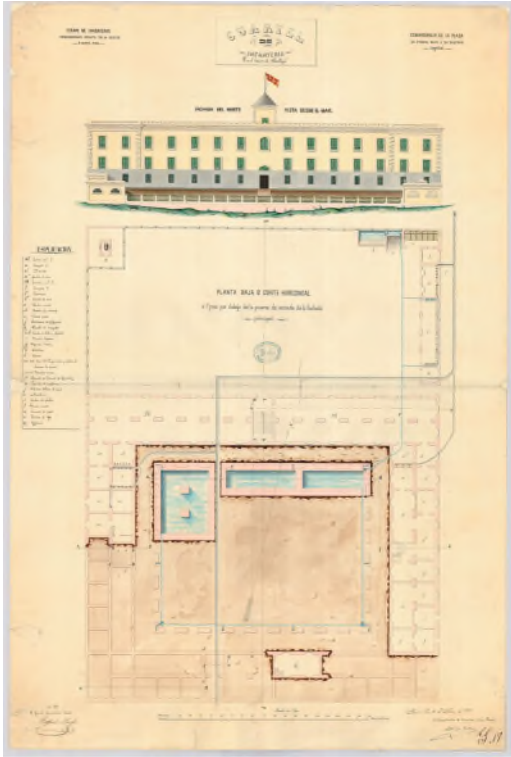


Figura 5
Cuartel de Infantería en el barrio de Ballajá. AGMM, PRI-3/6

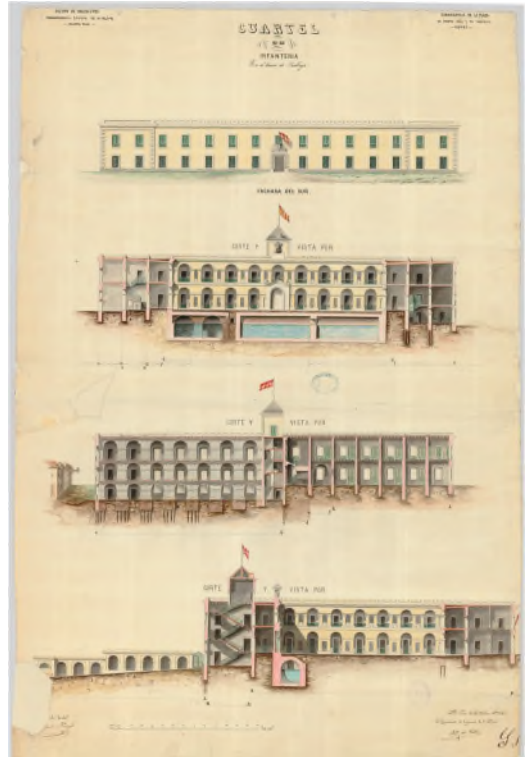


Figura 6
Cuartel de Infantería en el barrio de Ballajá. AGMM, PRI-3/7

Luis López Ballesteros el 12 de agosto de 1853 confirma que en ese momento no había comenzado a construirse debido a la falta de recursos económicos. El 12 de mayo del año siguiente, Juan Manuel Lombera redactó un nuevo proyecto basado en la construcción de un edificio de planta rectangular de tres pisos en torno a un patio central dotado de dos aljibes, con la fachada principal hacia el lado norte, es decir, hacia Campo del Morro, rodeado de una cerca perimetral, cuyas obras estimó en 215.000 pesos²². Este proyecto fue aprobado el 26 de diciembre de ese mismo año y según consta en un reconocimiento realizado a la ciudad en 1858, la primera piedra se colocó el 20 de diciembre de 1854 aunque poco después las obras se interrumpieron por falta de mano de obra. El 18 de febrero de 1857 Antonio María Guitián propuso modificar el proyecto original como consecuencia del desnivel y la abundancia de «tierras echadizas y estiércol», ya que anteriormente este em-

plazamiento fue explotado como cantera y posteriormente fue utilizado como basurero, circunstancias que obligaron a emplear grandes pilotes introducidos con un martinete de vapor en casi todo el perímetro del cuartel. Propuso aprovechar las crujiás bajas del edificio para instalar varias dependencias secundarias con el fin de mejorar la comodidad de la tropa y situar las cocinas y letrinas en el exterior del edificio por motivos de higiene y salubridad, cuyas obras estimó en 270.000 pesos.

El 1 de marzo de 1857 Timoteo Lubelza y Mariano Bosch elaboraron una memoria descriptiva, varios planos y un presupuesto de 266.325 pesos y 95 y 3/8 de centavo²³, con el fin de mejorar los cimientos del edificio por considerar que fue erigido sobre un «terreno flojísimo». El 23 de abril de 1861 José López Bago elaboró una nueva propuesta adicional valorada en 153.000 pesos y su fábrica quedó concluida tres años después.

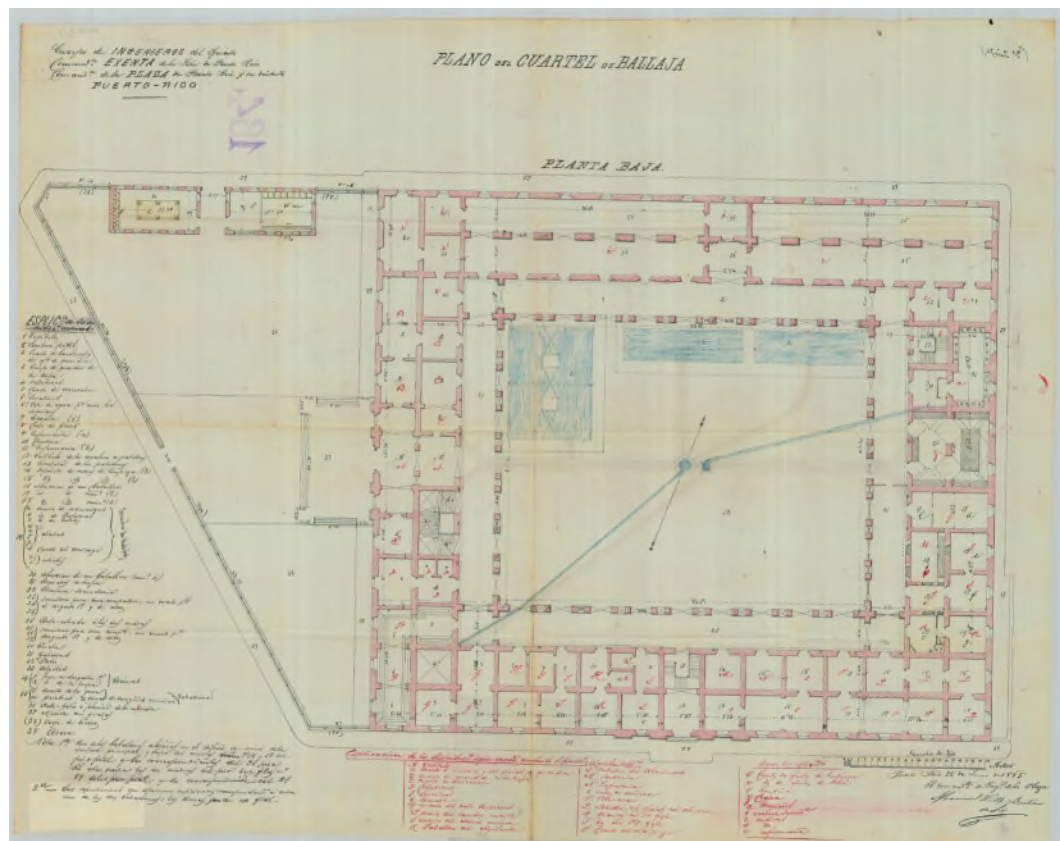


Figura 7
Plano del Cuartel de Ballajá. AGMM, PRI-50/7

En enero de 1864 llegó a la isla un batallón de cazadores procedente de Santo Domingo como consecuencia de la Guerra de Restauración (1863-1865) que enfrentó a un grupo de rebeldes separatistas con las autoridades españolas con el objetivo de conseguir la independencia, en un momento en el que la isla sufrió una fuerte epidemia de viruela. Circunstancias que obligaron a alojarlos en la Casa de Locos y varias edificaciones militares como el Hospital Militar, los castillos de San Felipe del Morro y San Cristóbal y el cuartel de Ballajá, debido a su ventajoso emplazamiento y gran capacidad, durante un periodo de catorce meses. En relación con este asunto el 28 de junio de 1865 Manuel Walls elaboró un proyecto acompañado de un presupuesto de 10.400 pesos y varios planos, en los que planteó la necesidad de realizar varias reparaciones en su

fábrica, cuyas obras fueron aprobadas el 12 de julio del año siguiente²⁴. Propuso reemplazar el patio exterior paralelo a la fachada occidental diseñado por Guitián y Lubelza, por otro de forma triangular dotado de una cocina para la tropa y una cabelleriza, con el fin de dejar el edificio en perfecto estado de conservación para volver a ser ocupado por la tropa de infantería, cuyas obras fueron interrumpidas por una Real Orden del 25 de agosto de 1866²⁵.

Varios documentos localizados en el Archivo Histórico Nacional permiten analizar las obras de mejora realizadas hasta finales de diciembre de 1867, momento en el que fue de nuevo desalojado como consecuencia de los daños provocados por varios temblores sufridos en la isla que provocaron la aparición de grietas en los muros y la roturas de algunos arcos y dinteles²⁶. El edificio permaneció inservible hasta

1871 cuando José López Bago insistió en la necesidad de reparar los desperfectos hallados en su fábrica, cuyos costes estimó en 122.500 pesetas. Propuso además, instalar las oficinas de la Administración militar situadas en varias viviendas particulares y acuartelar en él a la Sección de Escolta del rey alojada en el cuartel de Santo Domingo debido al estado de abandono en el que se encontraba²⁷. Un año después realizó un nuevo reconocimiento de su fábrica y propuso realizar nuevas reparaciones en la fachada, aljibe y conducción de aguas para evitar humedades en el interior del edificio aunque no tenemos constancia de que llegaran a ejecutarse. Como consecuencia de las fuertes lluvias sufridas en la isla, el 28 de

marzo de 1876 Francisco Osorio elaboró un proyecto para la colocación de varios pararrayos que acompañó de dos planos, cuyas obras fueron aprobadas el 29 de junio de ese mismo año²⁸.

Durante las dos últimas décadas de esta centuria Francisco Javier de Zaragoza, José Laguna, Julián Chacel y Manuel Cortés propusieron varias reparaciones con el fin de mantener su fábrica en buen estado de conservación²⁹. El 19 de diciembre de 1889 Manuel Cortés insistió en la necesidad de mejorar las condiciones higiénico-sanitarias del edificio y para ello elaboró un nuevo proyecto acompañado de un pliego de condiciones facultativas, varios planos para el establecimiento de nuevas letrinas, baños-

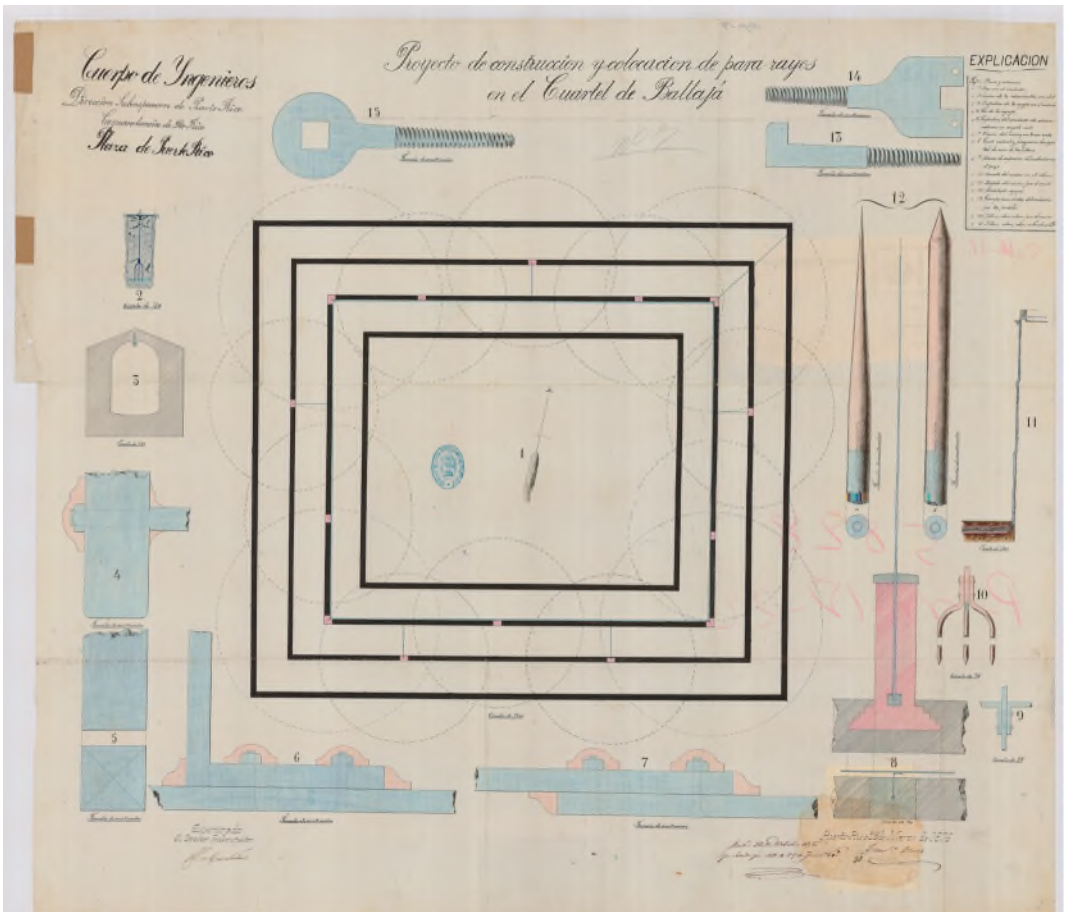


Figura 8

Proyecto de construcción y colocación de para-rayos en el Cuartel de Ballajá. AGMM, PRI-13/9

duchas para la tropa y la dotación de letrinas en los pabellones aunque no tenemos constancia de que llegaran a ejecutarse. En 1894 José Laguna mandó desalojar de nuevo el edificio debido a las nuevas grietas halladas en los muros del ángulo noroeste, elaboró un nuevo proyecto de recalzó y realizó varios reconocimientos de su fábrica hasta que un año después junto a Ángel María Rosell, elaboraron una nueva propuesta de reforma de la cocina, construcción de un fregadero y centraron su atención en la canalización de aguas para evitar nuevos desastres. La última reforma de la que tenemos constancia fue propuesta por Rafael Aguirre y ejecutada por Rafael Rávana el 22 de septiembre de 1896, relativa a varias obras de recalzo destinadas a reforzar la solidez y seguridad del edificio tras los últimos temblores y filtraciones de agua provocadas por varias roturas halladas en las atarjeas que conducían el agua de las azoteas hasta los aljibes, cuyas obras ascendieron a 38.600 pesos y fueron aprobadas por la Corona el 5 de enero de 1897.

CONCLUSIÓN

El objetivo de este trabajo es revalorizar la importancia de los sistemas de acuartelamiento construidos por la Corona española, por considerar que fueron edificios de gran importancia histórica, arquitectónica, social y militar que han pasado desapercibidos para la Historia de la Arquitectura y la Historia del Arte, pese a las características constructivas e innovaciones técnicas e higiénicas empleadas en su fábrica. Fueron edificios funcionales destinados al alojamiento de la tropa, en los que se introdujeron innovaciones relativas a los materiales de construcción, abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas nocivas, sistemas de iluminación y condiciones higiénico-sanitarias, puesto que la higiene y la defensa fueron las mayores preocupaciones de la Corona en el siglo XIX. Las fuentes gráficas y documentales analizadas para este trabajo muestran que la mayoría de los cuarteles fueron edificios sólidos, sencillos, de planta cuadrada o rectangular con dos o tres pisos de altura, con una estructura fundamentada en la jerarquía militar y con un coste mínimo en su construcción y mantenimiento. Fueron edificios funcionales, sobrios y monumentales, construidos en torno a un patio central en torno al cual se distribuían las dife-

rentes dependencias cuartelarias ya que las altas temperaturas y humedades del Caribe obligaron a diseñar edificaciones con una buena ventilación e iluminación con el fin de mejorar la calidad de vida de la tropa encargada de la defensa de las posesiones de Ultramar.

NOTAS

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación Arquitecturas del poder. Emulación y pervivencias en América y el sudeste asiático (1746-1808), Plan Nacional de I+D+i (PID2021-122170NB-I00).

1. A finales del siglo XIX la preocupación por las condiciones higiénico-sanitarias de la tropa llevó al capitán de ingenieros Mr. Tollet a diseñar cuarteles descentralizados con el fin de reducir la mortalidad del Ejército. Proyectó la construcción de cuarteles próximos a las ciudades sobre un terreno dominante y convenientemente orientado para favorecer la ventilación del edificio, con la fachada erigida en dirección a los vientos reinantes, dotados de pabellones aislados de una sola altura con capacidad de alojar hasta 60 soldados además de almacenes, cocinas, enfermerías y letrinas situados en edificios alejados de los dormitorios para evitar malos olores e infecciones. Propuso además, redondear los ángulos del edificio para facilitar la limpieza del interior de las estancias, mejorar la ventilación y suprimir los entramados de madera para reducir la posibilidad de incendios (Terreros 1903: 94; Sebastián 1992: 264).
2. El 15 de noviembre de 1851 Francisco Javier de Zaragoza levantó un plano de la ciudad en el que aparece representado el emplazamiento elegido para la construcción de un cuartel de planta cuadrada de 325 pies de lado. *Croquis del terreno inmediato a la Villa de Cienfuegos, para indicar la situación elegida para el cuartel de Ynfantería proyectado por el Capitan de Yngenieros Dn. Francisco Javier de Zaragoza*. AGMM, CUB-129/8.
3. El 13 de noviembre de 1827 Manuel Pastor proyectó la construcción del cuartel de infantería y caballería de San Carlos más conocido como La Concordia. *Cuartel de San Carlos (alias) La Concordia proyectado y construido por el pueblo de Guanajay por el Tte. Coronel, Capitan del Rl. Cuerpo de Yngenieros Dn. Manuel Pastor; copiado por el capitan de Ingen. Volunt. Domingo Aristazabal*. AGMM, CUB-172/11 y CUB-123/5.
4. *Proyecto de reparación y reforma del cuartel de Palma Soriano (Cuba) en 1894*. AGMM, Archidoc. 6996.1 y *Cuartel Soriano cuartel*. AGMM, CUB-134/7.

5. El 31 de enero de 1852 el comandante de ingenieros Fermín Pujol proyectó un cuartel para un batallón de infantería de planta cuadrada de 120 varas de largo en torno a un patio central dotado de un aljibe, defendido por cuatro caponeras rectangulares de 28 varas de cara y 20 de flanco, destinado al alojamiento de caballería, infantería y sus respectivos oficiales, en cuyo punto central dispuso otro edificio de 40 varas de lado y 13 pies de alto para los jefes y otras dependencias. *Memoria sobre un cuartel defensivo para Puerto Príncipe (Cuba)*. AGMM, Colección General de Documentos, 4-1-5-2 y *Perfiles y vistas del proyecto de un cuartel que se propone construir en la ciudad de Puerto Príncipe para alojar mil hombres de infantería con sus oficiales, una compañía de artillería de batalla con id., deposito de pertrechos y sala de armas para 3000 fusiles con sus correajes*. AGMM, CUB-260-3.
6. El 28 de mayo de 1839 José Contreras proyectó un edificio rectangular de mampostería cubierto de azotea capaz de alojar a 400 hombres. *Memoria sobre el proyecto de un cuartel para alojar toda la Infantería de la guarnición de la ciudad de Trinidad (Cuba)*. AGMM, Colección General de Documentos, 4-1-4-1 y *Solicitud de copia de un plano del cuartel de Infantería de Trinidad (Cuba) en 1849*. AGMM, Archidoc. 5775.21
7. Ubiña planteó un edificio de planta cuadrada en torno a un patio porticado con dos aljibes y dos pozos con sus correspondientes pilas, dotado de un cuerpo de guardia, cuarto de oficial, calabozos, dormitorios para la tropa y sargentos, letrinas en el piso inferior y dormitorios de jefes, capitanes, sargentos, subalternos, cuartos de asistentes, cocinas de oficiales y servicio de oficinas en el superior. *Copia de la memoria, presupuesto, pliegos de condiciones y demás, referentes a la construcción de un Cuartel de Infantería en la ciudad de Matanzas (Cuba)*. AGMM, Colección General de Documentos, 4-1-3-2.
8. El 21 de julio de 1831 se propuso rehabilitar el sistema de cañerías del cuartel. *Proyecto y detalles de una cañería para los comunes del cuartel de Santa Cristina de esta ciudad de Matanzas*. AGI, MP-SANTO_DOMINGO, 801 y *Perfil del cuartel de Santa Cristina de Matanzas y de su alcantarillado hasta el mar*. AGI, MP-SANTO_DOMINGO, 802.
9. *Memoria sobre el cuartel del pueblo de Pinar del Río, Cuba*. AGMM, Colección General de Documentos, 4-1-1-13BIS y *Memorias sobre el proyecto de ampliación del cuartel de Infantería en Pinar del Río (Cuba) en 1844*. AGMM, Archidoc. 5775.12.
10. *Obras en el cuartel de infantería de Pinar del Río (Cuba) entre 1859 y 1860*. AGMM, Archidoc. 5756.16.
11. Este proyecto fue acompañado de un presupuesto de 14.640 pesos y un plano en el que aparece representado un alzado de la fachada principal que muestra los daños ocasionados en las esquinas y el muro norte. *Proyecto de reparación del cuartel de Infantería de Pinar del Río (Cuba) en 1882*. AGMM, Archidoc. 5815.1; *Reforma del cuartel de Infantería y Caballería de Pinar del Río (Cuba) para habilitarla como hospital*. AGMM, Archidoc. 5823.16; *Cuartel de Infantería y Caballería de Pinar del Río: Proyecto de reparaciones en el Cuartel de Infantería y Caballería de Pinar del Río*. AGMM, CUB-270/1, CUB-270/2, CUB-269/9 y CUB-269/11.
12. *Plano de la Plaza de S. Domingo capital de la Isla Española con sus proyectos*. Centro Geográfico del Ejército, Ar.J-T.3-C.4-22.
13. *Construcción de un hospital, un cuartel y un presidio en Samaná (República Dominicana) en 1862*. AGMM, Archidoc. 5676.5.
14. En enero de 1888 José González elaboró dos proyectos para la construcción de varios establecimientos militares en Aibonito y Cayey por considerar que eran puntos estratégicos de operaciones militares. *Construcción de cuarteles en Aibonito y Cayey*. AGMM, Archidoc. 5625.5 y *Edificios de guerra entregados a los americanos al evacuar el ejército español de la isla de Puerto Rico*. AGMM, Archidoc. 5627.5.
15. Desconocemos la fecha de su construcción, pero un plano trazado por Manuel Walls confirma que era un edificio de dos pisos y planta cuadrada en el que se realizaron varias reparaciones durante esta centuria. *Aprobando el presupuesto para las obras del cuartel de la Concepción de Aguadilla*. AHN, ULTRAMAR, 6355, Exp. 22, Doc. 4 y *Se aprueba el presupuesto para las obras necesarias en el cuartel de la Concepción de Aguadilla*. AHN, ULTRAMAR, 6358, Exp. 4, Doc. 13.
16. El 19 de abril de 1846 se aprobó la construcción de un cuartel de dos alturas para alojar a dos compañías de infantería, dotado de una enfermería, almacenes, talleres, pabellones para oficiales y salas para el armamento, valorado en 31.293 pesos y 6 reales. *Construcción de cuarteles en Guayama y Arroyo*. AGMM, Archidoc. 5625.2.
17. Diego Gálvez proyectó un cuartel de dos pisos, con muros aspilleros y baluartes en cada uno de sus ángulos, capaz de alojar a 220 infantes, de 10 a 12 artilleros e igual número de caballería. Este proyecto fue acompañado de una memoria, un pliego de condiciones facultativas, un presupuesto de 76.373 pesos y 5 reales y varios planos en los que aparece representada la planta baja y el piso principal, alzado y fachada, cuyas obras fueron aprobadas el 17 de septiembre de 1843 y quedaron concluidas a comienzos de 1845. *Aprobando uno de los proyectos de ensanche del Cuartel de Mayagüez*. AHN, ULTRAMAR, 6357, Exp. 4, Doc. 6 y ULTRAMAR, 1069, Exp. 12.
18. Diego Gálvez proyectó un cuartel de mampostería de dos plantas para 200 infantes, de 16 a 20 hombres de

- caballería e igual número de artilleros, siguiendo el modelo empleado en el cuartel de Mayagüez, cuyas obras estimó en 92.426 pesos, 4 reales y 17 maravedís y fueron aprobadas por la Corona el 17 de septiembre de 1843. 5625.6. *Proyecto para la construcción de un cuartel en Ponce*. AGMM, PRI-49/5, PRI-49/6 y PRI-49/7 y *Aprobados presupuestos para construcción de cuarteles en Mayagüez y Ponce*. AHN, ULTRAMAR, 1069, Exp. 12.
19. Las fechas de construcción y conclusión del cuartel han sido debatida por varios autores: Sepúlveda señala 1853-1863 como fechas de inicio y terminación, Castro afirma que fue proyectado en 1854 y quedó concluido en abril de 1863. mientras que Hostos, Blanes y Mari Mut datan su construcción en 1857 y para este último las obras se prolongaron hasta 1863 y 1864 según Hostos (Hostos 1948: 218; Castro 1980: 274; Sepúlveda 1989: 258; Blanes 2001: 16 y Mari Mut 2011).
 20. La capacidad del cuartel es otro de los aspectos más debatidos ya que Jiménez de la Romera afirma que fue construido para alojar a 18 batallones, Hostos menciona sólo 2, mientras que en la documentación analizada para este estudio consta que era un cuartel de 1000 plazas para un batallón de 8 compañías (Jiménez 1887: 537 y Hostos 1948: 218).
 21. *Plano de la planta principal del cuartel que se proyecta construir en esta plaza para 2.000 hombres de Infantería con pabellones para oficiales*. AGMM, PRI-50/3.
 22. El 27 de julio de 1855 Lombera propuso construir un aljibe más en el patio, cuyas obras estimó en 7.100 pesos. *Construcción, ampliación y reformas del Cuartel de Infantería de Ballajá en San Juan de Puerto Rico*. AGMM, Archidoc. 5628.2.
 23. *Proyecto del cuartel de infantería de Ballajá : con las modificaciones que convendría introducir para aprovechar del modo más conveniente los profundos cimientos que son necesarios en su construcción / formado de orden del Señor Coronel Comandte. de Ingenieros de Puerto Rico por el comandante del Cuerpo Dn. Timoteo Lubelza y el comandante graduado de Ynfanteria Capitan del mismo, Dn. Mariano Bosch; Comandancia exenta de ingenieros de la isla de Puerto Rico*. AGMM, PRI-1/8; *Proyecto del cuartel de infantería de Ballajá*. AGMM, PRI-1/11 y PRI-1/19.
 24. Planteó la necesidad de convertirlo en un cuartel capaz de alojar a 2 batallones y habilitar cuatro locales para almacenes. *Plano del Cuartel de Ballajá*. AGMM, PRI-50/7; *Planta principal del Cuartel de Ballajá*. AGMM, PRI-50/8; *Construcción, ampliación y reformas del Cuartel de Infantería de Ballajá en San Juan de Puerto Rico*. AGMM, Archidoc. 5628.2 y *Aprobando el presupuesto para las obras necesarias de reparación y saneamiento del cuartel de Ballajá, habilitado para hospital de enfermos procedentes de Santo Domingo*. AHN, ULTRAMAR, 6358, Exp. 7, Doc. 2.
 25. *Aprobando el proyecto y presupuesto para las obras de reparación para las obras de reparación en el cuartel de Ballajá*. AHN, ULTRAMAR, 6360, Exp. 16, Doc. 2.
 26. *Se aprueba el proyecto y presupuesto para la construcción de unas alcantarillas que viertan al mar las materias procedentes de los cuarteles de Ballajá, Santo Domingo y Hospital Militar de la plaza de San Juan*. AHN, ULTRAMAR, 6359, Exp. 8, Doc. 2.
 27. *Se aprueba un presupuesto para las obras que se han de realizar en el cuartel de Ballajá de Puerto Rico con el objeto de instalar las oficinas de Administración y la Sección Escolta y dando normas sobre dichas obras*. AHN, ULTRAMAR, 6362, Exp. 9, Doc. 17.
 28. Uno de los planos muestra el emplazamiento del cuartel y el otro una relación de las catorce figuras con sus correspondientes elementos indicados en clave numérica. *Aprobación de la colocación de pararrayos en el cuartel de Ballajá*. AHN, ULTRAMAR, 6365, Exp. 23, Doc. 12; *Proyecto de construcción y colocación de pararrayos en el Cuartel de Ballajá*. AGMM, PRI-13/8 y PRI-13/9.
 29. *Se concede el presupuesto solicitado para reparar el cuartel de Ballajá*. AHN, ULTRAMAR, 6367, Exp. 5, Doc. 2.

LISTA DE REFERENCIAS

- Araldi, A. 1883. El problema de las letrinas en los cuarteles y edificios militares. *Memoria de Ingenieros*, tomo XXXVIII: 7-40.
- Avilés, J. 1909. *Los cuarteles higiénicos*. Madrid: Bailly-Bailliére.
- Blanes, T. 2001. *Fortificaciones del Caribe*. La Habana: Letras Cubanas.
- Cantera, J. 2006. El cuartel como objeto de investigación. *Revista de Historia Militar*, 100: 75-91,
- Cantera, J. 2007. *La domus militaris hispana. Origen, evolución y función social del cuartel en España*. Madrid: Ministerio de Defensa.
- Cantera, J. 2020. La problemática de los cuarteles en la América Hispana. *Revista de Historia Militar*, 128: 13-70.
- Capel, H. 2005. *La morfología de las ciudades*. Barcelona: Ediciones Serbal.
- Castro, M. A. 1980. *Arquitectura en San Juan de Puerto Rico (siglo XIX)*. San Juan: Universidad de Puerto Rico.
- Guardia, C. 2012. *Historia de los Estados Unidos*. Madrid: Editorial Sílex.
- Hostos, A. 1948. *Ciudad Murada (1521-1898)*. La Habana: Editorial Lex.

- Jiménez, W. 1887. *Cuba, Puerto Rico y Filipinas*. Barcelona: Establecimiento Editorial de Daniel Cortezo.
- López, I. J. 2016. El Cuartel de Santa Cristina de Matanzas. Proyecto, construcción y autoría. *Arquitectura y Urbanismo*, vol. XXXVII, 1: 13-24.
- Mari, J. A. 2011. *Lugares históricos del Viejo San Juan*, edicionesdigitales.info,2011 https://archive.org/details/jamarimutt_me_Vsj (consultado por última vez el 27/08/2023)
- Moncada, J. O. 2003. El cuartel como vivienda colectiva en España y sus posesiones durante el siglo XVIII. *Scripta Nova: Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 7, 146 [https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(007\).htm](https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(007).htm) (consultado por última vez el 24/08/2023)
- Opatrny, J. 2018. *Caribe hispano y Europa. Siglos XIX y XX. Dos siglos de relaciones*. Praga: Universidad de Carolina y Editorial Karolinum.
- Parrilla, M. 1972. El alojamiento de la tropa en los siglos XVII y XVIII. *Revista Ejército*, 390: 21-24.
- Pastor, M. L. 2016. La política exterior norteamericana hacia América central y el Caribe: una aproximación histórico-política. *Bie3: Boletín IEEE*, 1: 148-164.
- Payne, S. G. 1985. *Historia de España. La España Imperial. De los Reyes Católicos hasta el fin de la Casa de Austria*. Madrid: Editorial Playor.
- Piqueras, J. A. 2005. *Las Antillas en la era de las Luces y la Revolución*. España: Siglo XIX de España Editores.
- Rávena, R. 1900. Recalzo de cimientos en el cuartel de Ballajá en Puerto-Rico, *Memorial de Ingenieros*, tomo XVII: 5-67.
- Sepúlveda, A. 1989. *San Juan. Historia ilustrada de su desarrollo urbano. 1508-1898*. San Juan: Editorial Carimar.
- Terreros, L. 1903. La Arquitectura en los cuarteles. *La Construcción Moderna*, 5: 93-96.
- Terrón Ponce, J. L. 1997. *Ejército y Política en la España de Carlos III*. Madrid: Ministerio de Defensa.

Nota sobre los ensayos sobre arcos de Leonardo da Vinci

Santiago Huerta

Leonardo da Vinci (1452-1519) fue el primero en utilizar pequeños modelos de arcos para estudiar su comportamiento mecánico. Son numerosas las referencias a la estática de arcos y bóvedas dispersas por sus distintos códices. Los dibujos de Leonardo muestran un enorme ingenio. Sin embargo, su mecánica «medieval» le impidió elaborar una teoría para calcular el empuje de los arcos. No obstante, llegó a algunas conclusiones válidas que más tarde se demostraron ciertas.¹

Por ejemplo, dijo explícitamente que la condición para que un arco soporte una gran carga en la coronación es que sea posible trazar una línea recta en el interior de la fábrica, Figura 1 (a). Parsons (1939, 71) cita a Leonardo: «un arco no se romperá si la cuerda del arco exterior no toca el arco interior. Esto se manifiesta por la experiencia, porque siempre que la cuerda *aon* del arco exterior se acerque al arco interior, el arco será débil, y lo será en la proporción en que el arco interior sobrepase la cuerda». Por otra parte, refiriéndose a la Figura 1 (b), Leonardo dice: «Cuando un arco está cargado sólo por un lado, el empuje presionará sobre la parte superior del otro lado y se transmitirá al arranque del arco de ese lado; y se romperá en un punto a medio camino entre sus dos extremos, donde está más alejado de la cuerda». Estas afirmaciones no sorprenderían a ningún canteiro medieval o actual (ni a un arquitecto o ingeniero moderno con un buen conocimiento del comportamiento de la fábrica).

Por supuesto, Leonardo en la primera frase se refiere a una carga puntual en un arco apuntado y era bien sabido por los canteros medievales que estos arcos resisten grandes cargas en su clave. La «regla» de que si es posible trazar dos rectas en el interior del arco la carga puede ser enorme, puede ser una regla medieval o una idea de Leonardo; es imposible saberlo. La segunda frase está diciendo que, por supuesto, si la carga se aplica no en la clave sino en un lado, el arco se vuelve mucho más débil y colapsará para una cierta carga. Esto seguramente era de conocimiento común. Lo que no es común es el interés que Leonardo mostró por el problema que aparece muchas veces a lo largo de sus manuscritos: la forma en que colapsan los arcos y los métodos para evitar este colapso.

Una cuestión independiente es en qué medida Leonardo hizo pruebas reales con modelos de arcos. Truesdell (1968) en su largo ensayo sobre la «Mecánica de Leonardo da Vinci» mostró un gran escepticismo sobre que Leonardo realmente hiciera tantos ensayos. Según Truesdell, Leonardo registraba principalmente, con extraordinarios dibujos, lo que era de conocimiento común.

Jean Paul Richter (1883) fue el primero en recopilar y clasificar los manuscritos de Leonardo. Sus libros, reimpressos varias veces, son todavía hoy muy útiles para localizar información sobre diferentes temas en sus códices. En su segundo tomo Richter dedicó una sección a «La naturaleza del arco». (Richter

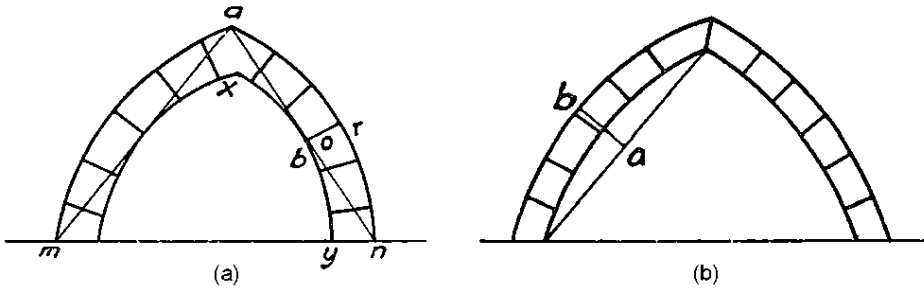


Figura 1

Dibujos de Leonardo sobre mecánica de arcos: (a) regla para un arco que no colapsa; (b) dibujo que muestra la parte más débil en un arco de cargado en uno de sus lados (Parsons 1939, 71)

1883, II: 86-94) Allí cita y redibuja a partir de distintos manuscritos lo que podrían interpretarse como experimentos sobre modelos. En la Figura 2 se recoge uno de estos dibujos. Leonardo pretende, con una serie de modelos, medir y comparar los empujes de diferentes arcos. Cualitativamente son correctos, ya que el empuje del arco apuntado es menor que el de los demás arcos de medio punto o rebajados. Que los arcos apuntados empujaban menos era también un conocimiento común de los maestros medievales. ¿Expresaba Leonardo sus pensamientos o construyó realmente los arcos modelo?

En los estudios sobre Leonardo hay un hecho crucial: el redescubrimiento en la Biblioteca Nacional de España, en los años 1960, de los llamados «Códices de Madrid», publicados con una transcripción y un estudio introductorio de Ladislao Reti en 1974. Estos Códices contienen nueva información esencial para interpretar las ideas de Leonardo sobre la mecánica de los arcos.

En particular, en uno de los Códices de Madrid (Mss. 8937, folio 134r) se muestra por primera el me-

canismo correcto de colapso de los arcos de fábrica. En la Figura 3 vemos en la parte superior el colapso de un arco de medio punto bajo una carga puntual en la coronación. Se forman cinco articulaciones: una bajo la carga, dos en los riñones y dos a los pies del arco. Leonardo dibuja las cuerdas internas, quizá intentando mostrar la localización de las rótulas (véase la Fig. 1, más arriba). El dibujo es completamente correcto y es la primera representación conocida sobre el colapso (correcto) de arcos de fábrica.²

En la parte inferior de la Figura 3, el mismo arco de medio punto está sometido a una carga puntual excéntrica. Esta vez Leonardo hace dos dibujos separados. Arriba está el arco sin deformar, mostrando la posición de la carga y dos líneas rectas, como antes, uniendo el punto de aplicación de la carga con los pies del arco. Abajo, el dibujo registra el momento real de colapso. Esta vez se requiere cierta pericia para interpretar el dibujo. En la figura 4 de Heyman (1999) se muestra el mecanismo correcto de colapso, con cuatro articulaciones que convierten el arco en un mecanismo de cuatro barras.

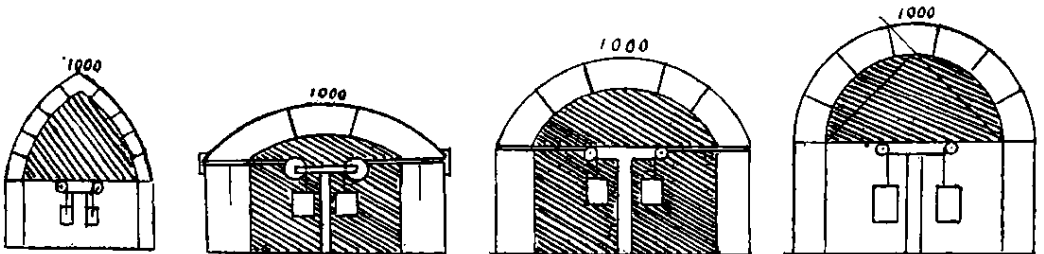


Figura 2

Modelos de Leonardo para comparar los empujes de diferentes arcos (Richter 1883, 89)

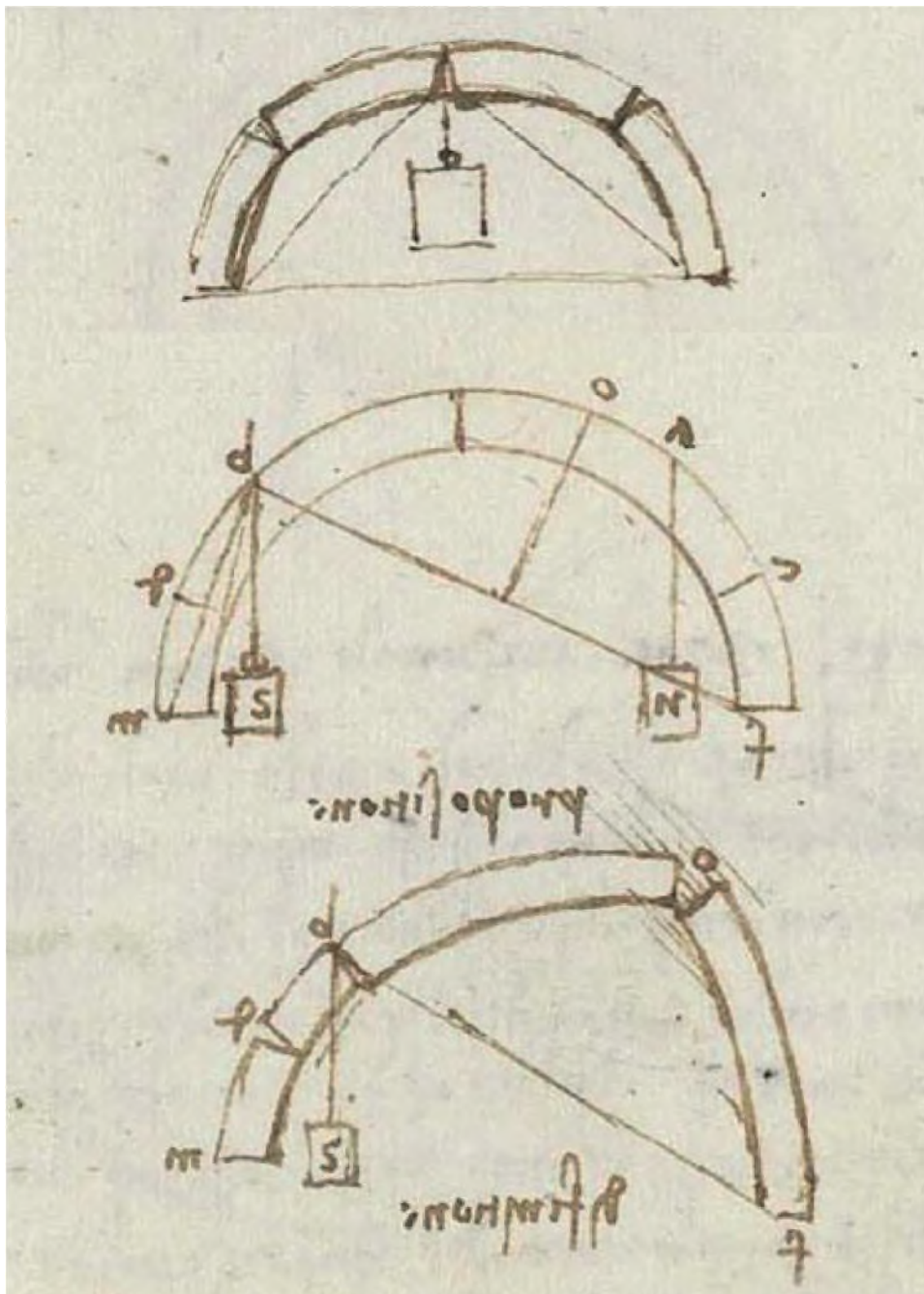


Figura 3
 Colapso de arcos de medio punto sometidos a una carga puntual: arriba, carga en el centro; abajo, carga excéntrica. (Leonardo da Vinci, Biblioteca Nacional de España, Mss. 8937, fol. 134v)

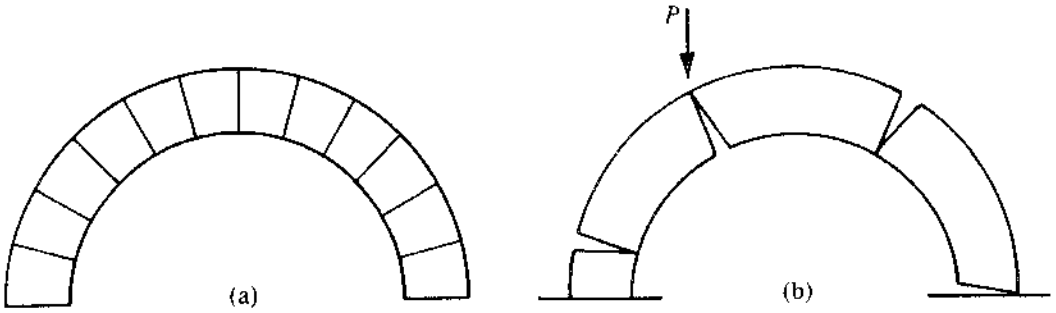


Figura 4
Mecanismo de colapso de un arco con carga excéntrica (Heyman 1999, 22)

Si comparamos los dos dibujos (el inferior de la Figura 3 con la Figura 4) podemos identificar las cuatro articulaciones también en el dibujo de Leonardo. La primera y la tercera articulación (desde la izquierda) están claramente indicadas mostrando las grietas que se abren en la dirección correcta. En el pie derecho del arco podría imaginarse también otra

articulación. Sin embargo, bajo la carga el dibujo de Leonardo parece confuso indicando tanto una ligera apertura como, también, cierto deslizamiento. Esto es crucial porque demuestra que el ensayo se realizó realmente.

En la figura 5 se ha realizado un análisis gráfico, dibujando la línea de empujes correspondien-

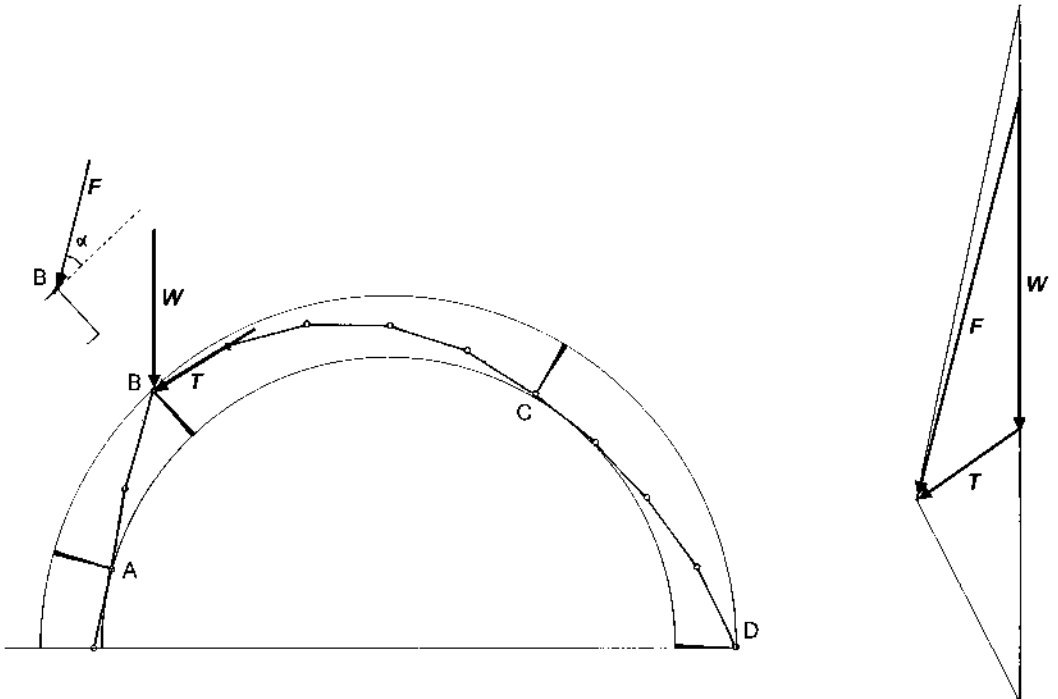


Figura 5
Análisis de colapso del arco de Leonardo en la parte baja de la Fig. 3 (dibujo del autor)

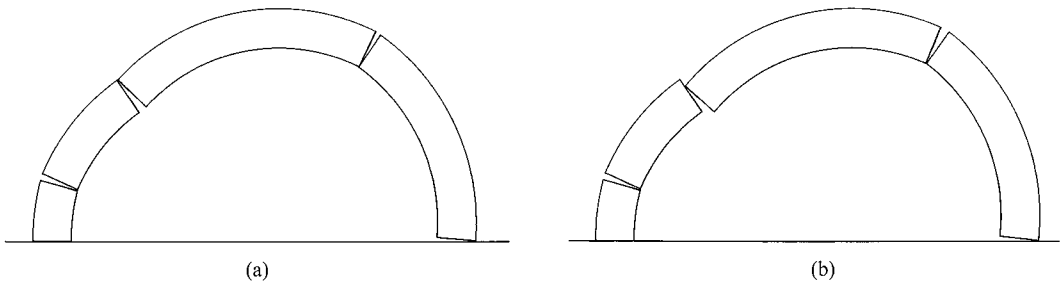


Figura 6
Posibles mecanismos de colapso del arco de la Figura 5: (a) rotación pura; (b) rotación y deslizamiento (dibujo del autor)

te a la carga de colapso. Las articulaciones se han nombrado con letras mayúsculas A, B, C, D. En la parte derecha se ha dibujado el polígono de fuerzas correspondiente. W es la carga vertical; T es el empuje de la parte del arco situada a la derecha de la articulación B; F resulta de la composición de W y T , y es la fuerza resultante que actúa sobre la sección del arco en B. En el detalle superior izquierdo se muestra el ángulo α , la inclinación de la fuerza F respecto al plano de la junta de articulación. Este ángulo es de casi 30° , que es aproximadamente el ángulo de rozamiento de muchos materiales (madera, piedra). De hecho, en esta situación, en una prueba real el colapso podría haber mostrado tanto articulación como deslizamiento. El dibujo de Leonardo lo refleja y fue capaz de reproducir con bastante precisión el instante del colapso.

En la Figura 6 se muestran los dos posibles mecanismos de colapso. En la Figura 6 (a) no hay deslizamiento y es el mecanismo típico mostrado en la Figura 5 anterior. En la Figura 6 (b) hay deslizamiento parcial y corresponde al dibujo de Leonardo de la Figura 3. No cabe duda que el dibujo corresponde a un ensayo real.

CONCLUSIONES

Los dibujos de Leonardo da Vinci en los Códices de Madrid arrojan nueva luz sobre el debatido tema de si Leonardo realmente realizaba ensayos o simplemente los imaginaba. Muy posiblemente ambas cosas son ciertas. En el caso de los arcos de fábrica los dibujos de la Figura 3 demuestran, sin ningún

género de dudas que Leonardo realizó ensayos sobre modelos de arcos de dovelas y que registró correctamente la forma de colapso por formación de articulaciones. En particular, el colapso de la parte inferior de la Figura 3, muy complejo, con una combinación de rotación y deslizamiento en una de las juntas, sólo puede haber sido fruto de la observación de un ensayo real.

NOTAS

1. El mejor libro sobre el empleo de modelos a lo largo de la historia es Addis (2021). En este libro escribí sobre los modelos de arcos (Huerta 2021). Los breves párrafos sobre Leonardo han dado lugar a la presente nota.
2. La primera vez que se menciona esto, si no estoy equivocado, fue en mi Tesis doctoral (Huerta 1990, 59). Más tarde, lo publiqué en un artículo (Huerta 1996, 19). Curiosamente, estos ensayos no han recibido atención por parte de los estudiosos sobre teoría de arcos.

LISTA DE REFERENCIAS

- Addis, Bill. 2021. *Physical Models: Their historical and current use in civil and building engineering design*. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn.
- Heyman, Jacques. 1999. *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera / CEHOPU. (Trad. esp. de: *The Stone Skeleton. Structural Engineering of Masonry Architecture*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995).

- Huerta, Santiago. 1990. Diseño estructural de arcos, bóvedas y cúpulas en España, ca. 1500- ca. 1800. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Huerta, Santiago. 1996. La teoría del arco de fábrica: desarrollo histórico. *Obra Pública* 38: 18-29.
- Huerta, Santiago. 2021. Block models of the masonry arch and vault. En: *Physical Models: Their historical and current use in civil and building engineering design*. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn, editado por B. Addis: 31-77.
- Leonardo da Vinci. 1974. *Códices de la Biblioteca Nacional de Madrid*. Madrid: Taurus. 5 vols.
- Parsons, W. B. 1976. Leonardo da Vinci, civil engineer. En: *Engineers and engineering in the Renaissance*. Cambridge, Mass.: The MIT Press: 67-93.
- Richter, Jean Paul. 1883. *The Literary Works of Leonardo da Vinci*. London: Samson Low, Marston, Searle and Rivington. 2 Vols. (Reimpreso por Dover en 1970).
- Truesdell, Clifford A. 1968. The Mechanics of Leonardo da Vinci. En: *Essays in the History of Mechanics*. Berlin, New York: Springer-Verlag: 1-83. (Trad. esp: *Ensayos de Historia de la Mecánica*. Madrid: Tecnos, 1975).

Los manuscritos de Guamán Poma de Ayala y las técnicas constructivas de la arquitectura española del siglo XVI en Perú

Pedro Hurtado Valdez
Chiara Umeres Francia
Brenda Garabito Maldonado

En Perú casi no existen evidencias de cómo fueron los iniciales edificios levantados por alarifes españoles en el siglo XVI, debido a los grandes terremotos que asolaron la región durante las centurias siguientes, los cuales provocaron el colapso de dichos inmuebles o su permanente reconstrucción con enormes modificaciones que hacen irreconocibles las características originales que tuvieron. En este contexto, Guamán Poma de Ayala (1534-1615) realizó un manuscrito culminado aproximadamente en 1615, donde mostraba imágenes de las ciudades peruanas del siglo XVI, empleando su experiencia como dibujante en las escribanías de su tiempo.

Sobre el trabajo de Guamán Poma se han desarrollado investigaciones, pero ninguna abordó el tema de las características constructivas de los edificios que aparecen en sus ilustraciones. En la actualidad se piensa que las láminas de Guamán Poma sólo manifiestan idealizaciones de la ciudad hispanoamericana, con edificios situados de manera aleatoria y con errores de dibujo. No obstante, en recientes indagaciones sobre antiguas edificaciones localizadas en dos pueblos de los Andes peruanos, se han encontrado edificios que están relacionados constructivamente con las láminas de Guamán Poma.

Precisamente el objetivo de la presente comunicación es constatar que dichas láminas representan la realidad de los primeros edificios que levantaron los españoles en Perú, revelando sus particularidades constructivas.

METODOLOGÍA

El método empleado se basó en la sistematización de los elementos constructivos observados en los dibujos de Guamán Poma, junto al análisis de documentos de archivos históricos como importantes fuentes primarias que dejaron los alarifes del siglo XVI y que explican las técnicas constructivas del momento. Posteriormente se describieron las características constructivas de antiguos edificios encontrados en zonas rurales de los Andes peruanos correspondientes a los inicios de la presencia hispana en Perú, que consintió luego la comparación y análisis constructivo con los dibujos de Guamán Poma.

CIUDADES Y VILLAS SEGÚN GUAMÁN POMA DE AYALA

Los apuntes de las ciudades y villas que plasma Guamán Poma aparecen enmarcados con accidentes geográficos como hitos necesarios para explicar el urbanismo andino conectado con el medio natural, mientras que al centro de la lámina se muestra siempre la plaza como punto de partida del urbanismo hispano, con los principales edificios cívicos y religiosos a su alrededor. Este modo de graficar la ciudad es producto de una visión sincrética entre el mundo prehispánico y el occidental, resultado del mestizaje cultural entre la herencia familiar Yarowilca que él mismo reconoce (Guamán Poma 1615), y

de su vivencia dentro el espacio urbano hispano en donde desempeñaba sus labores cotidianamente como asistente de escribanos y frailes (López Guzmán 2009). Guamán Poma suele emplear determinados tipos gráficos para representar a sus edificios (Venturi 2021), a pesar de que no era un erudito en arquitectura, por lo que estas representaciones debían obedecer a un patrón cuyos referentes reales existieron en algún lugar del virreinato peruano.

La manera de representación de sus ciudades ha sido materia de controversia, entre quienes abogaban por la existencia de referentes y aquellos que creían que Guamán Poma solo realizó abstracciones sin apearse a la realidad. En el primer caso, no se presentaron evidencias de los referentes reales, habiendo quedado en un simple ejercicio especulativo, mientras que el segundo grupo con la finalidad de negar paternidades edilicias se pretendió comparar edificios existentes en la actualidad con aquellos de cinco siglos atrás, olvidando que dichas construcciones han sufrido notables cambios en el tiempo, resultado de las reparaciones que obligaban los continuos seísmos acontecidos en la historia peruana.

En recientes exploraciones de campo se han logrado encontrar dos iglesias en las localidades de Ninacaca y Yacán, situadas en una zona altoandina dentro del departamento de Pasco, las cuales han sido conservadas o reconstruidas con los mismos tipos constructivos que en su estado original, resultado de una cultura popular que ha mantenido las técnicas tradicionales como un acervo identitario de sus respectivos poblados. Este hallazgo hizo posible la comparación de estas edificaciones con los dibujos de Guamán Poma.

EDIFICIOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN LAS LÁMINAS DE GUAMÁN POMA DE AYALA

El manuscrito de Guamán Poma muestra tipos edilicios correspondientes a viviendas, iglesias con sus torres, cabildos de las ciudades y alhóndigas, organizados generalmente alrededor de una plaza central (figura 1). Siguiendo el análisis gráfico de Kagan (1998) se podría argumentar que Guamán Poma no solo expresaba una imagen territorial, urbana y arquitectónica de las ciudades peruanas en su visión corográfica, sino también que dichas imágenes testificaban una realidad social y un quehacer constructi-

vo. Es decir, una atenta mirada a los detalles de estos dibujos puede dar pistas de las técnicas constructivas que se venían haciendo en el siglo XVI.

Muros

Dentro de las imágenes se pueden apreciar edificios con muros representados con una trama de líneas paralelas segmentadas (BRD láminas 17, 19, 1019, 1039, 438), con la intención de expresar la bastedad del acabado, al ser posiblemente de adobe o mampostería de piedras irregulares, carente de revocos de terminación (figura 2). Al respecto, se debe considerar que durante el siglo XVI muchas edificaciones fueron realizadas en adobe o no llegaron a culminarse (Vela 2009). Pero también existen algunas construcciones cuyos muros son representados sin tramas, indicando que dicho paramento tenía un acabado, posiblemente el encalado empleado en este siglo (Hurtado-Valdez 2020). A pesar de que la mayoría de los edificios poseen un solo nivel sus muros siempre son representados con gran espesor



Figura 1
Imagen urbana típica de Guamán Poma de Ayala con la plaza central y los edificios principales alrededor de ella, en este caso de la entonces villa de Ica. (Biblioteca Real de Dinamarca, lámina 1049)

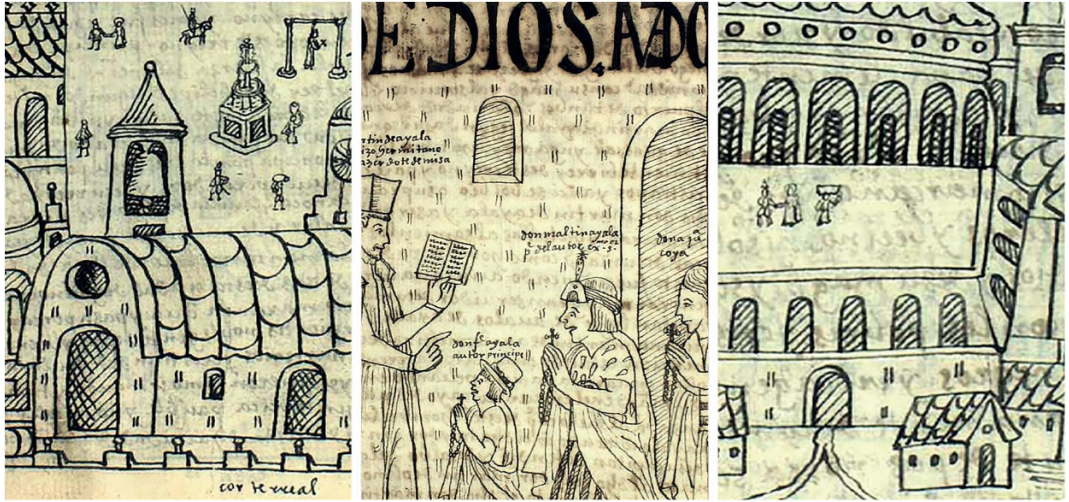


Figura 2
 Detalles de muros de adobe (con líneas segmentadas) de gran espesor. (Biblioteca Real de Dinamarca, láminas 17, 1019, 1039. Editado por Umeres Francia, C. y Garabito Maldonado, B.)

(BRD láminas 17, 1019, 1025, 1039), típico de las construcciones con tierra. También llama la atención que los principales edificios que aparecen en sus láminas poseen una vereda que los bordea perimetralmente (BRD lámina 1039).

Portadas

Los dibujos de algunas edificaciones, los de mayor jerarquía por estar cerca de la plaza Mayor, muestran muros con escalonamientos en sus fachadas con un



Figura 3
 Portadas escalonadas en las fachadas frontales de los edificios principales. (Biblioteca Real de Dinamarca, láminas 1045, 1053, 1057. Editado por Umeres Francia, C. y Garabito Maldonado, B.)



Figura 4

Figura 4. Dibujos de Guamán Poma mostrando torres exentas con chapiteles y cúpulas, además de una vereda perimetral que bordea los edificios. (Biblioteca Real de Dinamarca, láminas 1043, 1057, 1059. Editado por Umeres Francia, C. y Garabito Maldonado, B.)

óculo de remate (BRD láminas 1039, 1045, 1049, 1053, 1057, 1059, 1061) (figura 3). Este escalonamiento se refiere al normal tratamiento en el diseño de cuerpos de portadas pertenecientes al canon renacentista aplicado a los palacios e iglesias del siglo XVI en Perú. Las portadas en aquel momento se ejecutaban en ladrillo o piedra, dependiendo de las posibilidades económicas del comitente, las cuales eran adosadas luego al muro de adobe.

Torres

Las representaciones de las torres están dadas por cubos verticales sin tramados, muchas veces exentas de las iglesias a las que acompañaban. La parte baja de los cubos muestran vanos estrechos a excepción del cuerpo de campanas que tiene grandes aberturas, además de una cubierta de chapitel o cúpula (figura 4). A los pies de las torres siempre dibuja una vereda perimetral que las circunda (BDR láminas 1037, 1039, 1043, 1057, 1059).

Cubiertas

Guamán Poma suele presentar edificios mayoritariamente con cubiertas en pendiente y muy pocos con

techos horizontales, siendo la más recurrente las cubiertas con aproximadamente 60° de inclinación (BDR láminas 1037, 1039, 1041, 1043, 1045, 1047, 1051). Los faldones inclinados vienen representados con una cuadrícula en alusión a la presencia de tejas, pero también con un tramado de líneas segmentadas indicando que podían tener una terminación más rústica, como puede ser la paja (BDR lámina 1039). Sobre el hastial de los muros junto al encuentro con la armadura de cubierta se suele dibujar un elemento triangular de transición entre ambos (figura 5). Si bien en las láminas de ciudades y villas no se muestra las estructuras que conforman las cubiertas inclinadas, si aparece en el detalle de la ilustración sobre el nacimiento de Jesús, donde el establo es graficado con una estructura rústica en par y nudillo con tirantes apoyados en horcones (BDR lámina 30).

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA IGLESIA SAN PEDRO DE NINACACA

La iglesia San Pedro de Ninacaca se sitúa en el departamento de Pasco, en los Andes centrales peruanos, a 4.172 msnm. Los inicios de la construcción del templo datan aproximadamente de 1582 y constituye uno de los edificios más antiguos de



Figura 5

Detalle del encuentro de los muros de los hastiales con la cubierta. (Biblioteca Real de Dinamarca, laminas 1037, 1041, 1043. Editado por Umeres Francia, C. y Garabito Maldonado, B.)

época virreinal que se ha mantenido con las características originales. La envergadura del edificio medido desde el exterior es de 50 varas castellanas (41,90 m) de largo y $17 \frac{3}{4}$ varas (14,80 m) de ancho. Presenta una planta de estilo Gótico Isabelino de una sola nave con un arco toral que separa el salón de fieles del presbiterio. Exenta a la iglesia aparece una torre campanario de 25 m de altura. Este tipo edilicio corresponde con las características de las primeras iglesias que los constructores españoles realizaron en Perú, confirmando la antigüedad de su construcción.

Muros

Están hechos con piedras calizas semi canteadas de diversos formatos en aparejo irregular tratando de mantener la horizontalidad del asentado, siendo unidas con mortero de barro, sin incluir revoco de acabado (figura 6). Los muros presentan un enlosado perimetral con pendiente hacia el exterior para facilitar la evacuación de las aguas de lluvia. En el atrio de ingreso al templo se ha colocado un pavimento de pequeños cantos rodados formando figuras relacionadas al culto católico.



Figura 6.

Mamostería de piedra semicantada en los muros de la iglesia San Pedro de Ninacaca y vereda perimetral. (Hurtaido Valdez, P.)

Portadas

La iglesia presenta una portada principal en los muros de pies y una portada secundaria en los muros de la epístola. El tratamiento de los paramentos de fa-



Figura 7
Cubierta de par y nudillo en la iglesia San Pedro de Ninacaca, con estructura de rollizos y caña. (Hurtado Valdez, P.)

chada está trabajado con piedras calizas semi canteadas asentadas con mortero de barro y sin revoco. En el asentado de las piedras de fachada se han realizado entrantes y salientes para obtener un alto relieve de recuadros, pilastras, frontones y figuras diversas con la finalidad de jerarquizar la portada principal del edificio. Existe un tratamiento similar en el asentado de las piedras en la portada secundaria y en el muro testero. La composición de la portada principal está dada por dos cuerpos escalonados, separados por un frontón partido, de carácter renacentista.

Torre

El templo presenta una torre exenta realizada con mampostería de piedra irregular asentada con mortero de barro. En la zona de encuentro entre la torre y el suelo aparece una vereda que bordea todo el perímetro. Esta trabajada como un cubo macizo en su parte baja, y los cuerpos superiores están retranqueados, habiéndose achaflanado las esquinas del cuerpo de campanas para dotarlo de una planta semi octogonal. Existen vigas de madera rolliza que traban los lienzos de la torre en cada cuerpo hasta llegar a la zona de campanas, donde se ha formado un entablado con madera rústica. El primer tramo de acceso a

la torre es mediante una escalera de fábrica dentro del cubo macizo, mientras que los tramos superiores presentan escaleras rústicas de madera. Finalmente, sobre la torre se ha dispuesto una cúpula de madera con cobertura de una gramínea altoandina denominada ichu (*Stipa ichu*).

Cubiertas

Constituye una armadura de par y nudillo realizado con pares de madera aliso (*Alnus acuminata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*) en rollizos, sobre los que se ha dispuesto cañas enteras (*Chusquea aristata*), unidas mediante cintas de fibra vegetal o piel en amarre cuadrado y diagonal (figura 7). Vela (2009) refiere que este tipo de amarres también aparece en la iglesia San Juan de Letrán de Juli en la región sur del altiplano andino. Cada cinco pares se ha colocado un tirante de madera rolliza. Los pares se arriostran lateralmente mediante cuatro correas de caña entera que recorren toda la cubierta. La armadura se une al muro mediante rollizos dispuestos horizontalmente, a modo de solera, sobre la parte alta de los muros laterales y orientados hacia el interior de la nave.



Figura 8
Detalle del encuentro del muro de hastial con la cubierta de par y nudillo en la iglesia San Pedro de Ninacaca, que también aparece en los dibujos de Guamán Poma. (Hurtado Valdez, P.)

En la parte alta de la armadura se ha dispuesto un rollizo, que actúa como hilera, permitiendo unir todos los pares. Para conseguir el vuelo lateral de la cubierta se han colocado sobrepares de rollizos que parten desde la segunda correa y llegan hasta el borde del muro por el lado orientado hacia el exterior, generando una figura triangular revestida con caña partida (figura 8). Sobre toda la armadura se han acomodado un grupo de tres cañas enteras en sentido horizontal que cierran toda la estructura y sirven de apoyo a manojos tejidos de ichu (*Stipa ichu*) que protegen el edificio de las lluvias.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA IGLESIA SAN JUAN DE YACÁN

La iglesia San Juan de Yacán se encuentra situado en el departamento de Pasco, en la región andina a 3.605 msnm. No se tiene certeza de la fecha de inicio de su construcción, pero por sus características estilísticas y constructivas puede datarse de finales del siglo XVI. La iglesia tiene una planta de nave única con arco toral y sotocoro, correspondiente al estilo Gótico Isabelino. De manera exenta al templo se aprecia una torre campanario con un gran arco triunfal en la base.

Muros

Los paramentos de la iglesia están conformados por un zócalo de piedras rústicas asentados con mortero de barro, sobre el cual se levantó un muro de adobe asentado igualmente con mortero de barro. Los muros en general están arriostrados mediante contrafuertes con similares características que los muros de la nave.

Portadas

No se ha encontrado evidencia de la construcción de una portada en la fachada de la iglesia San Juan de Yacán, posiblemente por falta de recursos, aunque mantiene los típicos elementos sobre los cuales luego se adosaban las portadas renacentistas, como el arco de acceso en planta baja y el nicho en un segundo nivel.

Torre

La torre es exenta a la iglesia y presenta una planta rectangular con un primer cuerpo en el cual resalta un pasaje en forma de arco de triunfo. Una escalera exterior realizada en piedra y adobe permite acceder a la parte superior de la torre, el cual muestra tres arcos en su conformación de fachada. El primer cuerpo de la torre está realizado con mampostería de piedra semi canteada asentada con mortero de barro en aparejo irregular (figura 9). El segundo cuerpo está construido con adobes asentados con mortero de barro, siendo reforzados horizontalmente con un encadenado conformado con elementos leñosos, presumiblemente de queñual andino (*Polylepis incana*) que existe en la zona.

Cubiertas

La cubierta presenta una estructura de madera rolliza de aliso (*Alnus acuminata*). La armadura es en par y nudillo, sobre las que se apoyan correas que servían de base para la terminación original de paja, que aún se observa en un pequeño sector. Dicha terminación ha sido cambiada por una contemporánea de planchas metálicas corrugadas. Presenta sobrepares para



Figura 9
Paramentos de piedra rústica y adobe en la torre exenta de la iglesia San Juan de Yacán. (Hurtado Valdez, P.)



Figura 10
Estructura de par y nudillo con encuentro triangular entre el hastial de fachada y la cubierta en la iglesia San Juan de Yacán. (Hurtado Valdez, P.)

permitir el vuelo de la cubierta, los cuales parten desde el tercio superior del par y llegan hasta el borde exterior del muro, produciendo un remate triangular entre el hastial y la cubierta (figura 10).

Discusión

Para comprender las imágenes de Guamán Poma importa colocar en contexto el medio constructivo en Perú durante el siglo XVI. Las iniciales obras fueron ejecutadas por pocos alarifes españoles (San Cristóbal 1993), los cuales debían de viajar a diferentes localidades, tanto en la zona costera como de montaña, para abastecer la demanda constructiva de las nacientes ciudades y villas hispanas. Incluso la ordenanza de Carpinteros de Lima de 1575 mencionaba que en este siglo había una carencia de maestros carpinteros en dicha ciudad «...por no haber al presente más que tres o cuatro maestros expertos en el dicho oficio si se ausentasen o muriesen no quedaría después quien pudiese encargarse de obras primas y necesarias...» (Alruiz y Fahrenkrog 2020). Por consiguientemente,

se consideraba de necesidad la presencia de constructores y de carpinteros hispanos, los cuales ayudasen a formar a alarifes locales, según los preceptos de la albañilería y la carpintería de armar española. Vargas Ugarte (1968) refiere que el censo de 1612 reconocía la existencia en el virreinato de cinco carpinteros de procedencia indígena, denotando la difusión recién en el siglo XVII de las técnicas de carpintería empleadas en España, que no eran conocidas en el mundo prehispánico, por ejemplo, el escuadrado de la madera, el empleo de clavos, los recortes para ensambles y empalmes, el torneado, entre otros (Alonso y Fernández 2015).

Muros

Los paramentos que dibuja Guamán Poma hacen alusión a dos tipos de construcciones, una tosca y otra más elaborada con revocos de terminación, tal vez encladas. Precisamente las iglesias San Juan de Yacán y San Pedro de Ninacaca pertenecen al primer grupo, y muestran en sus paramentos exteriores una textura basta, resaltando la naturaleza del material empleado. Al parecer este modo de tratar los paramentos exteriores era muy tradicional de esta zona, porque además está presente en otras localidades altoandinas como en la torre de la iglesia de San Pedro de Cani (2.946 msnm) en los límites entre los departamentos de Pasco y Huánuco. Por consiguiente, la representación gráfica de Guamán Poma intenta evidenciar la textura de terminación de la piedra rústica o el adobe con los que se levantaban los muros de muchas iglesias durante el siglo XVI. No obstante, este tipo de paramento se observa en las láminas de Guamán Poma tanto para ciudades costeras como serranas, indicando que se efectuaban indistintamente al lugar donde se situaban. En otras partes del manuscrito se observan interiores de edificios públicos donde residían o despachaban las autoridades de aquel momento, cuyos muros son representados con líneas dobles segmentadas para indicar que eran de adobe, asimismo se ven los pisos irregulares y con protuberancias, posiblemente al tratarse de pavimentos rústicos (BDR láminas 438, 440, 444, 474), que contrastan con los pavimentos de ladrillo que aparecen en otras ilustraciones (BDR láminas 17, 19).

Portadas

Las fachadas escalonadas que muestra Guamán Poma llevaron a imaginar que se trataba de una representación iconográfica del mundo andino con parte de la figura de la cruz andina o chakana. El dibujo del cronista expresa en realidad una portada renacentista que se hacía en Perú en esta época, con el escalonamiento correspondiente a cada cuerpo y óculo de remate, separada del plomo de la fachada por estar labrada mayormente en ladrillo o piedra. Por ejemplo, la portada lateral de la iglesia San Agustín de Lima, datada de 1596, presenta un escalonamiento en dos cuerpos y remate superior en forma de nicho. Meléndez (1681) publicó un grabado de la portada de la capilla La Veracruz en Lima antes del terremoto de 1687, donde se aprecia una típica portada renacentista que había sido levantada en el siglo XVI, la cual estaba dividida en tres cuerpos escalonados (figura 11). La portada de la iglesia San Pedro de Ninacaca muestra una portada escalonada renacentista de dos cuerpos que, aunque es de carácter casi bidimensional puede equipararse a los dibujos de Guamán Poma.

Torres

Las torres con chapiteles que dibuja Guamán Poma para la catedral de Lima no están alejadas de las torres que se construían durante el siglo XVI en otros lugares. La evidencia aparece en la región de Huánuco, con la torre de la iglesia San Cristóbal. Por otro lado, las torres con cubierta de cúpula también reflejan el tipo constructivo de la torre exenta de la iglesia San Pedro de Ninacaca. La técnica de levantar torres de adobe con el primer cubo macizo se empleaba en otras poblaciones independientemente de su situación geográfica (costa o montaña), como se podía ver también en construcciones del siglo XVI situadas en la localidad de San Lucas en la villa costera de Colan o en Santiago Apóstol de Corporaque y Santiago de Madrigal en las zonas cordilleras del Colca (De Villanueva et al. 2002). Por otro lado, tanto las torres exentas de San Pedro de Ninacaca como de San Juan de Yacán muestran un enlosado perimetral para evacuar las aguas pluviales, dicho pavimento de contorno aparece también en las láminas de Guamán Poma.

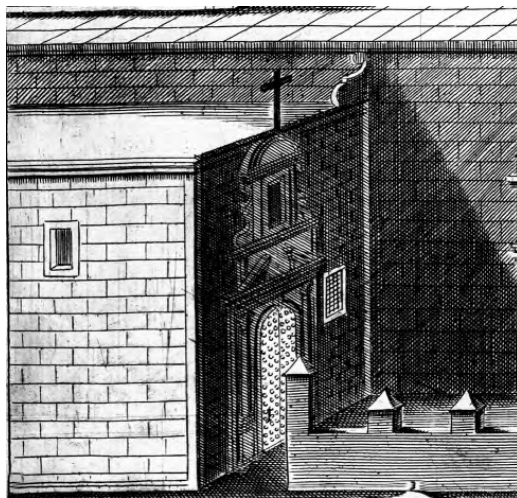


Figura 11
Grabado de Fray Juan de Meléndez mostrando la portada escalonada de la capilla La Veracruz de Lima, construida en el siglo XVI. (Meléndez, J. 1681)

Cubiertas

Las ciudades peruanas que dibuja Guamán Poma muestran edificios con cubiertas inclinadas, a pesar de que la zona costera sólo presenta esporádicas garfías en la estación invernal. Es seguro que dichas armaduras hayan sido de par y nudillo, como propuesta inicial que los constructores españoles desarrollaron a lo largo del territorio peruano. El empleo de las armaduras de par y nudillo durante el siglo XVI estaba muy difundido tanto en la costa como en los Andes, pero realizadas de una manera rústica, observadas en las antiguas iglesias del altiplano puneño (Vela 2009) y en las comarcas cusqueñas como en San Pedro de Andahuaylillas, o para el caso de la costa en la cubierta de la iglesia de La Veracruz en Lima. En ese sentido Guamán Poma grafica en su lámina sobre el nacimiento de Jesús una estructura rústica en par y nudillo realizada con rollizos, que está en consonancia con las estructuras localizadas en las zonas altoandinas de Perú (Figura 12).

Por otro lado, el trabajo efectuado en las cubiertas de las iglesias San Juan de Yacán y San Pedro de Ninacaca, realizadas con rollizos, cañas y cuerdas, hace pensar que la mano de obra probablemente fue nativa bajo dirección de alarifes hispanos. La aparición de

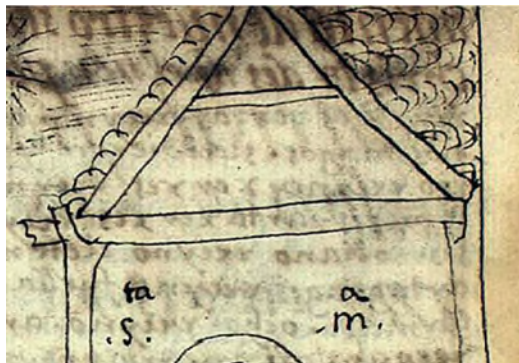


Figura 12

Detalle de la estructura de par y nudillo realizado por Guamán Poma. (Biblioteca Real de Dinamarca, lamina 30. Editado por Hurtado Valdez, P.)

carpinteros locales como resultado de la transferencia del conocimiento de técnicas españolas, principalmente en el trabajo en madera y que laboraban de manera independiente de los alarifes hispanos, está documentada recién en los albores del siglo xvii (San Cristóbal 1993).

Una de las imágenes icónicas dentro del manuscrito de Guamán Poma de Ayala constituye la presentación de las cubiertas inclinadas, algunas veces con tejas y otras con paja, por ejemplo, en la lámina que muestra la ciudad de Lima (BDR lámina 1039). El empleo de la paja como terminación de la cubierta está presente en la iglesia San Pedro de Ninacaca y en algunos restos de la cubierta de San Juan de Yacán.

En el frente de estas armaduras, junto a la fachada de los edificios, aparece un sector de la cubierta con un perfil triangular que no se entendía si existió y que función cumplía en la cubierta. Al respecto, se ha encontrado que en las iglesias San Pedro de Ninacaca y San Juan de Yacán este elemento triangular está presente a ambos lados del frontis de fachada. Dicha armadura marca dos líneas de encuentro con el muro, correspondientes con la parte interior y exterior del muro. Precisamente la colocación del sobrepar, que permite el volado de la cubierta, hace que la estructura se ensanche en la parte inferior. Allí, justamente se colocaban cañas partidas para tapan el vacío que quedaba y que constituye el elemento triangular que aparece en los gráficos de Guamán Poma.

CONCLUSIONES

Casi en todo el siglo xvi, existían pocos alarifes y todos ellos emigrados de España, por lo que los tipos arquitectónicos que se construían estaban muy relacionados entre sí, cuya diferencia radicaba en función de los materiales existentes y de la mano de obra disponible localmente. Por consiguiente, era normal que Guamán Poma haya encontrado construcciones parecidas en los distintos lugares que visitó.

Llama la atención que los edificios dibujados por Guamán Poma para muchas ciudades y villas estén muy emparentados gráficamente con aquellos existentes en los Andes centrales, donde se sitúan los poblados de Ninacaca y Yacán. Dicha zona geográfica es próxima a la región de Huánuco, la cual constituía el espacio de influencia de la etnia Yarowilca, a la que pertenecía Guamán Poma. Esta situación podría mostrar la proximidad afectiva hacia estos lugares y como tal servir de referencia para sus imágenes.

Construcciones del siglo xvi encontradas en algunas zonas rurales de los Andes, además de las descripciones que otros cronistas de la época realizaron, muestran elementos que evidencian técnicas constructivas, como las que Guamán Poma dibujó en su manuscrito tanto para ciudades de montañas como de la costa peruana. Es decir, las láminas de Guamán Poma no son resultado necesariamente de una idealización de la arquitectura del momento, sino que reflejan cierta práctica constructiva del siglo xvi en Perú.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alruiz, C.; Fahrenkrog, L. 2020. Las ordenanzas del oficio de carpintero de la ciudad de Los Reyes (Perú, siglo xvi). *Resonancias* vol. 24, 47: 169-80. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Alonso, J.; Fernández-Cabo, M. 2015. Breves comentarios sobre técnicas y herramientas en la carpintería de armar tradicional. *Actas del noveno congreso nacional y primero hispanoamericano de historia de la construcción*. Editado por S. Huerta y P. Fuentes, vol. 2: 593-602. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Biblioteca Real de Dinamarca (BRD). El sitio de Guaman Poma. (København, Det Kongelige Bibliotek, GKS 2232 4°). <https://poma.kb.dk/permalink/2006/poma/info/es/frontpage.htm>

- De Villanueva Domínguez, L.; Vela Cossío, F.; Navarro Guzmán, A.; Rivera Gámez, D. 2002. La ciudad de San Miguel de Piura, primera fundación española en el Perú. *Revista Española de Antropología Americana*, 32: 267-294.
- Guamán Poma de Ayala, F. [1615] 2017. *Nueva crónica y buen gobierno*. Editado por C. Aranibar, vol.3. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.
- Hurtado-Valdez, P. 2020. Tecnología andina y española: Características constructivas de la torre de adobe de la iglesia virreinal San Cristóbal de Huánuco, Perú. *Informes de la Construcción*, vol. 72, 559, e350.
- Kagan, R. 1998. *Imágenes urbanas del mundo hispánico, 1493-1780*. Madrid: El Viso.
- López Guzmán, R. 2009. Visiones urbanas del Perú. Las imágenes de Felipe Guamán Poma de Ayala y Fray Martín de Murúa. *El sueño de Eneas. Imágenes utópicas de la ciudad*. Editado por Víctor Mínguez, Inmaculada Rodríguez, Vicent Zuriaga, 177-206. Biblioteca Valenciana.
- Meléndez, J. 1681. *Tesoros verdaderos de las Yndias en la historia de la gran prouincia de San Iuan Bautista del Peru de el Orden de Predicadores*. Imprenta de Nicolas Angel Tinassio.
- San Cristóbal, A. 1993. Los alarifes de la Ciudad en Lima durante el siglo XVII. *Laboratorio de Arte*, 6: pp.129-155.
- Venturi, F. 2021. La representación de las ciudades en los dibujos de Felipe Guamán Poma de Ayala. *Arquitextos*, 36: 27-42.
- Vela Cossío, F. 2009. Carpintería de armar y albañilería de tradición española en la arquitectura peruana del siglo XVI. Algunos casos singulares del altiplano puneño. *Actas del sexto congreso nacional de historia de la construcción*. Editado por S. Huerta, R. Marin, R. Soler y A. Zaragoza, vol. 2, 1441-1446. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Relaciones entre Ritual, Estructura y Geometría en el Monasterio de Santo Domingo de Guzmán, Oaxaca, México

Benjamín Ibarra

OAXACA PRÉ-COLOMBINA

Antes de la llegada de los europeos, la región de Oaxaca era un crisol cultural, predominantemente habitada por las civilizaciones Zapoteca y Mixteca. Los zapotecas, reconocidos por sus innovaciones arquitectónicas, establecieron Monte Albán, uno de los primeros centros urbanos en Mesoamérica. Esta ciudad, situada en lo alto de una montaña, muestra una disposición compleja con estructuras piramidales, templos y plazas, reflejando un avanzado entendimiento de la planificación urbana, la astronomía y la arquitectura monumental. Los mixtecas, conocidos por su intrincado trabajo en piedra y excelentes cerámicas, contribuyeron significativamente al patrimonio arquitectónico de la región, particularmente en el sitio arqueológico de Mitla (Figura 1). Este sitio se distingue por sus únicos mosaicos geométricos y trabajo de greca intrincado, indicando un alto nivel de artesanía y estética (Robles 1994).

Los logros arquitectónicos de estas civilizaciones influyeron profundamente en la arquitectura colonial posterior. Estos sitios demuestran un conocimiento avanzado en ingeniería y estética, sirviendo como un testimonio de las sofisticadas prácticas de la construcción y culturales de los pueblos indígenas de México.

LLEGADA DE LOS DOMINICOS A OAXACA

La Orden Dominicana, conocida por su celo misionero, llegó a Oaxaca a principios del siglo XVI (Medina 1992). Su llegada marcó un cambio significativo en el paisaje religioso y cultural de la región. Los dominicos, con su compromiso con la educación y la conversión al catolicismo, establecieron numerosos monasterios e iglesias, incrustando profundamente sus influencias arquitectónicas y religiosas en el tejido de la sociedad oaxaqueña (Figura 2).

Sin embargo, la Orden Dominicana, durante su establecimiento en Oaxaca, no estuvo exenta de conflictos internos. Disputas sobre doctrinas teológicas y métodos de conversión a menudo llevaban a desacuerdos dentro de la Orden. Estos conflictos, documentados en textos históricos, resaltan las complejidades que enfrentó la Orden al navegar su misión en un paisaje cultural nuevo y diverso. Es importante entender estos conflictos dentro de la orden pues son el punto de partida para la construcción del monasterio de Santo Domingo en Oaxaca pues llevaron a la división de las provincias y la creación de la Provincia de San Hipólito Mártir en Oaxaca. La división se puede atribuir a varios factores, incluyendo diferencias en ideologías, gobernabilidad y dinámicas regionales.

La estructura de gobierno de la Orden Dominicana contribuyó a los conflictos. La orden estaba organizada en provincias, y cada provincia tenía su propio



Figura 1
Edificio mixteco en Mitla. (Ibarra)

liderazgo y autonomía. En México, la provincia estaba inicialmente bajo la jurisdicción de la Provincia de Santiago de México. Sin embargo, a medida que creció el número de frailes y comunidades dominicanas en México, surgió un deseo de tener un gobierno más localizado y autonomía. Otro factor que desempeñó un papel en los conflictos fueron las dinámicas regionales. La Provincia de Santiago de México, con sede en la ciudad capital, tenía un poder e influencia significativos dentro de la orden. Esta concentración de poder y recursos en la capital creó disparidades entre la región central y la región Oaxaqueña. Los frailes en otras regiones se sintieron marginados y vieron la necesidad de una estructura provincial separada que abordara mejor las necesidades e intereses específicos de sus respectivas regiones.

En respuesta a estos conflictos, los frailes dominicanos en México buscaron la división de las provincias para abordar los problemas de autonomía, diferencias ideológicas y representación regional. Finalmente, en 1572, la Orden Dominicana aprobó la división, lo que resultó en la creación de la Provincia de San Hipólito Mártir. Esta nueva provincia abarcaba las regiones de Oaxaca, Yucatán y Chiapas, proporcionando mayor autonomía y gobierno localizado para los frailes dominicanos en estas áreas. El establecimiento de la Provincia de San Hipólito Mártir proporcionó a los frailes en la nueva provincia la ca-



Figura 2
Del Códice de Yanhuiltán (1520-1524), dos señores mixtecos, 7 venado y 10 mono, se entrevistan con fraile dominico para pedir el regreso del vicario a su comunidad. (Van Doesburg, Hermann, Oudijk 2015)

pacidad de gobernarse según sus necesidades e intereses específicos, y así construir el monasterio que fuera la cede principal en Oaxaca (figura 3).

CRONOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL ESTABLECIMIENTO DEL MONASTERIO

La construcción del Monasterio de Santo Domingo de Guzmán fue una empresa monumental que abarcó varias décadas. La primera piedra se colocó en 1570, marcando el inicio de un extenso proceso de construcción. Los hitos significativos incluyen la finalización de la iglesia principal y la ocupación del convento en 1608, seguido de más expansiones y embellecimientos que continuaron hasta bien entrado el siglo XVII. Estas fases reflejan los estilos arquitectónicos en evolución y las prioridades cambiantes de la Orden Dominicana.

En la segunda mitad del siglo XVI se comenzaron a realizar obras parciales en los terrenos que se asigna-



Figura 3

Vista poniente del monasterio de Santo Domingo de Guzmán en Oaxaca, la decoración de la fachada muestra la imagen de San Hipólito Mártir y Santo Domingo sosteniendo una maqueta que simula el monasterio. (Ibarra)

ron a los dominicos en la ciudad, pero la fecha de conmemoración del inicio de las obras aparece en el frontón de la puerta de la portería: 1575. Los espacios que presentan la misma calidad y procedimientos constructivos de una primera etapa son la nave del templo, el eje principal del monasterio, las alas que circundan al claustro, a los patios de servicio, la sacristía, el ala de las aulas y la casa de novicios.

El ventanal poniente del eje de los dormitorios de frailes en la planta alta remata en el exterior con un frontón, en el que aparece la fecha de 1595, que podemos asociar con la construcción de esta área, todas las fechas encontradas datan momentos de la construcción del edificio. Veinte años después del inicio de las obras, los dominicos estaban trabajando en la segunda planta del edificio.

En la planta baja, al oriente del vestíbulo de acceso a la escalera principal, existe un nicho que corresponde a un lavamanos. Sobre éste se encuentra un labrado en bajorrelieve que dice: año de 1608, corresponde a la ocupación del edificio por los dominicos. En la clave de una de las bóvedas de la planta baja del deambulatorio del claustro de procesiones aparece la fecha de 1619, seguramente para señalar la terminación de las bóvedas de esta planta.¹

El ala de hospedería y provinciales fue construida con posterioridad a la escalera; fue proyectada tomando en consideración las limitantes que ésta le imponía. El acceso al segundo nivel es a través del descanso de la escalera, lo que condiciona la altura de las celdas que están en la planta baja de este cuerpo,

cuya altura es la menor de la edificación. La bóveda del corredor que llega al frontón de la puerta absorbe la moldura que lo enmarca; lo que se entiende como un error de detalle en la geometría y la altura de esta bóveda. No hay lugar que evidencie con más claridad las diferentes etapas constructivas del edificio.

Posteriormente fue construida el ala norte que cerraba el patio de estudios. En la planta alta, en su extremo oriente, se tiene que ascender cuatro escalones para recuperar la altura del resto del inmueble. En el extremo poniente de esta ala los constructores tuvieron que cegar en planta baja dos arcos del pórtico para recibir a dicho cuerpo. En la planta alta llega directamente contra una celda, por lo que su ventana se abre hacia el interior de este cuerpo.

En esta ala se pierde la ortogonalidad del resto de la edificación lo que nos evidencia que los constructores de esta etapa habían perdido la calidad empleada por sus antecesores. La diferencia se da también en las proporciones de todas las ventanas de este cuerpo.

Se sabe que a finales del siglo XVII un sismo provocó el colapso del campanario norte, que a su vez derrumbó la bóveda de la capilla de la sala Dómina, en la planta alta de la portería; esta bóveda y los campanarios fueron reconstruidos a principios del siglo XVIII.² Lo anterior puede ser observado desde el atrio en la fachada principal donde el cambio de coloración y tamaño de sillares lo hace evidente. Hacia mediados del siglo XVII fueron incorporadas las yeserías y decorados del templo, del coro, de la sala Dómina y de la escalera principal, y se puede afirmar que en la segunda mitad de ese siglo el monasterio de Santo Domingo vivió el momento de mayor esplendor.

Cronología histórica del edificio:

- 1526: La Orden Dominicana llega a Oaxaca y comienza a planificar la construcción del monasterio.
- 1551: Comienza oficialmente la construcción bajo el liderazgo de Juan de Cuenca, un arquitecto español.
- 1572: Un gran terremoto daña la estructura, lo que requiere extensas reparaciones y modificaciones.
- Finales del siglo XVI: se completa la construcción de la iglesia principal y comienzan los servicios religiosos.

- 1608, el monasterio comienza a ser ocupado. Piedra de dedicación. Casa original de los dominicanos es afectada por terremotos.
- 1666: Se finaliza la construcción del complejo del monasterio, que incluye patios, claustros y campanarios de la iglesia.
- 1724-1731. Se construye capilla del Rosario
- 1859. Los frailes son expulsados y el monasterio es ocupado por fuerzas militares.
- 1901. Los monjes dominicos vuelven a ocupar una pequeña porción del edificio incluida la iglesia. Miembros del ejército mexicano continúan la ocupación del edificio
- 1952. Primeros esfuerzos de restauración. Nuevo altar para la iglesia.
- 1972. Los militares devuelven una parte del edificio. Gobierno mexicano crea museo de cultura regional.
- 1987. Oaxaca y Monte Albán se convierten en Patrimonio de la Humanidad
- 1994. Los militares devuelven el edificio a la comunidad. El gobierno federal está llevando a cabo un gran esfuerzo de restauración.
- 1999. El nuevo museo de Oaxaca abre sus puertas al público.

ARQUITECTOS Y CONSTRUCTORES

Los principales arquitectos y constructores del Monasterio de Santo Domingo fueron una mezcla de talentos españoles y locales. El diseño inicial y la construcción estuvieron liderados por alarifes españoles, quienes trajeron consigo los sistemas de bóvedas de mampostería prevalente en España en esa época y que no se conocían en América. Sin embargo, el trabajo de construcción real fue llevado a cabo en gran parte por constructores indígenas, quienes aportaron sus técnicas tradicionales y conocimiento de materiales locales.

La falta de documentación durante la construcción de monumentos históricos como el Monasterio de Santo Domingo de Guzmán en Oaxaca, México, a menudo plantea desafíos significativos para identificar a los autores exactos y contribuyentes a proyectos arquitectónicos de esta envergadura. Esta brecha en los registros históricos puede atribuirse a varios factores, incluyendo la naturaleza informal de la documentación en esa época, la posible pérdida o deterioro de docu-

mentos a lo largo de los siglos y la histórica subvaloración de las contribuciones arquitectónicas en comparación con otras formas de arte.

En el caso del Monasterio de Santo Domingo de Guzmán, se atribuye el diseño (o parte de) original a Fray Francisco Marín (Mullen 1997). Sin embargo, la ausencia de registros completos de la época hace difícil confirmar la extensión total de su involucramiento o identificar a otros colaboradores clave que podrían haber jugado roles significativos en su construcción. Durante la era colonial, especialmente en la Nueva España, era común que proyectos de esta índole involucraran a múltiples constructores y artesanos, cuyas contribuciones individuales a menudo no se documentaban ni se acreditaban exhaustivamente.

Además, la práctica del trabajo colaborativo, que a menudo incluía a artesanos indígenas locales junto a arquitectos y constructores europeos, añade otra capa de complejidad. Estos artesanos indígenas contribuyeron significativamente al proceso de construcción, aportando su conocimiento y habilidades arquitectónicas tradicionales. Desafortunadamente, sus contribuciones a menudo están menos documentadas en los registros históricos, lo que lleva a una brecha en nuestra comprensión de sus roles integrales en la creación de esta obra arquitectónica. La atribución del diseño del monasterio a Francisco Marín sirve como un punto de partida para comprender la genealogía arquitectónica del monumento pero es muy limitada.

IMPACTO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA

La construcción del Monasterio de Santo Domingo de Guzmán en el siglo XVI tuvo un impacto significativo en los medios de producción de la comunidad indígena original en Oaxaca. Este impacto se puede observar en la gran cantidad de fuerza laboral utilizada y en la producción de materiales, como ladrillos y piedra extraída de canteras. Si bien los registros históricos específicos sobre el trabajo indígena y la producción para la construcción del monasterio son escasos, podemos basarnos en el conocimiento general sobre el contexto colonial y el papel de las comunidades indígenas en proyectos de construcción (Figura 4).

Fuerza Laboral Indígena: Es claro que las comunidades indígenas estuvieran ampliamente involucradas en la construcción de edificios coloniales, inclui-



Figura 4
Ilustración de indígenas trabajando en la construcción. (Sahagún 1578)

do el monasterio. Los trabajadores indígenas fueron empleados como obreros, y artesanos, contribuyendo con sus habilidades y experiencia al proceso de construcción. Participarían en tareas como la extracción de piedra, la fabricación de ladrillos, el transporte de materiales y la ayuda en la construcción propiamente dicha.³

Fabricación de Ladrillos: El ladrillo fue uno de los materiales esenciales utilizados en la construcción del monasterio. Las comunidades indígenas habrían desempeñado un papel crucial en la producción de ladrillos. Participarían en la obtención de arcilla, la conformación de ladrillos y su cocción en hornos. El conocimiento indígena sobre alfarería y cerámica habría sido valioso en la producción de ladrillos de alta calidad.

Extracción y labrado de Piedra: Otro material vital para la construcción del monasterio fue la piedra de tono verdoso extraída de canteras de Ixcotel.⁴ Las comunidades indígenas en Oaxaca tenían una larga historia de extracción de piedra para diversos fines, incluida la construcción. Utilizarían su conocimiento de las fuentes locales de piedra y las técnicas de extracción para suministrar la piedra necesaria para la construcción del monasterio. Los trabajadores indí-



Figura 5
Ilustración de indígenas trabajando en la extracción y labrado de cantera. (Sahagún 1578)

genas participarían en el proceso laborioso de cortar, dar forma y transportar la piedra extraída de las canteras (Figura 5).

Artesanía Indígena: Artífices y artesanos indígenas probablemente contribuyeron con sus habilidades en varios elementos arquitectónicos y decorativos del monasterio. Su experiencia en alfarería, tallado, y otras artesanías tradicionales se habría incorporado a los detalles intrincados y la ornamentación del interior y el exterior del monasterio (Fernández 2014).

CRÓNICAS ARQUITECTÓNICAS DEL MONASTERIO

Las crónicas de Francisco de Burgoa, fraile dominico e historiador, es un recurso invaluable para comprender la construcción y apariencia del Mo-

nasterio de Santo Domingo de Guzmán en el siglo XVII. Burgoa proporcionó descripciones detalladas y relatos de varios aspectos del monasterio, que han sido cruciales para reconstruir su significado arquitectónico e histórico. La atención al detalle en sus descripciones ayuda a historiadores y arquitectos a reconstruir algunas de las características arquitectónicas ya perdidas. Las crónicas de Burgoa nos dan una visión de la apariencia del monasterio en el siglo XVII. Sus descripciones de la fachada, los diseños interiores y la distribución general proporcionan una imagen vívida del estado original del monasterio. Esto es crucial para entender las intenciones de diseño original.

Francisco de Burgoa refiere que al pasarse la comunidad a este convento, aún sin terminar en 1608, faltaba construir la barda conventual, la escalera principal y el coro del templo. Éstos se construyeron en el siglo XVII, como también la fachada del templo, los deambulatorios del claustro y el ala de provinciales y hospedería. Apunta como inmediatamente después de la ocupación de los dominicos, los constructores del convento ejecutaron la escalera monumental imitando la del Escorial en España.⁵ Esto obligó a cambiar la puerta anterior, que le daba acceso desde el deambulatorio del claustro y a cerrar el nicho del lavamanos.

También menciona como el coro del templo se hizo dos veces debido a que el primero se colapsó inmediatamente después de descimbrarlo. Esto permite comprender que en su ejecución hubo problemas de procedimientos constructivos.

Burgoa menciona que el claustro fue realizado tres veces, pues a consecuencia de los sismos se colapsó en dos ocasiones. Esto sucedió seguramente con las bóvedas de la segunda planta, que se terminaron por tercera vez en fecha cercana a 1671, cuando las describe Burgoa y que aún apreciamos.⁶ En la planta alta, los arcos perpendiculares al muro sobre los que se asientan las bóvedas son en el lado norte, de cantera, y de ladrillo aplanado simulando cantera en los lados oriente, poniente y sur. Esto sólo se puede interpretar como un cambio de procedimiento constructivo en los diferentes momentos de ejecución.

Según Burgoa, el Monasterio de Santo Domingo de Guzmán en Oaxaca fue uno de los complejos religiosos más significativos y espléndidos de la región. Lo describió como un magnífico ejemplo de la arqui-

tectura y un testimonio de la grandeza de la Orden Dominicana. Burgoa hizo hincapié en la riqueza y la belleza del interior del monasterio, en particular la iglesia principal, conocida como la Iglesia de Santo Domingo. Elogió la intrincada artesanía y ornamentación que se encontraban en la iglesia, incluido el altar de pan de oro y la exquisita arte religioso que adornaba sus paredes, e hizo alarde de la biblioteca del monasterio.

ESPACIOS DEL MONASTERIO

El monasterio comprende dos niveles que ocupan más de 30,000 m². Más de la mitad del área del convento la ocupan muros y corredores, que en la planta baja tienen en promedio dos metros de espesor, y en la planta alta, 1.10 metros. Estos gruesos muros tienen la capacidad portante para recibir los esfuerzos de bóvedas de ladrillo que forman entresijos y cubiertas. La solidez de la edificación y la robustez de los muros y bóvedas indican claramente que sus constructores se adaptaron rápidamente a las características sísmicas del suelo de Oaxaca (Figura 6).

La arquitectura monástica española influyó enormemente en el diseño de Santo Domingo. La distribución del monasterio, con su claustro central, capilla y salas auxiliares, sigue el diseño conventual español convencional (Baird 1962). Sin embargo, la adaptación a las condiciones locales y la incorporación de materiales y técnicas regionales le otorgan un carácter único, distinguiéndolo de sus contrapartes europeas por ser resultado de una mezcla de elementos barrocos españoles e indígenas oaxaqueños. Santo Domingo de Guzmán fue concebido como un convento sede de provincia, pues no sólo fue dotado con los recintos usuales de los conventos que los dominicos construyeron en Oaxaca, sino que contaba con una serie de espacios al servicio de las actividades provinciales. Así, además de contar con templo, coro, sala capitular, sala de Profundis, sala Dómina y su capilla, refectorio, cocina, oficinas de la iglesia, sacristía, dormitorios para el prior, para los frailes y una extensa área de huertas; cuenta con noviciado, oratorio de novicios, hospedería, celdas de provinciales, aulas para estudios, enfermería y librería.

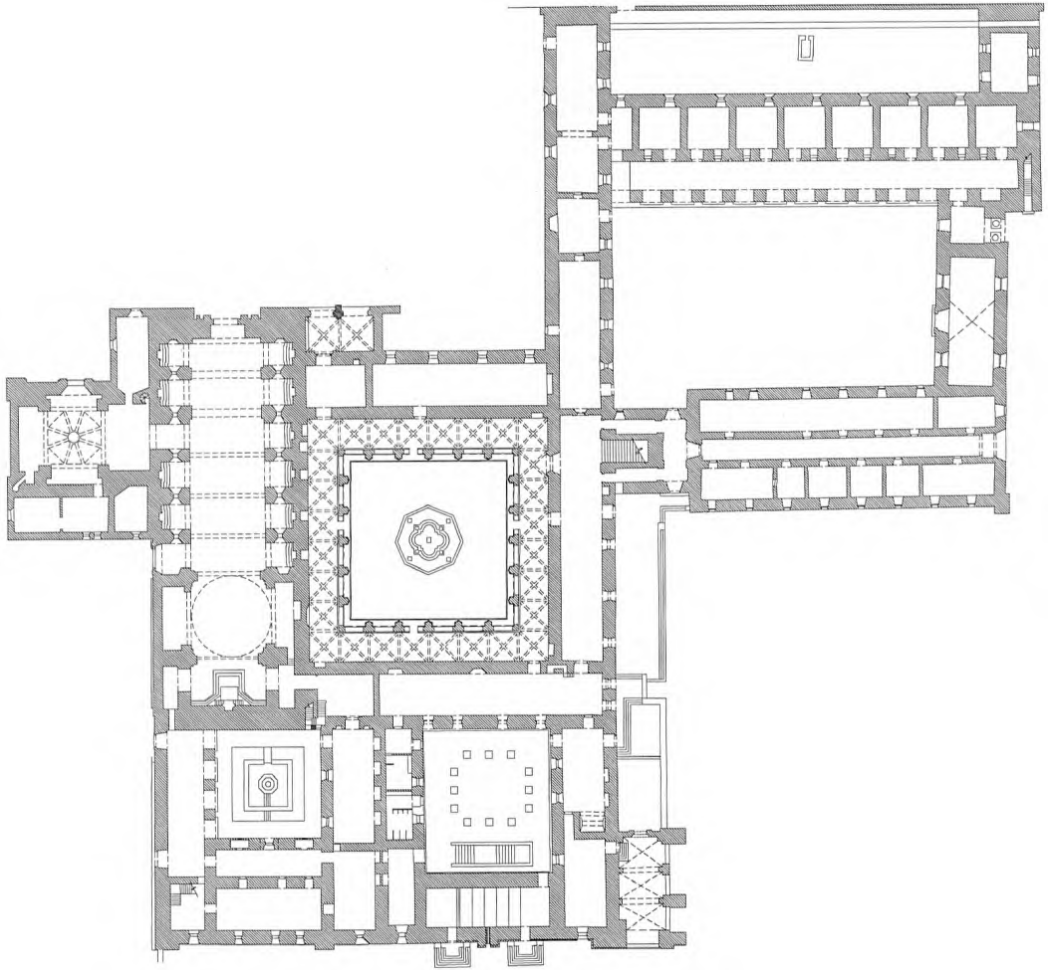


Figura 6
Planta baja del monasterio de Santo Domingo de Guzman en Oaxaca. (Ibarra)

El plan arquitectónico del monasterio sigue una distribución conventual tradicional, con un claustro centralizado rodeado de varios espacios funcionales y religiosos. Describir cada uno de los espacios excede el propósito de este escrito pero vale la pena mencionar que el edificio se organiza a partir del eje oriente-poniente que correspondía a los dormitorios de frailes y a su corredor en la planta alta, el cual atraviesa la construcción longitudinalmente y subdivide al convento en dos grandes zonas. Al sur de éste se encontraban las dependencias propias del convento. Al norte del eje y

atrás del templo, las dependencias complementarias que correspondían a las actividades propias de la provincia. La distribución está diseñada para facilitar tanto la vida monástica como las prácticas religiosas públicas, mostrando una fusión de espacios privados y públicos dentro de un contexto religioso (Figura 7).

Un aspecto particular de este edificio es el rigor constructivo y su relación con los espacios y sus jerarquías. Se puede tener una lectura del uso y significación de los espacios con sólo observar las bóvedas en las azoteas. Sobre el conjunto de bóvedas,

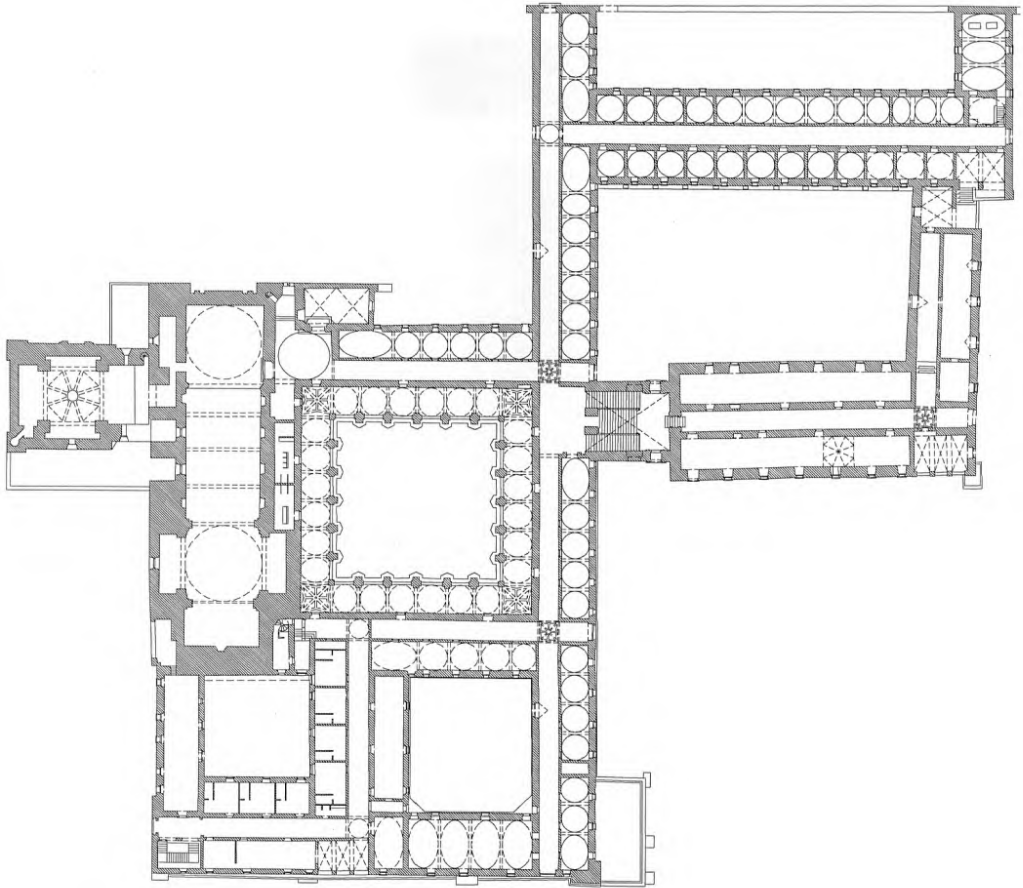


Figura 7
Planta alta del monasterio de Santo Domingo de Guzman en Oaxaca. (Ibarra)

sobresalen en primer término de la escalera monumental, las celdas jerarquizadas, los miradores, las letrinas, las capillas y en el templo con su bóveda de crucero, el coro, la capilla del Rosario y los campanarios. Esta misma correspondencia se trasluce en el tamaño y jerarquización de molduras de las ventanas pudiéndose diferenciar desde los patios si corresponden a celdas, salones, remates de corredores o salones significativos. De la misma manera, todas las puertas y ventanas son iguales, salvo las que corresponden a espacios jerarquizados; sus anchos y alturas están compuestos con base a una relación geométrica de raíz de dos (Lastra, Loera y Serrano 2000).

ESTRATEGIAS EN DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURA

Existe una racionalización y una economía de lenguaje en las formas, elementos arquitectónicos y en el uso y función que cumplían los espacios. En Santo Domingo los corredores están definidos por bóvedas cilíndricas generadas por arcos de medio punto rematado en grandes ventanales. En la intersección de los corredores en la planta alta existen bóvedas de crucería de cantera, las que segmentan al corredor y al mismo tiempo acentúan los cruceros. Así ocurre en el cruce del corredor principal y el corredor que lleva a la escalera de la sacristía, igual que en el cruce del

corredor principal con el corredor que lleva hacia la sala de Dómina, y en el cruce del corredor del ala norte y el oriente-poniente en el ala de provinciales, que desemboca en el mirador o parlatorio. En cada encuentro de corredores se desarrolla una bóveda esférica de ladrillo que lo jerarquiza. Esto sucede en el caso del corredor del eje principal y del noviciado (también en la planta alta), así como en el corredor oriente-poniente de la enfermería en su encuentro con el corredor norte-sur que llevan a la escalera de la sacristía y en el corredor que lleva a la botica.

Los salones de planta baja tienen bóvedas cilíndricas generadas por arcos de medio punto; en cambio, los salones de planta alta cubiertos por bóvedas cilíndricas generadas por arcos de tres puntos. Esto sucede en el ala norte y el cuerpo del área de provinciales, así como en las alas oriente-poniente y norte-sur de la enfermería (Figura 8).

Las celdas están techadas por bóvedas vaídas las cuales se diferencian por su tamaño y altura, señal de relevancia jerárquica y el espacio que cubren, como en el ala que remata en el coro del templo: comienza en el norte con cinco bóvedas de celda de la misma altura, continúa hacia el sur con una bóveda de celda más alta, sigue con la bóveda de la sala Dómina, de mayor dimensión y altura, y remata con la bóveda del Coro del templo, que es la mayor en todo el conjunto.

Por otro lado, la región de Oaxaca se caracteriza por una actividad sísmica significativa, un factor que impactó considerablemente en la construcción del Monasterio. Los registros históricos indican que la región experimentó varios terremotos durante la construcción del monasterio y en los siglos subsiguientes, lo que requirió soluciones constructivas para resistir estas fuerzas naturales. Muros más gruesos, reducción de la altura de ciertas estructuras y la colocación estratégica de elementos de soporte

fueron respuestas a los riesgos sísmicos. Se emplearon soluciones que garantizaran la estabilidad estructural del monasterio las cuales que ha resistido con éxito numerosos terremotos a lo largo de los siglos. Una de las estrategias clave fue el uso de muros de piedra más gruesos en los pisos inferiores. Otra estrategia significativa fue el uso de ladrillo para las bóvedas. El uso de ladrillo, más ligero y flexible que la piedra, permitió la creación de techos abovedados más intrincados y resistentes. Estas bóvedas no solo añadieron al atractivo estético del monasterio, sino que también contribuyeron a su integridad estructural.

La integración de conocimientos de construcción indígenas fue un aspecto crucial del proceso de construcción. Los constructores indígenas aportaron un profundo entendimiento de los materiales y técnicas locales, que fueron invaluable en la construcción del monasterio. Eran expertos en trabajar con piedra y madera, materiales abundantes en la región. El uso de técnicas tradicionales indígenas, como el uso de ciertos tipos de mortero y la construcción de muros resistentes a terremotos, desempeñó un papel significativo en la durabilidad y resiliencia del monasterio. Esta integración de conocimientos indígenas no solo facilitó el proceso de construcción, sino que también ayudó a crear una estructura que estaba en armonía con su entorno y reflejaba el patrimonio cultural local.

GEOMETRÍA PARA EL DISEÑO DE LAS BÓVEDAS EMPLEADAS EN EL EDIFICIO

Las bóvedas de cañón en el monasterio se caracterizan por sus arcos semicilíndricos. Esta geometría no solo era estéticamente agradable, sino también estructuralmente eficiente, distribuyendo el peso

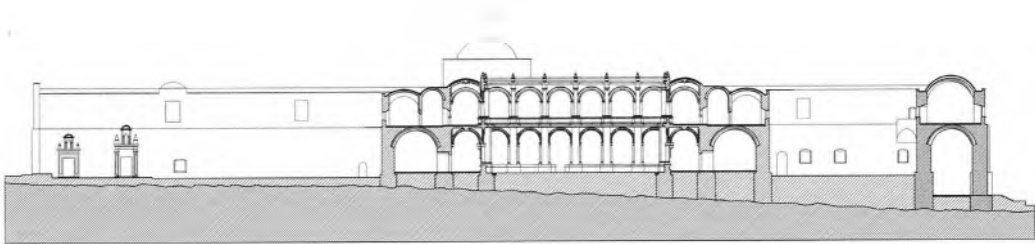


Figura 8

Sección longitudinal del monasterio de Santo Domingo de Guzmán en Oaxaca mirando al norte a través del atrio y el claustro. (Ibarra)

uniformemente a lo largo de los muros que soportan la bóveda. Estas bóvedas se utilizaron extensamente en la nave y otras áreas significativas del monasterio, contribuyendo a la grandeza y amplitud de los interiores siendo un elemento fundamental en el diseño del monasterio. La línea ininterrumpida de la bóveda ofreció una solución tanto visualmente atractiva como estructuralmente sólida, especialmente en el soporte de la pesada mampostería superior. Su implementación en la nave, corredores de planta alta y otras áreas comunes proporcionó espacios internos amplios y sin obstrucciones, contribu-

yendo a la sensación de apertura y grandeza dentro del monasterio (figura 9).

Las bóvedas de cañón en la planta baja cumplieron múltiples propósitos. Estructuralmente, proporcionaron soporte para los pisos superiores. Estéticamente, estas bóvedas añadieron a la monumentalidad del espacio, creando una sensación de grandeza. Su diseño de arco continuo fue ideal para distribuir las cargas de manera uniforme, proporcionando estabilidad contra las fuerzas sísmicas. El uso de estas bóvedas en la planta baja también facilitó la creación de grandes espacios interiores abiertos, libres de columnas intrusivas.

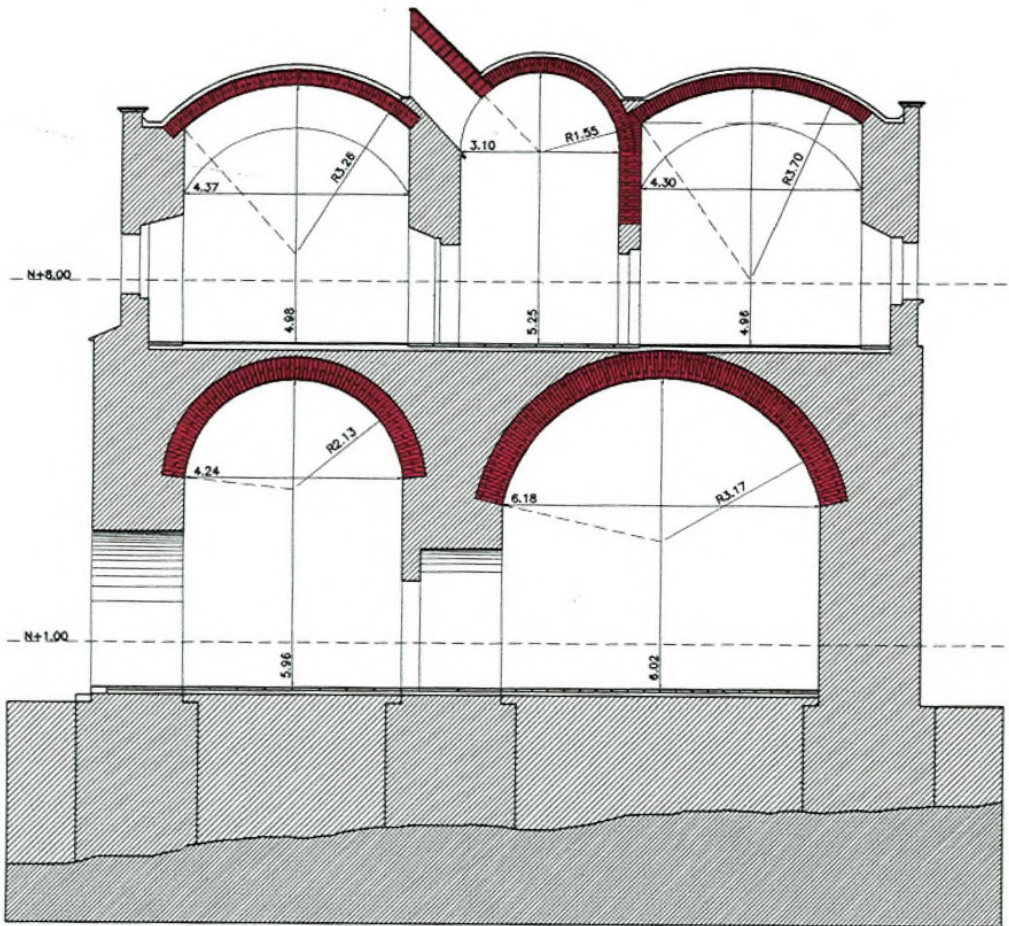


Figura 9

Sección transversal del ala de dormitorio de novicios en el monasterio de Santo Domingo de Guzman en Oaxaca. (Ibarra)

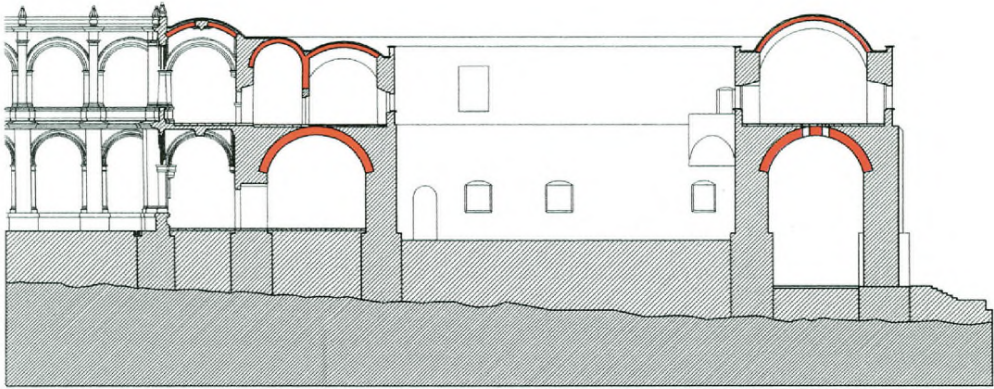


Figura 10
Sección transversal del ala de celdas, patio oriente y cloacas en el monasterio de Santo Domingo de Guzman en Oaxaca. (Ibarra)

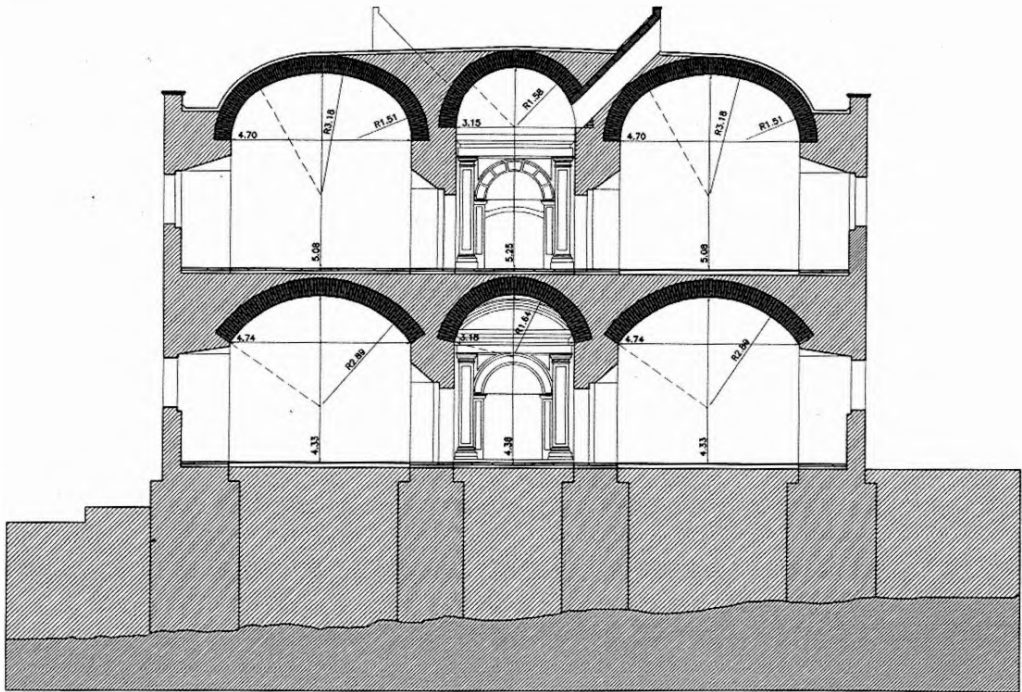


Figura 11
Sección transversal del ala de capilla de novicios en el monasterio de Santo Domingo de Guzman en Oaxaca. (Ibarra)

En las áreas de circulación del monasterio en la planta alta, se utilizaron bóvedas de cañón de medio punto de 3m de claro para abarcar corredores y pasillos. Estas bóvedas permitieron tramos largos e ininterrumpidos, facilitando el flujo de movimiento dentro del monasterio. Esta elección de diseño no solo mejoró la integridad estructural de estos espacios, sino que también creó un patrón rítmico y estéticamente agradable, contribuyendo

a la armonía general del diseño del monasterio (figura 10).

Las bóvedas de arco de tres puntos, una variación de las bóvedas de cañón, presentan una curva muy cercana a la de una elipse. Este diseño fue particularmente efectivo en áreas donde se deseaba una sensación de apertura pero el vano era demasiado grande para una bóveda de cañón tradicional que resultaría muy alta. Estas bóvedas se utilizaron especialmente

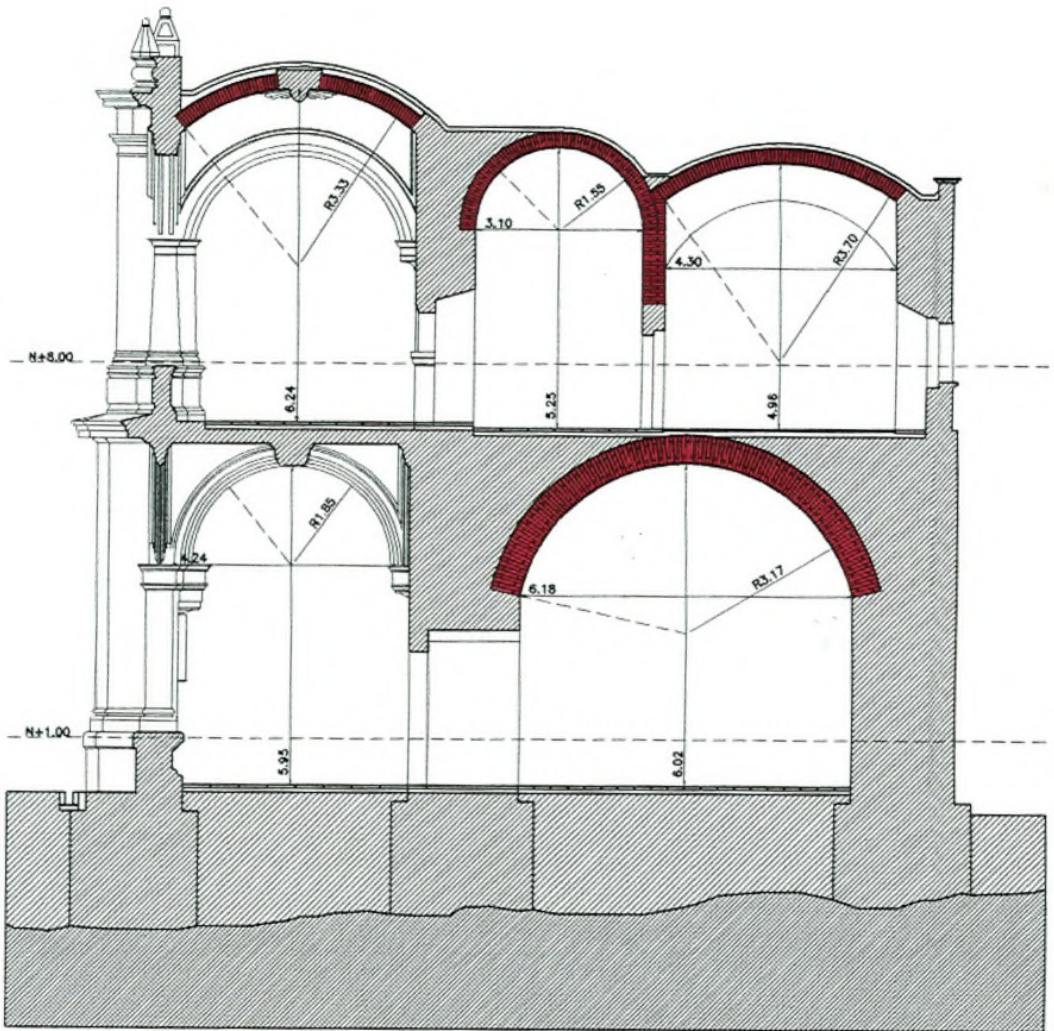


Figura 12

Sección transversal del ala de celdas de frailes y claustro en el monasterio de Santo Domingo de Guzman en Oaxaca. (Ibarra)

en la planta alta en áreas donde se necesitaban vanos más grandes (5m aprox.), combinando atractivo estético y estructural. La curvatura de estas bóvedas proporcionó una solución elegante al desafío arquitectónico de abarcar grandes espacios manteniendo la integridad estructural (Figura 11).

Las bóvedas vaídas, con su curvatura única de origen esférico se utilizaron predominantemente en las celdas de los monjes combinando funcionalidad con significado simbólico. La medida común era 4.5m por 4.5m. Esta geometría no solo era funcional en términos de utilización del espacio, sino que también tenía un significado simbólico. El centro de la esfera de la bóveda vaída a menudo se alineaba con la altura del corazón, representando al monje viviendo dentro de su propia esfera - *su universo*. El uso de la geometría para transmitir un significado simbólico es un testimonio de la reflexión y profundidad del diseño del monasterio. La esfera con el centro a la altura del corazón, simbolizaba el espacio personal del monje como su universo espiritual, una representa-

ción de la bóveda celestial. El uso de bóvedas vaídas en las celdas de los monjes fue una elección arquitectónica única, proporcionando tanto una solución práctica a las limitaciones espaciales como una expresión simbólica de espacios contemplativos individuales. La geometría de estas bóvedas creó una sensación de movimiento ascendente, llevando los pensamientos de los monjes hacia los cielos, en línea con sus búsquedas espirituales (Figura 12).

Las bóvedas de arista, formadas por la intersección de dos bóvedas de cañón en ángulos rectos, se utilizaron en los locutorios (terrazas) del monasterio. Esta geometría proporcionó una forma eficiente de cubrir espacios donde se necesitaban distribuir cargas puntuales en columna permitiendo una apertura considerable para estas terrazas que daban al exterior. Esta geometría no solo era estructuralmente sólida, sino que también creaba un espacio visualmente dinámico, con las líneas de las bóvedas dirigiendo la vista hacia arriba y contribuyendo a la verticalidad de los espacios.



Figura 13

Vista del patio de novicios del monasterio de Santo Domingo de Guzmán en Oaxaca. (Ibarra)

CONCLUSIÓN

El Monasterio de Santo Domingo de Guzmán en Oaxaca, México, se erige como una notable realización arquitectónica, encarnando la intrincada interacción entre ritual, estructura y geometría. Este estudio ha explorado varios aspectos de su construcción, revelando cómo cada elemento contribuye al significado del monasterio tanto como centro religioso como maravilla arquitectónica. El diseño del monasterio es un reflejo profundo de la síntesis cultural y religiosa que ocurrió durante el periodo colonial en México. La fusión de estilos arquitectónicos españoles e indígenas crea una estética única que va más allá de la mera decoración; simboliza la mezcla de diferentes mundos. Esta amalgama es evidente en el uso de materiales locales como la piedra y el ladrillo, así como en los elementos decorativos de yesos y estucos, que combinan tradiciones locales con influencias europeas (Figura 13).

La geometría del monasterio, particularmente en el diseño de sus bóvedas, demuestra no solo una in-

geniosidad arquitectónica, sino también una profunda comprensión de las necesidades espirituales y rituales de la Orden Dominicana. Las bóvedas de cañón, de arco de tres puntos, de crucería y vaída no son solo soluciones estructurales, sino que también contribuyen a la creación de espacios sagrados propicios para la contemplación y el culto. Estas bóvedas, con sus diferentes geometrías, sirven tanto propósitos prácticos como simbólicos, creando espacios que son grandiosos y a la vez íntimos, terrenales y a la vez celestiales. Estas soluciones arquitectónicas, que abarcan una gama de geometrías de bóvedas y técnicas de construcción, demuestran el espíritu innovador de los constructores. Su capacidad para adaptar métodos tradicionales a las condiciones ambientales locales y materiales, mientras integran consideraciones simbólicas y estéticas, resultó en una obra maestra de la arquitectura colonial (Figura 14).

Además, la resiliencia del monasterio, resultado de técnicas de construcción innovadoras y la incorporación de conocimientos indígenas, refleja una



Figura 14

Vista del patio de las bóvedas desde el coro hacia el patio de novicios del monasterio de Santo Domingo de Guzmán en Oaxaca. (Lastra, Loera, Serrano 2000)

comprensión del entorno local. Las adaptaciones realizadas para la actividad sísmica y el clima local son testimonios de la ingeniosidad de los constructores y su respeto por la naturaleza. El monasterio se erige como un notable ejemplo de ingenio arquitectónico y dominio de materiales. Sus técnicas de construcción y elecciones de materiales muestran una comprensión profunda de las condiciones locales y los contextos culturales, resultando en una estructura que no solo es un lugar de culto, sino también un monumento a la mezcla armoniosa de diferentes mundos.

En conclusión, el Monasterio de Santo Domingo de Guzmán es un testimonio de la coexistencia de diferentes culturas y creencias, manifestada en piedra y mortero. Su arquitectura va más allá del espacio funcional; es una narrativa de historia, cultura y espiritualidad. La interacción de ritual, estructura y geometría en su diseño no solo cumplió con las necesidades prácticas de la Orden Dominicana, sino que también creó un símbolo perdurable de integración cultural e innovación arquitectónica.

NOTAS

1. Las bóvedas tardaban mucho en terminarse para habitar los espacios. «Cuando los dominicos de Oaxaca ocupan su nuevo edificio en el siglo XVII, los cuartos abovedados tenían todavía el maderamen de la cimbra, tal vez por el largo tiempo que tomaba en fraguar la argamasa». (Kubler 1982)
2. Las pinturas sobre lienzo que formaban parte de la sala Dómina a las que se refiere Burgoa se perdieron completamente con el sismo «... y todo lo realza el retablo principal de esta sala donde lo es un lienzo de cinco varas de alto que tiene a Nuestra Madre de Misericordia sen-tada, en un majestuoso trono, con su Hijo, y el Señor Nuestro en los brazos, y a nuestro Padre Santo Domingo, y a Santa Catherina de Sena de rodillas a los lados, y entre calles de columnas, y mutilos y santos, y santas de nuestra profesión; es lugar este de grandísima devoción, y la infunde con asombro a todos los que lo ven; tiene altar donde se celebra, Sagrario, lámpara, y ternos de frontales, y casulla de importancia...» (Burgoa [1674] 1989)
3. Los dibujos del siglo XVI en el códice Florentino de fray Bernardino de Sahagún ([1578] 1979) ilustran la participación de los indígenas mexicanos en las actividades de construcción.
4. A la ciudad de Oaxaca se le conocía como La Verde Antequera debido al color de la piedra que se utilizó para la construcción de muchos edificios, sobre todo los religiosos.
5. «que la del Escorial de Madrid, y dándole la primacía en la antigüedad, y viéndola yo allá eché mucho de menos la dilatación y adorno de mi convento; es de cinco varas y media la primera subida de escalones, que acaba en una espaciosa mesa de losas, dos puertas de cantería con molduras, y alquitrabes con rejas voladas, una al Oriente y otra al Poniente, para diversión, y luz, y hace triángulo, otra enfrente de la misma medida y traza... y volviendo al primer descanso de la escalera de su latitud por entero gozan dos ascensos iguales en el ancho y alto que el primero, con barandillas de hierro torneado, hasta el último testero donde hay tres arcos de cantería, y el de en medio con un balcón dorado que sale como a recibir al primer ascenso debajo; el techo de la escalera, excedió en lo remontado, la proporción del puesto, y en el medio globo están en círculo de media talla, en cuadros los santos canonizados de mi Orden, con todas sus insignias, y en medio con las suyas, que son corona de espigas, llagas en pies, y manos, borla de maestro, mitras que no admitió, báculo de San Pedro, y epístolas de San Pablo, que supo de memoria, y un versécito: En Patri prestat cunctis sua munera natis...». (Burgoa [1674] 1989)
6. «El claustro, habiéndose hecho tres veces los arreglos, la sobrada curiosidad con la violencia de los terremotos a la ruina, que lastimosamente ha padecido, estás se de nuevo obrando con más reparo y menos gracia, y a prueba de un espantoso temblor, nos asegura su estabilidad y firmeza». (Burgoa [1674] 1989)

LISTA DE REFERENCIAS

- Baird, Joseph A. 1962. *The Churches of México 1538 – 1810*. Berkeley.
- Burgoa, Francisco de. (1674) 1989. *Geográfica descripción de la parte Septentrional del polo ártico de la América y nueva iglesia de las indias occidentales y sitios astronómicos de esta provincia de predicadores de Antequera, Valle de Oaxaca, T. I y II*. México: Editorial Porrúa.
- Fernandez, Enrique. 2014. *Arqueología de la Arquitectura del ex convento de Santo Domingo de Guzmán, Oaxaca*, México: INAH.0
- Kubler, George. 1982. *Arquitectura mexicana del siglo XVI*. México: Fondo Cultura Económica,
- Lastra Enrique, Loera Veronica, Serrano Manuel. 2000. *La restauración del ex Convento de Santo Domingo*. Oaxaca: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

- Medina, Miguel Angel. 1992. *Los dominicos en América*. Madrid.
- Mullen, Robert J. 1997. *Architecture and Its Sculpture in Viceregal Mexico*. Austin: University of Texas.
- Robles, Nelly. 1994. *Las canteras de Mitla. Oaxaca* (Tecnología para la arquitectura monumental. Series.) Nashville, Tennessee: Vanderbilt University Press.
- Sahagún, Bernardino de. 1979 (1578). *Códice Florentino (Historia general de las cosas de la Nueva España)*. Ed.Facsimil. México: Secretaría de Gobernación.
- Van Doesburg Sebastián, Hermann Manuel, Oudijk Michel, 2015. *Códice de Yanhuítlan (1520-1524)*. Oaxaca: Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca (FAHHO).

El trazado geométrico del ábside del gótico meridional de la catedral de Tortosa

Cinta Lluís-Teruel
Josep Lluís i Ginovart

El objeto de la investigación es determinar cómo se desarrolló geoméricamente la girola de la catedral de Tortosa (1377-1441) apoyado en el tratamiento estadístico de los datos del levantamiento con el escáner láser terrestre (TLS). Los resultados obtenidos pretenden complementar los análisis de otras disciplinas como la arqueología y la historia del arte, con el propósito de determinar el proceso de ejecución de los testeros de los ábsides radiales de estas catedrales catalanas (Zaragozá; Ibáñez 2014, 261-303). Las técnicas constructivas y geométricas del ábside, empezado a construir en 1383, están sometidas a unos procesos de construcción y deconstrucción de los elementos primitivos de la catedral románica preexistente. Las capillas radiales son el primer elemento constructivo que deben de contener los empujes del futuro presbiterio, a través del deambulatorio, que tendrá como centro imaginario la imagen de la clave mayor representando la coronación de la Virgen colocada en 1439 (Lluís i Ginovart; Costa-Jover; Coll-Pla 2015, 1-21). El tratamiento de los datos (TLS) de las medidas de la catedral, y sus desviaciones métricas, aportan una valiosa información para comprender estos primeros estadios de la construcción de estas catedrales góticas meridionales (Figura 1). La secuencia constructiva de las capillas radiales variará en función de la posición de la nueva catedral gótica respecto a estas preexistencias, así pues, también su trazado. En el caso de la catedral de Tortosa el centro del deambulatorio estaba ocupado por el presbiterio de la catedral románica

(Lluís i Ginovart; Costa-Jover; Coll-Pla 2014, 536, e045), por lo que no pudieron trazar una circunferencia y circunscribir las capillas radiales, teniendo que operar desde otras metodologías de base poligonal.

METODOLOGÍA: METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN DEL PROCESO

El patrón básico de la medida de la catedral de Tortosa es la *cana* (1,858 m) con 8 palmos de (0,2323 m) y este, 12 dedos de (0,019 m). La medida es muy similar a la *cana dextra* (2,796 m), subdividida en 12 palmos destres (0,2330 m) y a su vez en doce dedos (0,019 m) (Alsina Feliu; Marquet 1990; 37-38) utilizada en el ámbito constructivo (Riu 1996, 825-837), con una diferencia de tan solo (0,0007 m). El levantamiento se realizó con una Leica Scan Station C10 por lo que el error total del proceso metodológico (E_t) se establece como el sumatorio de los procesos de la evaluación de las incertidumbres de la obra (E_o), el de la observación y toma de datos (E_d), más el del proceso informático del tratamiento de estos puntos (E_p) y los derivados de la apreciación en el replanteo de la obra construida (E_r):

$$E_t = \Sigma (E_o + E_d + E_p + E_r) \dots [1].$$

En las medidas lineales se establece en la actualidad en el orden de (0,025 m); por lo que $E_t = [0,000-$

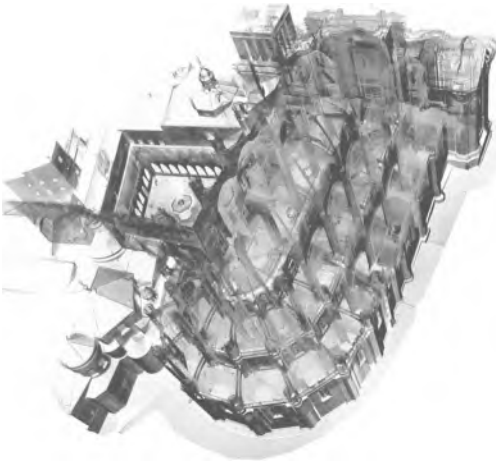


Figura 1
Catedral Santa María de Tortosa con el escáner láser terrestre (TLS)

0,025 m]. El rango del posible error del proceso de observación y toma de datos $E_{\text{q}} = [0,000-0,010 \text{ m}]$. El tratamiento de datos para registrar las nubes de puntos realizado con software Cyclone, tiene una tiene un error máximo de (0,009 m). La malla 3D se establece con el programa 3DReshaper, donde la densidad de la malla se ajustó a un triángulo de (0,025 m) con un error total en un rango $E_{\text{i}} = [0,003-0,034 \text{ m}]$.

Para la determinación del valor de apreciación, se toma la medida del patrón del *dit* (0,019m), adoptando la mitad de esta medida, de manera que se establece el intervalo de $E_{\text{i}} = [0,000-0,010 \text{ m}]$, teniendo la precisión metodológica de proceso $E_{\text{i}} = [0,000-0,077]$, así el error máximo es de ($\pm 0,084 \text{ m}$) igual a ($\pm 0,362 \text{ palmos}$) o ($\pm 4,339 \text{ dedos}$). Para la calibración tomamos el valor (5,592 m) dos *canas destreas*, similar al ancho de las capillas, donde el error máximo de ($\pm 0,083 \text{ m}$) que representa el 1,502% de este patrón. Los datos obtenidos de los valores más característicos del ábside se analizan estadísticamente. De manera que el valor más probable (e_{a}), será la media aritmética de los valores analizados:

$$e_{\text{a}} = \dots [2]$$

Se determina el error medio cuadrático (e_{c}):

$$e_{\text{c}} = \dots [3]$$

El error máximo o tolerancia (e_{m}) definido como:

$$e_{\text{m}} = 2,5 e_{\text{c}} [4]$$

y su el error medio cuadrático de la media (c_{cm}):

$$c_{\text{cm}} \dots [5]$$

El valor correspondiente del error relativo (e_{r}) será:

$$e_{\text{r}} = c_{\text{a}} \pm c_{\text{cm}} [6]$$

Con estos valores analizados, se puede encontrar el valor estadístico del patrón de la metrología y, de esta manera, podremos determinar las proporciones que generan la arquitectura.

Trazado de las capillas radiales

De las nueve capillas absidiales la catedral de Tortosa, siete se inscriben sobre la semicircunferencia de la girola, en virtud de lo cual se ha de utilizar algún método geométrico para construir un polígono regular de 14 lados. El matemático y canónigo de Noyon, Charles Bovelles (1478-1567) reconocía que una figura tan importante para el cristiano como lo es el heptágono no aparecía en los *Elementos* de Euclides (c.325- c.265 aC) (Bovelles 1542, 5v) por lo que no se pudieron apoyar sobre la principal base geométrica conocida en el siglo XIV.

Utilizando los sistemas diseño asistido por ordenador (CAD) (1977) el valor para la simulación de una circunferencia de la radio 18 unidades, la medida de las capillas radiales sería [8,011 u]. Este valor es una aproximación; un heptágono de $r=9$, su valor CAD (4.00509692), calculando $9 \sin[\text{Pi}/7]/\sin[3 \text{ Pi}/7] = 4.00537681$. La construcción del heptágono más generalizada es la que determina el lado del heptágono regular como la altura de un triángulo equilátero de lado el radio inscrito en la circunferencia como indica el *Underweysung der Messung* (1525) de Albert Dürer (1471-1528), consecuencia del corolario del trazado del pentágono (LII.15) siendo su valor $\sqrt{3}/2$, además del propio del heptágono (LII.11) (Dürero 1525, 26r-27v). Estos métodos basan sus principios en procedimientos geométricos resueltos mediante la instrumentación del compás. Johannes Kepler (1571-1630) planteó el problema de la incommensurabilidad de la construcción del heptágono en las *Harmonices mundi libri V* (Kepler 1619, 32-40) y fue demostrado

por Carl Friedrich Gauss (1777-1855) en las *Disquisitiones Arithmeticae* (Gauss 1801, 454-463).

El origen del método es el *Kitāb fī mā yahtāju al-ṣāni' min al-a'māl al-handasiyya* (Libro sobre las construcciones geométricas necesarias para los artesanos) (c. 993-1008) de Mohammad Abu'l-Wafa Al-Buzjani, (940-998) (Aghayani-Chavoshi 2010, Y47B-, Y47C, Y47D). La recepción en el occidente latino de este texto se realiza a través Ibn Yūnus, Ka māl al-Dīn (1156-1242) con el *Commentario Geometrico de la Construcciones de Abu'l-Wafa'* en la corte del Emperador Frederick II (1194- 1250) (Raynaud 2012, 34-83). Esta metodología se difunde entre los constructores medievales a través de la *Geometria Deutsch* (1472) atribuida a Hans Hösche von Gmünd (f. 1472) (Heideloff 1844, 96-97) y de la *Geometrie Deutsch* (1488) de Matthäus Roriczer (+c. 1495) (Roritzer 1999, 56-60). La *geometria fabrorum* reveló el método de la *traça de Guarç* (ca. 1345-1380), (ACTo; Fábrica nº 49), donde establece una relación entre la nave lateral (9) y la medida de las capillas radiales (8), como la relación proporcional de 9/8 (Lluís i Ginovart; Fortuny-Anguera; Costa Jover; Sola-Morales Serra 2013, 325-348), apareciendo una solución parecida en el *Manifiesto Geometrico*

(1864) de Fray Ignacio Muñoz (ca. 1608-1685) (Lluís i Ginovart; Lluís-Teruel 2023, 108-117). El método de Guarç determina el diámetro de la circunferencia a través del lado del polígono regular a través de la disposición (18:8), a diferencia aquellos de Euclides (ca. 325-265 BC), *Elementos*, Libro IV; donde el lado es consecuencia de la inscripción en la circunferencia (Heath 1908, 2.88-11). En consecuencia, conociendo la medida de la capilla se determina el ancho del deambulatorio (a_2) y se deduce el lado (c) [$c_i = 1/4,5 a_2$]; o viceversa, dado el ancho total de la catedral se puede determinar la medida de la capilla radial [$a_2 = 4,5 c_i$] (Figura. 2).

La simulación informática del método de Guarç, con la proporción 9:8, arroja unos resultados matemáticos más precisos que los desarrollados por la tratadística de los siglos (XV-XVII). La proporción (9/8), aparece en los códices de la catedral, tanto en la traducción y comentario de Calcidio del *Timeo* de Platón (f.350), (ACTo 80) (ACTo), como en el *Comentario del Sueño de Escipión* de Macrobio (f.400) (ACTo 236), como la relación entre el entero y su octavo (1+1/8), a lo que denominan *epogdous* (Lluís-Teruel; Lluís i Ginovart 2023, 122-135). También puede ser trazados por métodos empíricos o de ajustes como en el caso del ajuste de los cartabones de la *Primera y segunda parte de la carpintería hecho por Diego López de Arenas* (1619) (Nuere 2001, 68).

Para determinar la medida del patrón geométrico del ábside, se recogen las referencias de las fuentes directas. Son el caso, la sección de la catedral de Milán del dibujo M1 (c.1387-1390) atribuido a Antonio de Vincenzo (1350-c.1402) (Ascani 1991, 105-115), la que aparece en la edición de Vitruvio (1521) de Cesare Cesariano (c.1483-1543) (Vitruvio 1521, 15r- 15v), y las líneas auxiliares del pergamino de Guarç donde la proporción se establece desde los ejes y caras interiores de los muros. De esta manera, se permite fijar biactivamente las medidas del ILS. Los diseños de Vincenzo y Guarç se basaban en un esquema proporcional con ejes auxiliares. En consecuencia, el esquema metodológico de la obra pudo haber utilizado puntos interiores de mampostería que ahora son inaccesibles.

La construcción de la girola y la articulación de las capillas hexapartidas de la catedral de Girona (1312), es similar al posterior proyecto de Antoni Guarç para la catedral de Tortosa (ca. 1345-1380), y muy diferente a la obra realmente ejecutada en 1383, con ca-

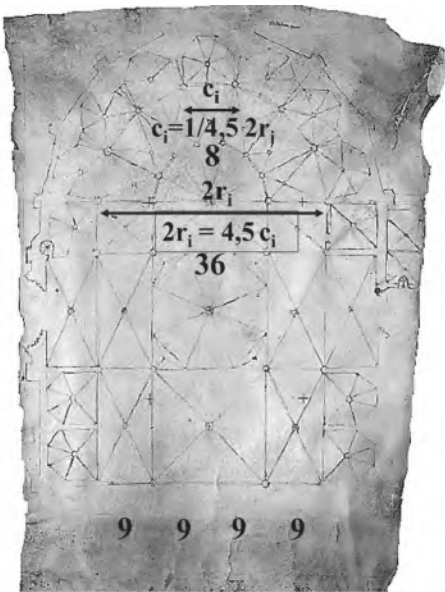


Figura 2
Desarrollo aritmético geométrico de Guarç (ca. 1345-1380)

Radio girola ábside	rg ₁	rg ₂	rg ₃	rg ₄	rg ₅	rg ₆	rg ₇	rg ₈	rg ₉	rg ₁₀	c_a	e_c	e_m	c_{cm}	$e_r (+)$	$e_r (-)$	$V. ref$
Radio girola	17,445	17,419	17,591	17,627	17,570	17,566	17,399	17,499	17,439	17,445	17,500	0,082	0,205	0,065	17,565	17,435	17,423

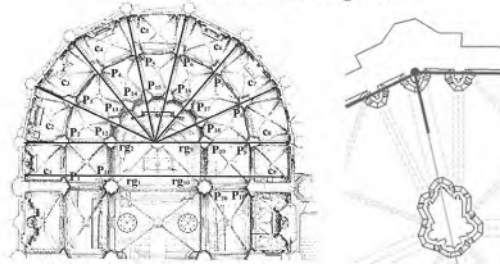
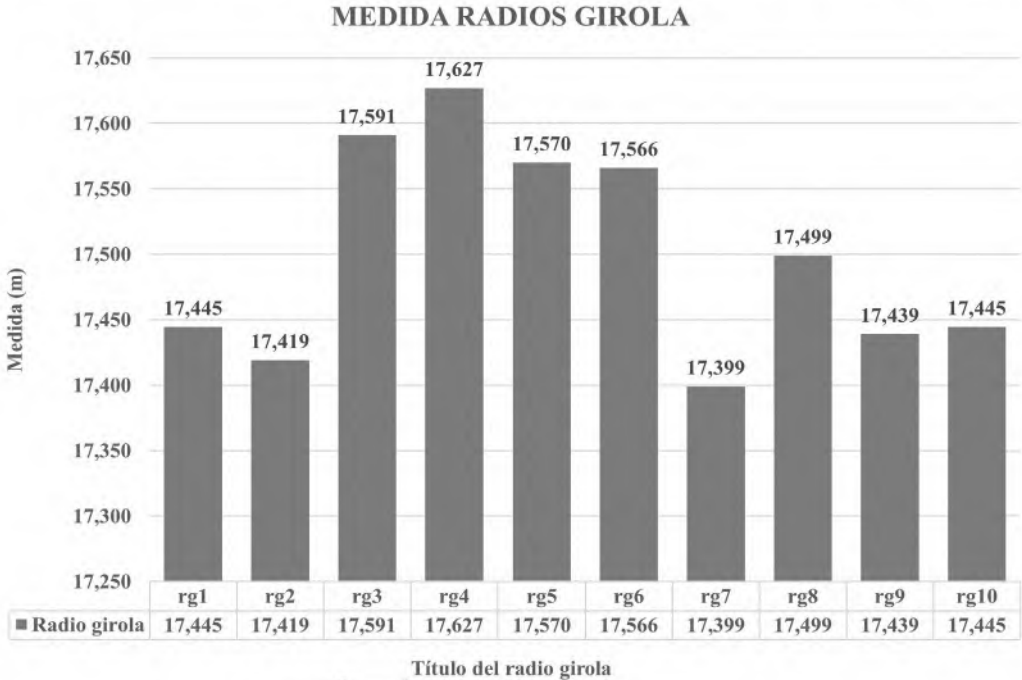


Figura 3
Análisis estadístico girola, láser escáner terrestre (TLS)

pillas radiales en forma de crucería. Analizando las medidas (TLS) y comparándolas con el modelo de Guarc podemos reinterpretar el replanteo de la catedral de Tortosa. Para determinar el ancho total de la girola, determinamos diez radios auxiliares (rg₁-rg₁₀), desde el centro de clave del presbiterio al pie del muro de cerramiento en su cara interior. Obsérvese que la medida se toma por el radio cuyo punto sería tangente a la circunferencia, la cual es igual al fondo de las capillas (c₁, c₉), y diferente a la profundidad de

las capillas (c₂...c₈). De esta manera, se obtiene que el valor más probable $c_a(rg1-10)$ es (17,500 m). Se determina el error medio cuadrático ($e_c = 0,065$ m), el error máximo ($e_m = 0,205$ m) y el error medio cuadrático de la media ($c_{cm} = 0,065$ m), obteniendo un del error relativo (e_r) en el intervalo [17,565-17,435 m]. Si tomamos un valor de referencia (17,423 m) que es equivalente a 75 palmos, podemos observar que está dentro del intervalo de referencia de la metodología (17,423± 0,065 m (Figura 3).

Ancho capillas ábside	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇	c ₈	c ₉	c _a	e _c	e _m	c _{cm}	e _r (+)	e _r (-)	V. ref
Capillas ábside	5,451	5,441	5,607	5,598	5,597	5,601	5,659	5,444	5,445	5,538	0,090	0,225	0,075	5,613	5,463	5,575
Capillas radiales		5,441	5,607	5,598	5,597	5,601	5,659	5,444		5,564	0,086	0,214	0,081	5,645	5,483	5,575

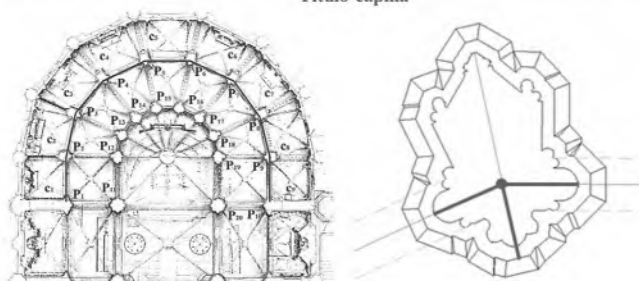
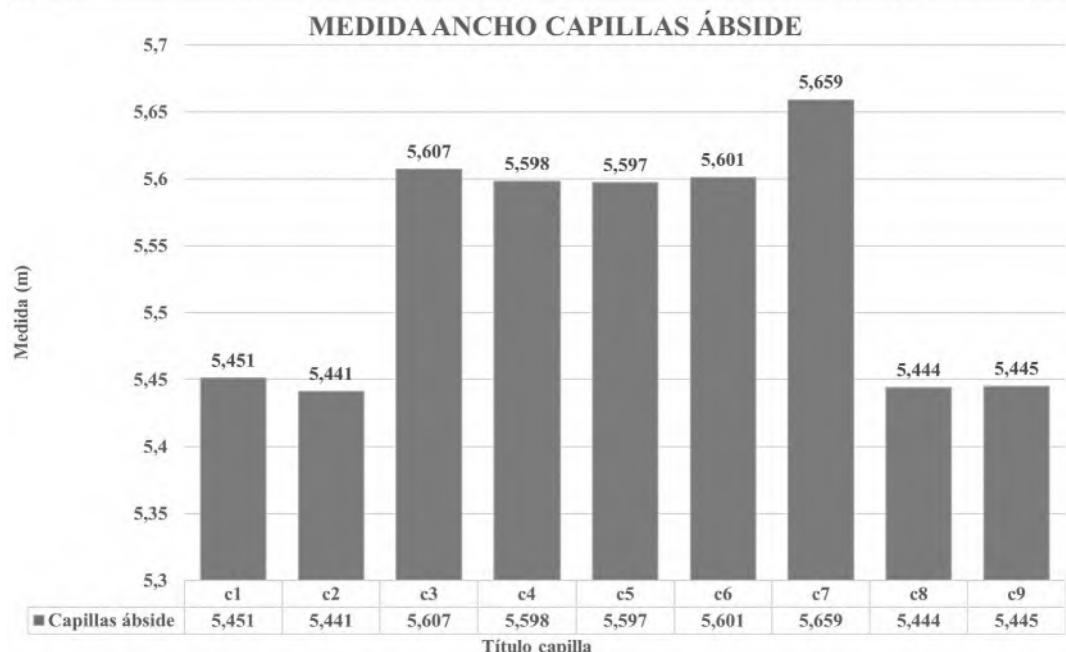
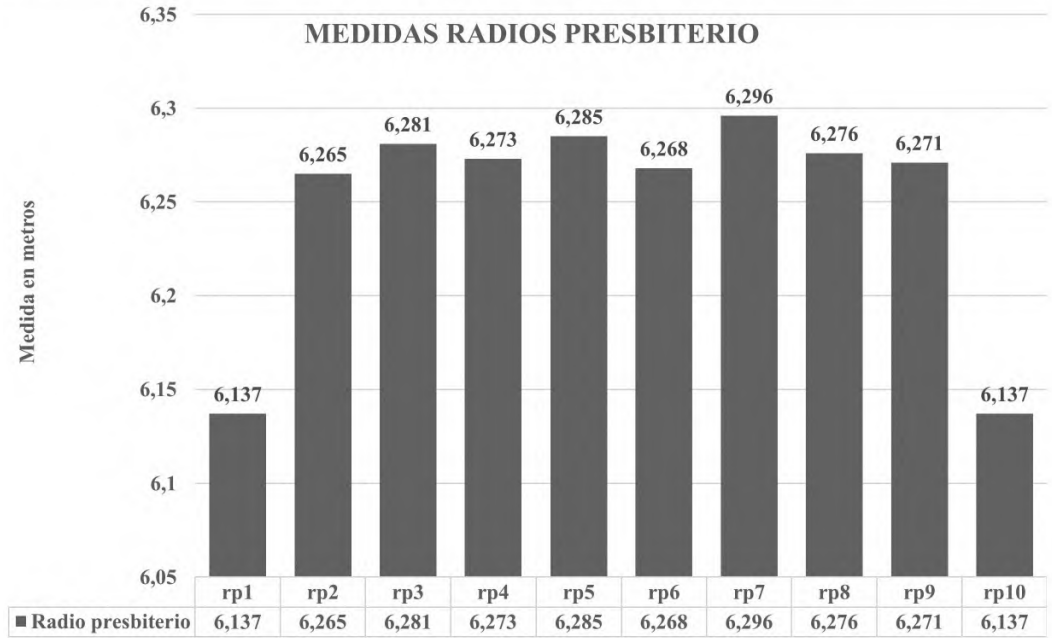


Figura 4 Estadística capillas ábside, con láser escáner terrestre (T.L.S)

Para determinar la medida de las nueve capillas radiales (c₁...c₉), y revisando las líneas auxiliares (16.2) y (16.3), situadas en el dcambulatorio, en los puntos de coincidencia del arco total de la bóveda de crucería de las capillas radiales (c₁-c₉), con el eje de los pilares P₁...P₁₀ el valor más probable es (c_{med(1-9)} = 5,538 m). El error medio cuadrático (e_c = 0,090m), el error máximo (e_{med(1-9)} = 0,225 m) y su el error medio cuadrático de la media (c_{med(1-9)} = 0,075 m), obteniendo un del error relativo (e_{r(c1-9)}) que está comprendido entre [5,613-5,463 m]. En el plano de

Guarc la escala de 8 unidades corresponde a 3 canas o 24 palmos (5,575 m), estando dentro de nuestro marco de referencia. Unos resultados similares se obtienen analizando las siete capillas radiales (c₂-c₈) donde los valores de referencia están entre (5,645 m) y (5,483 m) y en consecuencia dentro de las 3 canas (Figura 4).

Radio presbiterio	rp ₁	rp ₂	rp ₃	rp ₄	rp ₅	rp ₆	rp ₇	rp ₈	rp ₉	rp ₁₀	c _a	e _c	e _m	c _{cm}	e _r (+)	e _r (-)	V. ref
Radio presbiterio	6,137	6,265	6,281	6,273	6,285	6,268	6,296	6,276	6,271	6,137	6,249	0,000	3,162	0,029	6,278	6,219	6,272



Título del radio presbiterio

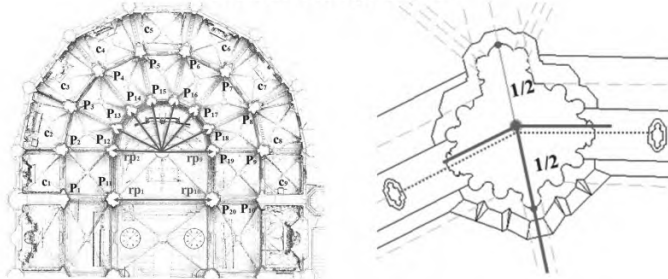


Figura 5
Estadística de los radios del presbiterio con láser escáner terrestre (TLS)

Si analizamos los diez radios del deambulatorio (rd₁-rd₁₀), en el intervalo [12,506–12,439 m], no está comprendido en un valor de referencia de 54 palmos (12,544 m), pero si dentro del error metodológico (12,544± 0,065 m) del 1,577%. Comprobando los radios en la cara interior del muro de cerramiento de 3 palmos, el valor de referencia está comprendido entre [12,234-12,202 m], en el rango de 52,5 palmos (12,196 m), con lo que el interior del deambulatorio

tendría un valor metroológico de 105 palmos, corroborando que las capillas se replantean a 54 palmos de la clave mayor.

Los centros de los pilares del presbiterio (P₁₁-P₂₀), y los 10 radios (rp₁-rp₁₀) están situados en a una distancia más probable de (c_a = 6,249 m), con un valor relativo entre [6,278-6,219 m], dentro de medida de (6,272 m), que corresponde a la mitad de los 54 palmos de donde se trazan las capillas radiales (Figura 5). Los

Altura capillas girola	hc ₁	hc ₂	hc ₃	hc ₄	hc ₅	hc ₆	hc ₇	hc ₈	hc ₉	c _a	e _c	e _m	c _{cm}	e _r (+)	e _r (-)	V. ref
Altura clave (m)	10,590	10,642	10,617	10,447	10,497	10,365	10,485	10,270	10,309	10,469	0,134	0,335	0,112	10,581	10,357	10,454

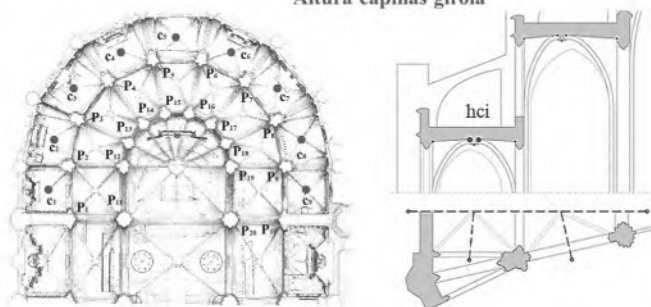
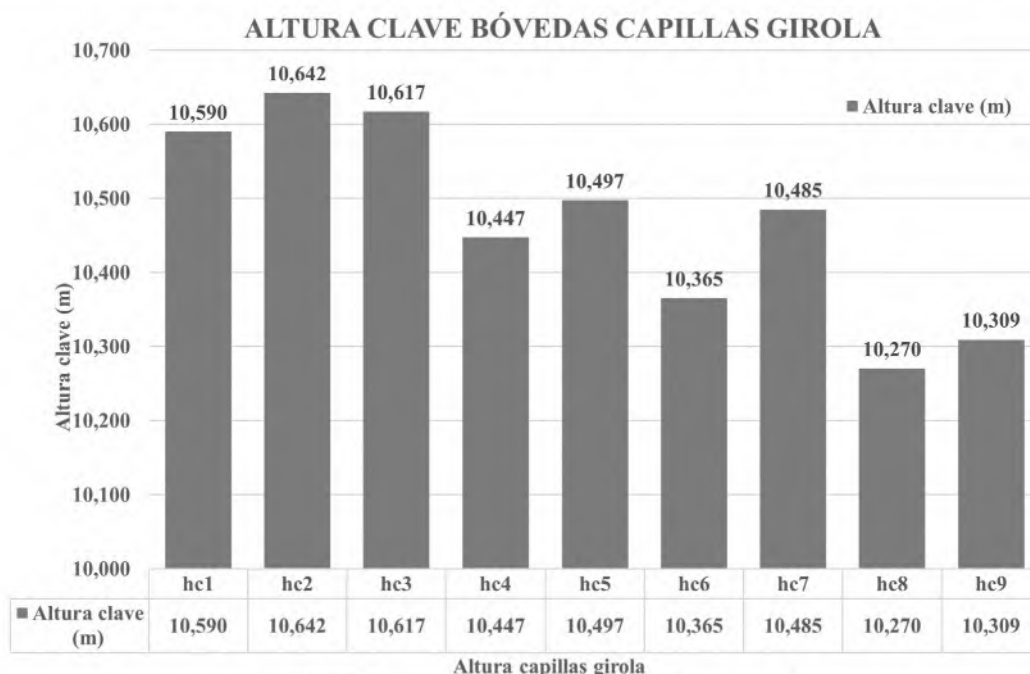


Figura 6 Estadística altura h_{ci} de las capillas de la girola (TILS)

centros de los pilares P_{12} y P_{16} no están a la misma distancia que sus homólogos (P_{11} - P_{12}) y (P_{19} - P_{20}), ya que no tienen la misma dimensión.

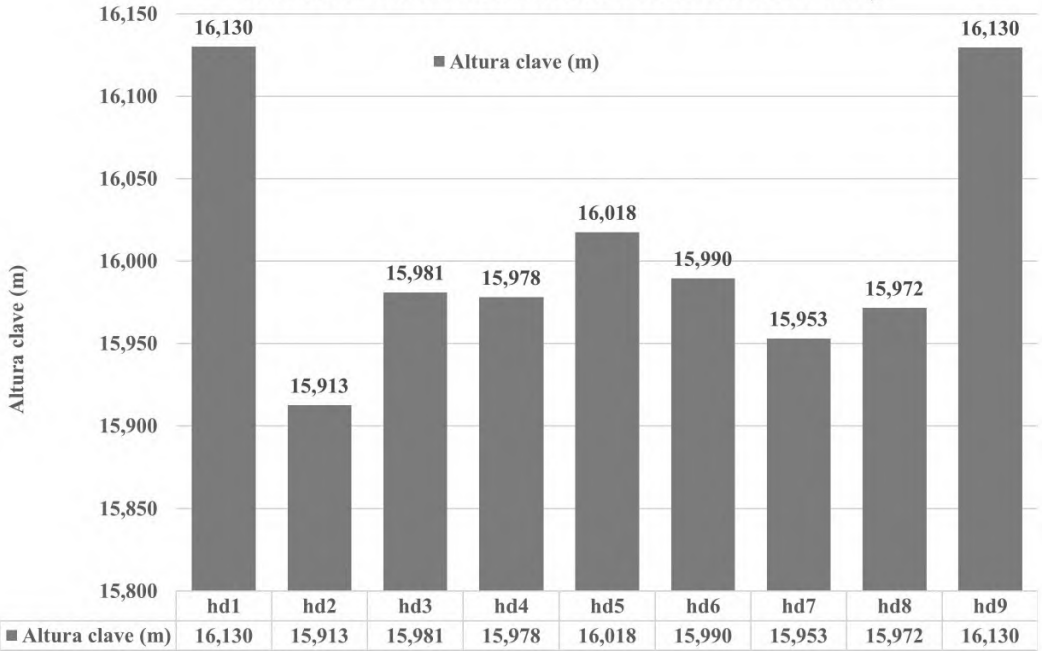
Podemos especular con el método geométrico que usaron para replantar las capillas radiales. La mayoría de los métodos geométricos están basados en el de Abu'l-Wafá (c.993-1008) y fueron heredados por Alberto Durero (1525), construyen el heptágono a partir de la altura del triángulo $\sqrt{3}/2$, debido a lo cual el te-

tradecágono tendría la mitad de esta medida ($\frac{1}{2}\sqrt{3}/2=0.4330$). Existen aproximaciones buscando la relación entre la base del triángulo y su altura: caso de la proporción [7:6] de Gerberto de Aurillac (c. 950-1003) de medida (0,4286) (Bubnov1899, 43-45). Gabriel Stornaloco en Milán en 1392 utiliza la proporción de [8:7] (0,4375) (Ackerman 1949, 84-111).

Las noticias sobre las aproximaciones aritmético-geométricas entre el radio y el lado del heptágono,

Bovedas deambulatorio	hd1	hd2	hd3	hd4	hd5	hd6	hd7	hd8	hd9	ca	ec	em	ccm	er(+)	er(-)	V. ref
Altura clave (m)	16,130	15,913	15,981	15,978	16,018	15,990	15,953	15,972	16,130	16,007	0,075	0,188	0,063	16,070	15,944	16,261

ALTURA CLAVE BÓVEDAS DEAMBULATORIO)



Altura bóvedas deambulatorio

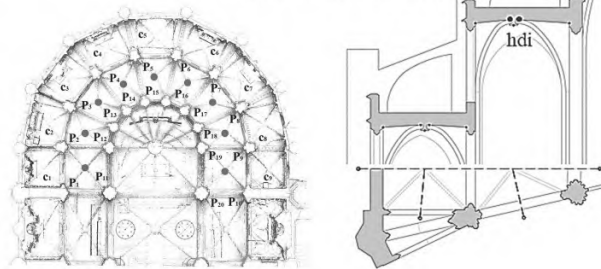


Figura 7
Estadística altura h_{di} capillas de la girola (TLS)

como las de Herón de Alexandria (c.20-62) con relación [7:6] (0,4286), y la de Antoni Guarc (c. 1345-1380) [9:8] de manera que el tetradecágono tiene un lado de (0,8889).

Se analiza la relación entre el lado del tetradecágono (ci) y los ejes radiales del deambulatorio (rdi). Se considera el lado del tetradecágono (ci) como la altura (h) del triángulo, respecto al radio del deambulatorio (ri), considerado como el lado (d) del triángulo.

Así, la relación de los valores más probables de las capillas radiales ($c_{a(c2-3)}=5,564$ m) y el del radio ($c_{a(r1-9)}=12,553$) tienen una relación ($c_{a(c2-3)}/c_{a(r1-9)}=0,4433$) que es un valor más cercano a la resolución de Guarc (9/8).

En el caso de la catedral de Tortosa, la primera capilla que se construyó (c_1) fue la del Norte, edificándose después sobre la secuencia ordenada de Norte a Sur ($c_1, c_2, c_3, \dots, c_9$) a modo de cinturón. La condición

metrológica se basa en el ancho de la capilla con 24 palmos, o tres canas de Tortosa, construyendo un ancho total interior de 150 palmos, igual al número de alabanzas del *Libro de los Salmos*, a la vez que, en el atribuido a San Isidoro de Sevilla: el *Libro de los Numeros* (Pardillos 2000, 285-304); este número toma significado a través de las Sagradas Escrituras de número perfecto y de aquellos que son predestinados por Dios hacia la vida eterna. La luz de las capillas radiales tiene una profundidad de 21 palmos, de manera que la construcción metrológica es [21-108-21] palmos.

La actual catedral de Tortosa tenía el centro ocupado, en el momento de su construcción por el ábside románico, por lo que no se podía determinar directamente el diámetro del deambulatorio; el despliegue de la girola se realizó con el lado del tetradecágono, equivalente a 24 palmos, resolviendo la circunscripción en una imaginaria circunferencia de 108 palmos. El trazado del tetradecágono fue trazado con la relación del radio del deambulatorio (18:8) y la nave lateral de (9:8) en consonancia con los criterios metrológicos derivados del orden neoplatónico medieval.

LA SECCIÓN DEL ÁBSIDE DE LA CATEDRAL DE TORTOSA

Leon Battista Alberti (1404-1472) advertía en su segundo libro, *De re aedificatoria* (1443-1452) de la importancia de la sección para la definición del proyecto arquitectónico, considerando la perspectiva como inadecuada, ya que el objeto pierde condición de su realidad formal (Alberti 1485, 20 r-21 v). La metodología de la sección gótica difundida en la edición de Vitruvio de Cesare Cesariano (c.1483-1543) ilustra una sección *ad triangulum* de la catedral de Milán. Walther Hermann Ryff (c. 1500-1548) la reproduce en la *Der furnembsten, notwendigen, der gantzen Architectur angehörigen mathematischen vnd mechanischen Künst eygentlicher Bericht* (1547) (Ryff 1547, 22 v-23 r), publicándola en su edición teutónica del Vitruvio de 1548 (Vitruvio 1548, Propo. XXII-XXIII). A la vez, Philibert de l'Orme (1514-1570) planteó el desarrollo proporcional de una sección en él *Le premier tome de l'architecture* (De l'Orme 1567, 235 r).

El Renacimiento aportó la representación a una descomposición de retículas de base geométrica para determinar la *Proporzioni del corpo umano*, del tratado *De ingeneis* (c.1420) de Pietro Mariano, el Tac-

cola (1381-c.1458), (CIm. 197, fol. 36v Bayerische Staatsbibliothek). Esta base cosmológica se incorporó a las interpretaciones de los despliegues de la sección propuestos por el *matematicus expertus geometria* Gabriele Stornaloco de Piacenza de Paul Frank (1878-1962), *The secret of the medieval masons* (Frank 1945, 36-75) y Guiseppe Valentini en *Il Duomo di Milano. Una disputa medievale sul modello del tempio* (Valentini 1990, 70).

Para determinar la medida de la altura de las nueve capillas radiales (c_1, \dots, c_9), se toma como referencia el zenit de bóveda de crucería de las capillas radiales (c_1, \dots, c_9), situado en el cuello de la clave, siendo el valor más probable ($h_{ca(c1-9)} = 10,469$ m). El error medio cuadrático ($e_c = 0,134$ m), el máximo ($e_{m(c1-9)} = 0,335$ m) y su el error medio cuadrático de la media ($c_{cm(c1-9)} = 0,112$ m), obteniendo un del error relativo ($e_{r(c1-9)}$) que está comprendido entre [10,581-10,357 m]. El rango del resultado estadístico está dentro de la medida metrológica de 45 palmos (Figura 6).

La altura de las nueve bóvedas del deambulatorio ($h_{d1} \dots h_{d9}$) tiene como valor más probable ($h_{da(c1-9)} = 16,007$ m). El error relativo ($e_{r(c1-9)}$) está comprendido entre [16,070-15,94 m] dentro del rango de los 69 palmos y cercano a los 70 palmos dentro de error metodológico (Figura 7).

En el caso de la clave del presbiterio, que dispone de un diámetro de 10 palmos hace que exista una sombra sobre la nube de puntos sobre su cuello (Figura 18.a). La sección de la bóveda se determina a través de los puntos (TLS), conociendo el punto A (22,908 m) y dado que tiene la sección a cuarta, podemos deducir prolongando dicho arco, el centro de clave que se situaría en (B) a una altura de 23,237 m respecto al pavimento del presbiterio (Figura 18.b). Tomando como valor metrológico 100 palmos (23,230 m), se obtiene un valor similar al resultado indirecto determinado por (TLS).

Analizando la altura de las capillas radiales (45 palmos) con relación a la proporcionalidad de la teoría de la sección gótica con respecto a la metrología de la planta, se observa que en la mitad del deambulatorio ($27 + \frac{1}{2} 27 = 40,5$ p) se forma una proporción entre la altura de la capilla y el deambulatorio (45/81), que expresa un desarrollo de relación de (9÷5). El despliegue teórico del deambulatorio se realiza desde el muro interior de este espacio medido sobre el eje de los pilares (P_1-P_{10}), el valor de estos puntos ($e_{r(c1-9)}$) está comprendido entre [12,234-12,202 m] dentro de la

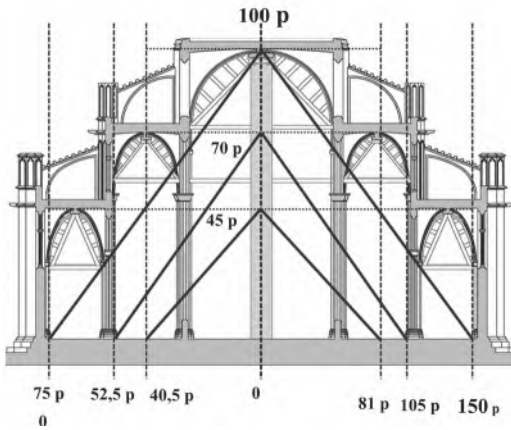


Figura 8

Fases constructivas despliegue de la sección. Proporción capillas del ábside ($5 \div 9$), deambulatorio y presbiterio ($6 \div 9$)

metrología de 105 palmos. Comprobando la medida sobre las bóvedas desde la clave la medida ($e_{r(b1-9)} = [12,065-11,860]$) y que proyectada sobre el eje del pilar con el que forma un ángulo, con un valor de escala de ($f = 1,026$) nos daría un valor similar al establecido por los radios de 105 palmos.

El valor de referencia de las claves del deambulatorio [16,070-15,94 m] está dentro del rango de los 69 palmos. Dado que el despliegue de la planta para ($9 \div 5$) habría de ser $58 + 1/3$ palmos está lejos del valor del remate de las capillas absidiales. Si realizamos una comprobación para la relación ($9 \div 6$), la altura de las bóvedas del deambulatorio habrían de situarse a los 70 palmos. La clave mayor se sitúa a 100 palmos sobre un ancho total de 150 palmos desde la girola hasta la base de la cara interior del muro de la fachada. Con estos valores podemos plantear un despliegue en planta de las medidas [81-105-150 palmos], elevados en su altura de forma metrológica correspondiente a [45-70-150 palmos] (Figura 8).

Si analizamos la ejecución de la obra se observa que al acabar las capillas del ábside con una proporción ($9 \div 5$) se cambia a una proporción ($9 \div 6$). La nueva proporción la establecen Pascacio Xulbi (ac. 1383- 1441) y Juan Xulbi (ac 1416-1428), maestros que participaron en el debate sobre la nave única de Girona (1417), donde ya hablan de proporción a *terça* ($3:2$) y que la imponen unos años después en Tortosa.

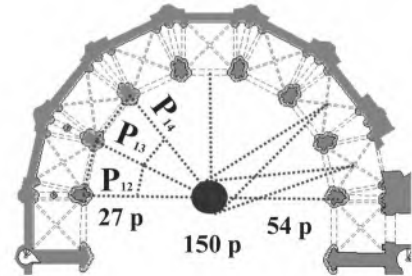
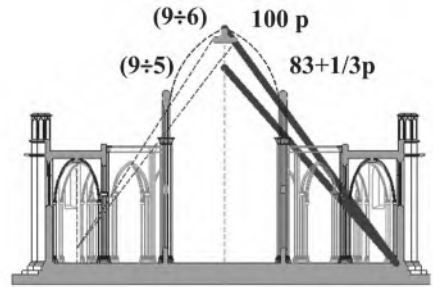


Figura 9

Cambio de la sección en el deambulatorio: replanteo del presbiterio

Ellos serán los responsables del replanteo del deambulatorio y como consecuencia del presbiterio. También de la colocación de la piedra clave, de diez palmos de diámetro rodeada con 10 ángeles (Lluís i Ginovart; Costa-Jover, Fortuny i Anguera 2015, e057). Serán los responsables de introducir las molduras de los pilares del presbiterio que han de encajar con los nervios de las bóvedas y con la clave mayor situada a 100 palmos de altura.

El cambio de sección inicial de ($9 \div 5$) que había de culminar a una altura de ($83 + 1/3$ p) sirvió para magnificar visualmente la clave mayor a (100 p) (Figura 9). Situados bajo el centro de las claves de las capillas laterales, la imagen de la Coronación de la Virgen es tangente a los arcos formeros del presbiterio, actuando el fondo escultórico como un calado (Figura 10). En el *De civitate Dei* de San Agustín de Hipona cien es el número que representa la totalidad (Agustín de Hipona 2001, 655). De esta manera, la clave de medida 10 palmos, al ser multiplicada por 100, se convierte en un cubo que resulta 1000: mil es el número perfecto de la plenitud del tiempo (Lluís-Teruel 2019, 195-218).



Figura 10
Efecto de la clave del presbiterio con la Coronación de la Virgen

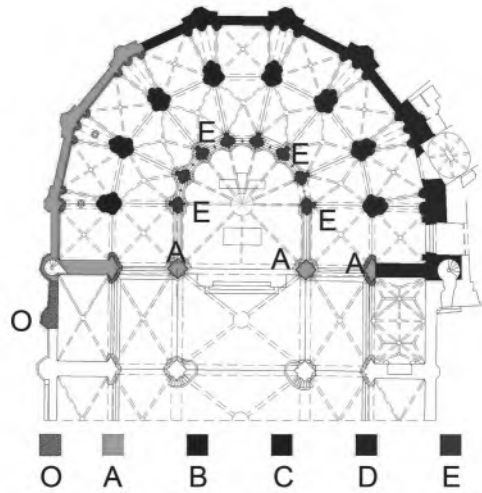


Figura 11
Anomalías geométricas del ábside

Los valores estadísticos establecidos en el replanteo de la catedral son compatibles con la metrología del proyecto de Guarc (ca. 1345-1380). Así, la expresión del desarrollo aritmético geométrico de Guarc [$2r_i = 4,5 \text{ ci}$] y [$ci = 1/4,5 \text{ } 2r_i$], se expresan como [$2r = 4,5 \times 5,564 \text{ m} = 25,038 \text{ m}$] (107, 78 palmos) y [$c = 1/4,5 \times 2 \times 12,533 \text{ m} = 5,579 \text{ m}$] (24,02 palmos). Se puede definir la anchura del deambulatorio, o bien, la del lado de la capilla, y después deducir la otra dimensión. En términos metroológicos las capillas de 24 palmos (3 canas) de ancho, están trazadas equidistantemente a 108 palmos ($c_2 - c_8$). Los resultados del deambulatorio tomando como medida la distancia existente entre los pilares radiales de las capillas (P1...P10), hasta el centro de los pilares del presbiterio (P11...P19), el valor metroológico es de 27 palmos, y otros 27 palmos hasta el centro de clave mayor. Esta relación es de 18/8 con respecto al ancho de las capillas radiales de 24 palmos. Por ello, la proporción entre la nave lateral y el ancho de capillas es de (9÷8).

En el estudio detallado de las molduras de la base de los pilares del ábside se observan hasta cuatro tipologías distintas. Tomando como principio que la catedral gótica fue empezada en 1347 por el muro (O), los pilares P₁ y P₁₁, son los del inicio del ábside, igual que los P₁₀ y P₂₀, que disponen de una moldura tipo (A). El

pilar P2 tiene una moldura (B), que es diferente y el resto de los pilares del deambulatorio son del mismo tipo (C) y (D), mientras que en interior del presbiterio se impone otro modelo (E) (Figura 11) (Lluís i Gínavart; Costa-Jover; Coll-Pla 2016, e155).

El ábside de la catedral se replantea geométricamente a partir del eje del arco fornero con un módu-

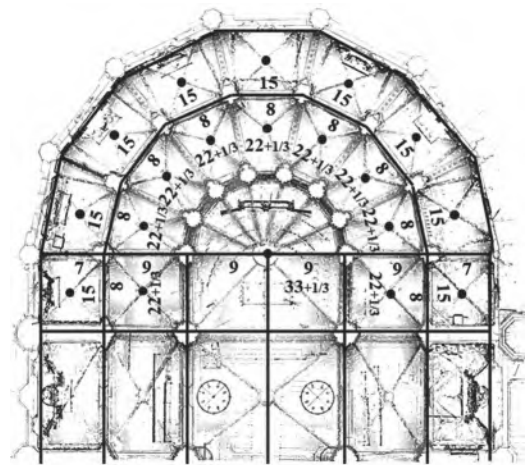


Figura 12
Metrología constructiva del ábside de la catedral de Tortosa

lo de capillas radiales de módulo 24 palmos correspondiente al ancho de las capillas, colocando como profundidad la media de 21 palmos hasta el arranque del muro de cerramiento. El centro de los ejes de los pilares radiales del presbiterio se sitúa a 27 palmos. Las capillas toman la porción de $(9 \div 5)$, mientras que el deambulatorio y el presbiterio lo hacen en la de $(9 \div 6)$ (Figura 12).

CONCLUSIÓN

El análisis estadístico del resultado (TLS) ha permitido demostrar que el trazado metrológico del ábside tiene una precisión metodológica de $[\pm 1,502 \ %]$. Analíticamente, se determina que, dentro del rango de precisión, el ancho total de la girola es de 150 palmos, y que las capillas radiales tienen una dimensión de 24 palmos que son 3 canas, proporción tonal (9:8) respecto a la medida de la nave lateral de 27 palmos.

La clave se sitúa a 100 palmos, y su sección final dispone de una relación (3:2) entre el ancho del deambulatorio de 150 palmos y su altura, tomando la relación sesquiáltera. Las proporciones de catedral de Tortosa forman parte de la tradición del neoplatonismo del *Timeo*, que tan bien conocían sus canónigos y que han perdurado en sus códices. Este arquetipo es muy diferente a la de los maestros góticos septentrionales, con modelos de prototipo *ad triangulum* (1: $\sqrt{3}/2$) y *ad quadratum* (1:1) en los términos definidos en los debates de la catedral de Milán.

LISTA DE REFERENCIAS

- Ackerman, J.S. 1949. "Ars Sine Scientia Nihil Est" Gothic Theory of Architecture at the Cathedral of Milan. *The Art Bulletin*, 31(2): 84-111.
- Aghayani-Chavoshi, J. 2010. *Ketáb al-nejárat (On what is indispensable to artisans in geometric constructions)* Tehran: Written Heritage Research Centre & Institut Français de Recherche Iran.
- Agustín de Hipona. 2001. *Obras Completas de San Agustín XVI. La Ciudad de Dios (2º)*. Madrid: Biblioteca Autores Cristianos.
- Alberti, L.B. 1485. *De re aedificatoria*. Florence: Niccolò di Lorenzo Alemanno.
- Alsina, C; Feliu, G; Marquet, LL. 1990. *Pesos, mides i mesures dels Països catalans*. Barcelona: Curial.
- Ascani, V. 1991. "I disegni architettonici attribuiti ad Antonio de Vicenzo. Caratteristiche Tecniche e Ruolo Degli 'appunti grafici' nella prassi progettuale tardogotica", *Arte Medievale. Periodico internazionale di critica dell'arte medievale*, II Serie, V. 1: 105-115
- Bovelles, Ch. 1542. *Livre singulier et utile, touchant l'art pratique de geometrie, compose nouvellement en françoys, par maistre Charles de Bovelles*. Paris: Regnaud Chaudière et Claude.
- Bubnov, N. 1899. *Gerberti postea Silvestri II papae opera mathematica (972- 1003)*. Berlin: Friedländer.
- De l'Orme, P. 1567. *Le premier tome de l'architecture*. Paris: Frédéric Morel.
- Durero, A. 1525. *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt: in Linien Ebnen vo gantzen Corporen*. Nürenberg: Hieronymum Formschneyder.
- Frank, P. 1945. The secret of the medieval masons. *The Art Bulletin*, 27: 36-75.
- Gauss, C. F. 1801. *Disquisitiones Arithmeticae. Auctore D. Carolo Federico Gauss*. Lipsiae: In Commissis apud Gerh. Fleischer Jun.
- Heath, T. L.1908. *The Thirteen Books of Euclid's Elements*. 3 vols. Cambridge: University Press.
- Heideloff, C.A. 1844. *Die Bauhütte des Mittelalters in kurzgefasste geschichtliche Darstellung mit Urkunden und andern Beilagen, so wie einer Abhandlung über den Spitzbogen in der Architektur der Alten*. Nuremberg: Berlag von Johann Adam Stein.
- Kepler, J. 1619. *Ioannis Kepleri Harmonices mundi libri V. Lincii Austriae, sumptibus Godofredi Tampachii bibl. Francof: excudebat Ioannes Plancu*.
- Lluís i Ginovart J.; Costa-Jover, A.; Coll-Pla, S. 2014. The reconstruction of a Romanesque palimpsest using non-destructive techniques. *Informes de la Construcción*, 66: 536, e045.
- Lluís i Ginovart, J.; Costa-Jover, A.; Coll-Pla, S. 2016. La determinación del concepto de homogeneidad versus resistencia en los pilares de una catedral gótica mediante técnicas no invasivas. *Informes de la Construcción*, 68: 543, e155.
- Lluís i Ginovart, J.; Costa-Jover, A.; Fortuny i Anguera, G. 2015. Elementos auxiliares de construcción en la arquitectura gótica. El pilar «major» de la catedral de Tortosa. *Informes de la Construcción*, 67, 537, e057.
- Lluís i Ginovart, J; Costa-Jover, A; Coll-Pla, S. 2015. Placing the keystone of the vault over the presbytery in Tortosa Cathedral, Spain (1428-40), *Construction History*, 30 (1): 1-21.
- Lluís i Ginovart, J.; Fortuny-Anguera, G.; Agustí Costa Jover, A. ; Sola-Morales Serra, P. 2013. Gothic Construction and the Traça of a Heptagonal Apse: The Problem of the Heptagon. *Nexus Network Journal*, 15: 325-348.
- Lluís i Ginovart, J; Lluís-Teruel, C. 2023. Incommensurability, the Heptagon of Ignacio Muñoz (1684), and

- Kepler's Heresy. *The Mathematical Intelligencer*, 45: 108-117.
- Lluís-Teruel, C. 2019. El quadrivium y la catedral gótica, *Módulo Arquitectura CUC*, 22, 1: 195-218.
- Lluís-Teruel, C.; Lluís i Ginovart, J. 2023. El heptágono de fray Ignacio Muñoz y su Manifiesto Geométrico (1684). *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 47: 122-135.
- Nuere E. 2001. *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco*. Madrid: Ediciones Munilla-Leira.
- Raynaud, D. 2012. Abū al-Wafā' Latinus. A study of method. *Historia Mathematica*, 39: 34-83.
- Ryff, W. H. 1547. *Der furnembsten, notwendigsten, der gantzen Architectur angehörigen mathematischen vnd mechanischen Künst eygentlicher Bericht: vnd vast klare, verstendliche Vnterrichtung, zu rechtem Verstandt der Lehr Vitruuij, in drey furneme Bücher abgetheilet: als, Der newen Perspectiua ... der Geometrischen Búxenmeisterey, vnd Geometrischen Messung*. Nürnberg: Johann Petreius.
- Riu, M. 1996. Pesos, mides i mesures a la Catalunya del segle XIII. *Anuario de Estudios Medievales*, 26 (2): 825-837.
- Roritzer, M. 1999. *Das Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit (fak. Regensburg 1486) und Die Geometria Deutsch (fak. Regensburg un 1487/88)*. Regensburg: Hürtgenwald Guido Pressler.
- Pardillos, M.T. 2000. El libro de los números atribuido a San Isidoro, Obispo de Sevilla. *Emblemata*, 6: 285-304.
- Valentini, G. 1990. *Il Duomo di Milano. Una disputa medievale sul modello del tempio*. Milano: Nuovo Edizioni Duomo.
- Vitruvio, M. P. 1521. *Di Lucio Vitruvio Pollione de Architectura libri dece traducti di latino in Vulgare affigurati: Comentati & con mirando ordine insigniti*. Como: Gotardo da Ponte.
- Vitruvio, M. P. 1548. *Der furnembsten notwendigsten der gantzen Architectur angehörigen mathematischen und mechanischen Künst eygentlicher Bericht und verstendliche Unterrichtung*. Nürnberg: Johan Petreius.
- Zaragozá A.; Ibáñez, J. 2014. Hacia una historia de la arquitectura en la Corona de Aragón entre los siglos XIV y XV a partir de los testeros de los templos. Ábsides construidos, ábsides proyectados e ideales y ábsides sublimes. *Artigrama*, 29: 261-303.

Torre Telmex: Símbolo de la construcción moderna en Aguascalientes, México

J. Jesús López García

En 1971 se construyó la torre de la empresa Teléfonos de México en Aguascalientes, como un ejemplar más en una red de edificaciones similares en todo el territorio nacional que fueron diseñados presumiblemente con criterios mecánicos y antisísmicos, con base en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de 1966 derivado de las consecuencias del sismo de 1957.

Sin duda alguna, este hecho fue un episodio que marca dos hitos en la historia de la construcción en Aguascalientes, por un lado, el apego por la vía de un edificio prototípico a un marco normativo técnico de carácter nacional, situación inaugurada con la construcción de edificios hospitalarios y antes con la mediación del Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas en la edificación de centros escolares y escuelas; el otro hito es la consolidación moderna de la utilización de materiales y técnicas constructivas modernas producto de los procesos de industrialización iniciados en la última década del siglo XIX.

La torre Telmex de esa manera se convirtió en un objeto arquitectónico importante para la imagen de la ciudad de Aguascalientes, y de otras muchas ciudades mexicanas donde se erigieron edificaciones similares en la década de los setenta del siglo XX. Su indiferencia a al entorno y su percepción, son dos de los rasgos modernos, que precisamente le convierte en una construcción, que a lo largo de estos poco

más de cincuenta años construidos, se presenta ya como una parte importante de la imaginación colectiva frente al centro de la ciudad aguascalentense, neutralidad formal aparte, pero con una esencia edilicia que es un elemento fundamental en la historia de la construcción local.

Este edificio realizado con concreto y acero, fue seminal en el uso de este último material en el levantamiento de conjuntos verticales en la ciudad capital hidrocálida, sin embargo, fue tal vez su altura más que sus materiales constitutivos, lo que captó la atención del público general, y que no obstante, ello no impidió que el empleo del acero en su estructura soportante, y su conformación vertical, demorará más de treinta años, hasta volverse a aplicar en la construcción de otros proyectos.

LA PRIMERA ESCISIÓN DE LA TRADICIÓN Y DE LA MODERNIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE AGUASCALIENTES

Debido a la situación geográfica del estado aguascalentense, desde mediados del siglo XIX, ya con el estatus de “ciudad”, el lugar comenzó a atraer acciones de inversión inéditas para la región, una consecuencia lógica de ello, fue la instalación en la ciudad en la última década del mismo siglo XIX, de las fábricas de la Gran Fundición Central de la familia Guggenheim

«...a no más de tres kilómetros de la ciudad» (Gómez 1982, 231), y de los talleres del Ferrocarril Central Mexicano, que el «...24 de febrero de 1884... el ferrocarril hizo su arribo a Aguascalientes» (Barba 2022, 59), ambas empresas de capital norteamericano y las dos, iniciadoras en la urbe, de una nueva manera de proyectar y edificar con base en, precisamente, la novedad de materiales industrializados y sus procesos derivados.

La ciudad de Aguascalientes, en ese punto, empezó a dejar atrás su vocación agrícola e inauguró una fase de mecanización de forma paulatina, enfocándose a la industria de la transformación. Con ello, la ciudad inició también un crecimiento explosivo territorial y demográficamente, lo que implicó necesariamente a llevar a cabo una transformación en sus medios constructivos.

Con las empresas fabriles instaladas, la construcción local experimentó con componentes industrializados como el acero primero, luego con el cemento Portland, e incluso con el empleo profuso de materiales tradicionales, sin embargo, complicados de obtenerse en el sitio de modo previo a la transportación por tren de ellos mismos, o de insumos para obtenerlos, tal como el ladrillo recocido, por la ausencia de madera u otros materiales combustibles en zonas semidesérticas, como ésta.

Con los crecimientos poblacional y territorial, y con los actuales ingredientes y procesos constructivos, el procedimiento de concebir y levantar inmuebles se modificó de modo radical y ello fue notable, ya que ya no era la preceptiva tradicional, a juzgar por las técnicas y materiales de la zona como piedra, madera y adobe, el límite de lo que se podía implementar, sino una paleta más rica donde el diseño de los edificios se manifestaba de medios muy variados. Ello estableció las condiciones para una práctica constructiva que comenzó a abordar la modernidad desde los puntos de vista técnicos, así como proyectuales con una modalidad cada vez más activa, consolidándose a lo largo del siglo XX.

EL PAISAJE HORIZONTAL Y SUS CONTRAPUNTOS VERTICALES

De manera tradicional, y según lo planteado en la Cédula de Felipe II, a partir de 1575 en «...adelante...dicha población e Sitio de Aguascalientes se lla-

me y nombre Villa de la Asunción de Aguascalientes» (González 1881: 21), era un asentamiento completamente plano, lo que daba como resultado una horizontal, tal vez debido a la humildad de los pobladores originales, criollos que sobrevivieron los primeros cien años del poblado en circunstancias precarias. Ya hacia el siglo XVII, la estabilidad comenzó a manifestarse en el sitio con la construcción de edificios representativos de mayor envergadura que las casas de un solo nivel tradicionales levantadas con adobe y madera; la piedra de los templos y algunos edificios notables, permitió la ganancia de altura.

Fe de lo anterior correspondieron a los conjuntos de las iglesias, y sobre todo sus cúpulas, espadañas y torres que fueron por los siguientes doscientos años, los hitos que marcaban con su altura, a los diferentes barrios de la villa, como las torres de Catedral con una altura de 36.55 m, o incluso del templo El Encino que su única torre mide 43.92 m.

Estos se convirtieron en los principales objetos arquitectónicos en su calidad de referencias urbanas en una ciudad apaisada, la jerarquización del espacio estaba más que establecida. El poder religioso novohispano permanecía muy bien definido en la forma y en la altura de sus edificaciones de piedra.

A la industrialización de la villa durante la segunda mitad del siglo XIX, ese marcaje territorial a través de la autoridad eclesiástica, comenzó a desvanecerse. A la Reforma juarista y al pragmatismo de hacienda porfiriano, les correspondió asentar nuevas maneras

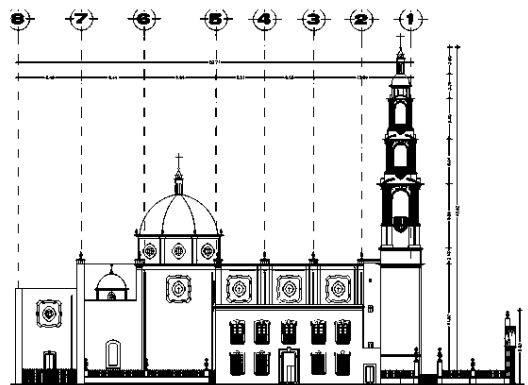


Figura 1
Fachada poniente del templo El Encino (Secretaría de Obras Públicas del Municipio de Aguascalientes)

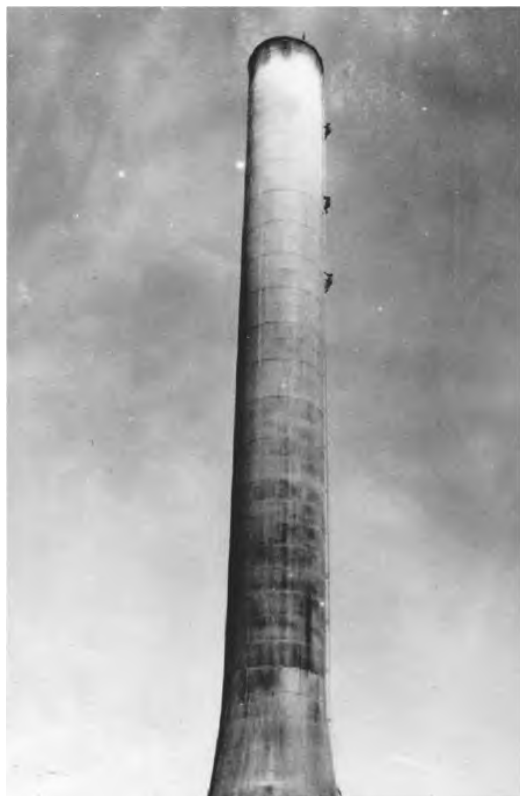


Figura 2
Chimenea de la Fundición Central Mexicana (Archivo Familiar López Aparicio en Desde la red 2021, 3)

de manifestar un nuevo orden social y político. En Aguascalientes las fábricas fueron útiles como catalizadoras de un tangible mejoramiento económico, de una arquitectura y de unos panoramas urbano y constructivo, en donde a las viejas torres de los campanarios se le sumaron otros elementos icónicos tales como el gran chacuaco de la Fundición Central Mexicana, con sus 70 m de altura (Desde la red 2021, 3), cuya espigada figura despedía a su vez altas columnas de humo.

O también los de la Casa de Fuerza de los talleres del Ferrocarril Central Mexicano, en donde en 1937 se «...construyeron dos chimeneas de concreto armado de 43 m d alto y 1.65 y 2.16 m de diámetro...las cuales se convirtieron en un hito no solo del edificio, sino de los talleres en general...» (Barba 2022, 114).

Es así como esos componentes, torres de las iglesias y las chimeneas, predominaban con su esbeltez en el paisaje plano de la ciudad aguascalentense. A la sombra de ello, se inició una etapa edificatoria, desde los años treinta del siglo XX, de obras con estructura de concreto armado, edificios de usos mixtos que superaban la planta única de la arquitectura doméstica tradicional.

LA CONSTRUCCIÓN PROFESIONAL EN LA REGIÓN

Esa nueva manera de levantar fincas, conllevó y vino aparejada con la profesionalización de arquitectos e ingenieros civiles, cuya formación en escuelas de

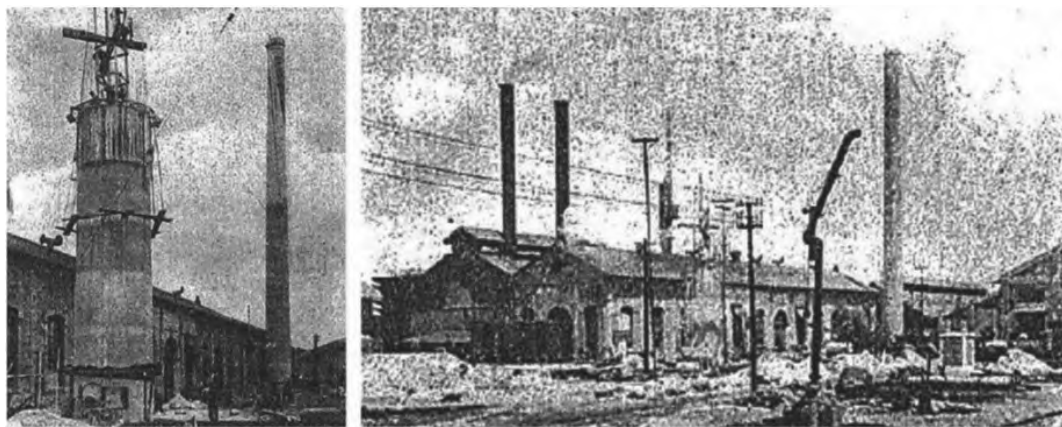


Figura 3
Chimeneas de la Casa de Fuerza de los talleres del ferrocarril de Aguascalientes (Ferronales, diciembre de 1937 en Barba 2022, 115)

educación superior y facultades, demandaba una especialización en el uso y manejo de esos materiales industrializados ya implementados desde fines del siglo XIX.

Los mismos alarifes formados bajo la tutela de técnicos constructores, ingenieros y arquitectos norteamericanos encargados de la instalación de las plantas industriales, fueron los primeros en hacer extensiva a la demanda general de edificación en la ciudad, la utilización de técnicas de albañilería recientes y sus materiales correspondientes.

Así, las actuales arquitectura y equipamiento, permearon en la habitabilidad y en el gusto de la población en general, demandando para la elaboración de proyectos y su posterior fábrica, el servicio de técnicos especializados, primero esos maestros constructores formados con ingenieros y arquitectos foráneos tradicionales, y poco después de modo gradual, los que fueron arraigándose permanentemente en la capital, la mayoría de ellos oriundos de ella, pero formados en universidades de otros estados.

Este fenómeno estableció el contexto para una práctica de obras actuales, permanente en el Aguascalientes del siglo XX. La profesionalización en el sector fue determinante para adaptar al sitio las técnicas y los materiales de concepción moderna y a una nueva realidad urbana más dinámica donde la comunicación se tornó crucial para el funcionamiento de la localidad. Las infraestructuras y las fincas experimentaron un notable rejuvenecimiento y la imagen de la metrópoli cambió para siempre, siendo inminente la progresiva construcción en altura de otros objetos ya no subsidiarios como las torres de iglesias o las chimeneas de los complejos industriales.

LOS EDIFICIOS EN ALTURA EN AGUASCALIENTES, LA TORRE DE TELMEX

Estos complejos verticales, fueron una novedad técnica para Aguascalientes, su aparición obedeció en principio a su capacidad de representación jerárquica, para ser parte de la infraestructura fabril a fines del siglo XIX y a mediados del siglo XX e iniciar la exploración constructiva para satisfacer modalidades de mercado nuevas. Importante para conocer el salto técnico de la erección de bloques en altura de la población aguascalentense, la torre Telmex, surgida de los requerimientos técnicos de una empresa nacional



Figura 4
Torre Telmex en el contexto (Archivo de J. Jesús López García)

en expansión y cuya trascendencia en la arquitectura local, fue primero en la imagen urbana que transformó su concepción de asentamiento tradicional para ver esa condición irrupida por las infraestructuras modernas de una manera contundente. De manera casi contigua al templo de San José, cuya obra original del siglo XVII, presenta una torre campanario de estilo neogótico, como único rival cercano en altura al conjunto de telecomunicaciones.

En lo constructivo, las enseñanzas posibles se mantuvieron herméticas por conservarse aisladas de la vista y la experiencia públicas al ser su operación la correspondiente a un funcionamiento delicado y estratégico. El año de 1971, el 14 de abril inició la construcción de la torre y culminó el 21 de octubre de ese mismo año, la torre de la compañía paraestatal Teléfonos de México, según consta en la Manifestación del Predio, contenida en el Volumen «quinientos sesenta y cuatro la escritura (44,959) cuarenta y cuatro mil novecientos cincuenta y nueve en la ciudad de México», a los treinta días del mes



Figura 5
Acceso al conjunto de la Compañía Teléfonos y la Torre Telmex (Archivo de J. Jesús López García)

de agosto de mil novecientos sesenta, lo que con la erección de la torre Telmex marcaría un parteaguas en el modo de concebir la arquitectura a través de sistemas con estructura de acero en lo vertical, pues a pesar de que existían algunas armazones de telecomunicaciones con este material, sin embargo, eran solamente unos esqueletos ligeros y de una altura menor. La torre Telmex dio inicio del levantamiento de obras arquitectónicas que superan los 60 metros de altura, y en su caso, con plantas habitables, más allá de una utilización complementaria a otras funciones como es el caso de los campanarios y las chimeneas fabriles.

La torre fue diseñada y construida con base en un proyecto prototípico en un lapso en donde alzaron varias más en diversos sitios del país donde la población demandaba por su volumen un servicio telefónico óptimo, baste citar el caso el edificio Telmex en la ciudad de Morelia, Michoacán, similar a la hidrocalída, sino en altura, sí en su tipología. Con una estruc-



Figura 6
Estructura de acero, losas de concreto armado y muros de block de concreto (Archivo de J. Jesús López García)

tura de acero de acuerdo con perfiles rectangulares huecos perfiles IPR, con losas macizas de concreto armado y muros de block de concreto y con aplanchados simples.

La carpintería en puertas y ventanas es de madera y los pisos son de cemento con loseta vinílica; en cuanto a la herrería las puertas y las ventanas son metálicas. La torre de 20.60 m x 20.52 m por cada lado, casi un cuadrado en planta, se desplantó como un anexo nuevo a las instalaciones ya existentes, en el centro de la ciudad de Aguascalientes en una superficie de terreno de 1034.48 m², de los cuales el área cubierta es de 1065 m², ocupando la azotea 863.68 m²,

El paralelepípedo se desplanta en el interior de la manzana, por lo que su vista desde la calle inmediata es muy escasa. Se aprecia mejor a la distancia, siendo ahora uno de los hitos urbanos más reconocibles a lo lejos. Se constituye por niveles sencillos, dobles y triples que han ido despejándose debido a la tecnología disponible en materia de equipos especializados de telefonía.

La torre como algunos otros edificios seminales en el uso de técnicas y materiales constructivos inéditos para la zona, corresponde a proyectos gestados de manera foránea, por lo que su contextualización obedece más a una política nacional que a una comprensión del sitio y sus características particulares, tanto como el Sindicato de Trabajadores del Ferrocarril realizado con estructura de concreto armado. (Martínez 2020, 4-5).

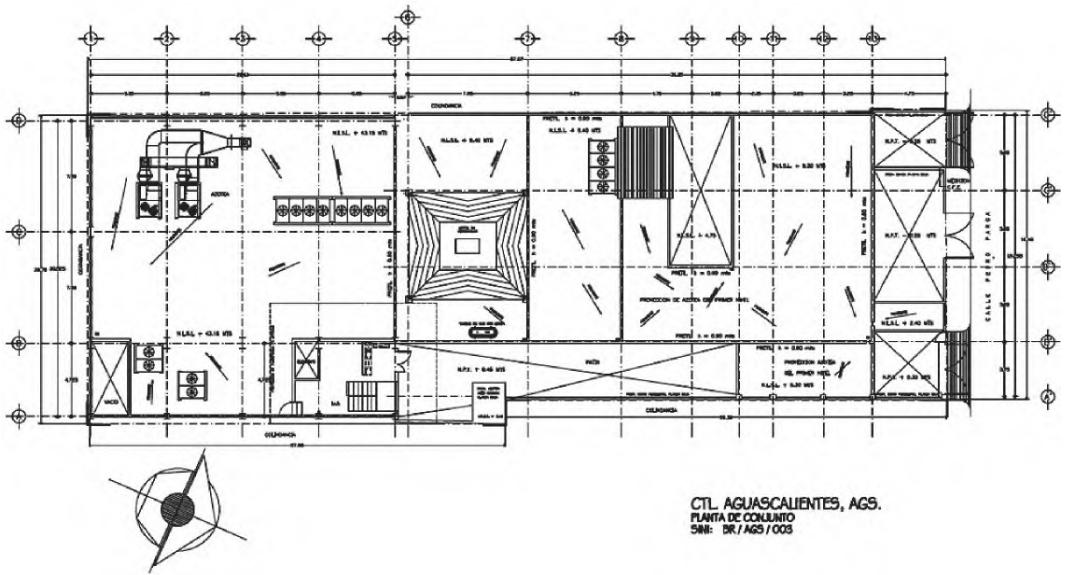


Figura 7
Planta arquitectónica del conjunto (Archivo de Telmex)

Lo anterior le hace una señal histórica de mayor peso que el que posee como un hito urbano, pues su construcción obedece a pautas de nivel nacional. Aun así, la fábrica con acero después de ella, tuvo que esperar más de treinta años en acercarse acompañar por otros edificios en altura realizados con estructura de acero.

El segundo edificio vertical realizado en la ciudad fue el Condominio Aguascalientes, por el Arq. Jaime Enrique López Cuéllar en 1979, ocho años después, con una altura similar, fue llevado a cabo con estructura de concreto armado.

También se edificaron la torre de apartamentos Bella Vista de la década de los ochenta del Arq. Agliberto



Figura 8
Equipos especializados de la compañía Telmex (Archivo de J. Jesús López García)



Figura 9
Torre del Condominio Aguascalientes (Archivo de J. Jesús López García)



Figura 10
Torre Bella Vista (Archivo de J. Jesús López García)



Figura 11
Torre El Dorado (Archivo de J. Jesús López García)

Llamas Jiménez, y la torre del Centro Comercial El Dorado de los arquitectos Jesús Martín Andrade Muñoz y Rafael González Marmolejo, que compondrían la triada que secundaría a la Torre Telmex en cuanto a edificios en altura.

Lo anterior estableció un paradigma que apenas en el siglo XXI comenzó a desvanecerse, la primicia del concreto armado por sobre el acero como técnica estructural. La preparación de los arquitectos e ingenieros locales se decantó más por el primero, fuese por disposición de material o por ser ésta zona de Aguascalientes una en que el riesgo sísmico es bajo. La torre Telmex fue realizada bajo los estándares constructivos de la normatividad de la Ciudad de México cuando en «...la madrugada del 28 de julio de 1957, un sismo de magnitud 7.7 sacudió las costas de Guerrero, la onda sísmica se extendió hasta llegar a la Ciudad de México en donde se presentaron grandes pérdidas tanto materiales como humanas» (AGN 2023, 1), por ello, por la misma operación de la compañía telefónica, y por su concepción y construcción a manos de empresas, profesionales y técnicos foráneos, la práctica de su proyecto y edificación permanecieron de alguna manera aislados a la experiencia aguascalentense para realizar más torres de este tipo.

Hasta hace veinte años, la economía, la sencillez técnica y la ligereza de la estructura de acero fue retomada por la construcción regional de una manera activa, sin embargo la torre Telmex, por su posición en la ciudad, y por su estatus de primicia constructiva, sigue siendo un referente en la

arquitectura y en las construcciones de la capital hidrocálida.

EL INICIO DE UN NUEVO PARADIGMA CONSTRUCTIVO EN LA LOCALIDAD

La horizontalidad en la masa construida de la ciudad de Aguascalientes, se debe en primer lugar a una topografía de sutil pendiente, enmarcada en medio de un valle con pocas estribaciones elevadas al oeste y al este, con un territorio muy delimitado entre sí, generando esto, una extensión de tierra propicia para la expansión del asentamiento. Lo anterior se potenció enormemente por la relativa baja especulación en los precios del suelo concentrados en los primeros años de la expansión de la ciudad a fines del siglo XIX y principios del XX, en una porción pequeña entorno a los centros laborales de la industrialización primigenia. Posteriormente, el auge económico y la tranquilidad social en el estado y en la urbe metropolitana propiciaron el establecimiento de desarrollos inmobiliarios en la periferia de lo que ahora es el centro ciudadano. De esta manera, se generó una dinámica de crecimiento más relacionada con la expansión horizontal, debido a la abundancia de suelo plano sin muchas barreras naturales o artificiales que contuviesen ese desarrollo.

Al paso de las décadas y al evidente costo de operación municipal, gradualmente se han creado las condiciones del crecimiento vertical de la ciudad, lo que coincide con un momento en la historia del urba-

nismo local en la distinción de los límites geográficos que durante el siglo xx, se percibían tan lejos: al poniente la barrera del río San Pedro; al oriente, colinas de propiedad ejidal y un cinturón de desarrollos de interés social de alta densidad; hacia el sur, una frontera por condiciones de preservación natural y tierras fértiles, y al norte la cercana conurbación con el municipio de Jesús María.

Todos esos factores han ido fortaleciendo un mercado inmobiliario vertical, más allá de las consideraciones tradicionales de resistencia a habitar desarrollos en altura. Durante los últimos veinte años se han ido realizando edificios que superan los cinco niveles en una proporción de 3 a 1 respecto a los últimos treinta años del siglo xx. Esa situación ha puesto en estado de reconsideración la erección de esos edificios con estructura de concreto armado, tornándose más propicia la construcción con el acero, como fue el caso primero de la torre Telmex hace poco más de cincuenta años. Con el incremento vertical, alentado en zonas específicas por el marco legal de la planeación municipal, se ha incentivado el diseño de esos inmuebles con estructuras de acero, toda vez que el conjunto de especialistas en proyecto arquitectónico y en proyecto estructural, se ha diversificado lo suficiente como para desarrollar nuevos modelos de construcción que para la zona eran hasta hace no mucho tiempo, poco implementados. Indudablemente, la torre Telmex se entronizó como un paradigma, tanto por su

altura dentro del paisaje urbano de la ciudad aguascalentense, su contexto inmediato, así como por sus materiales y procedimientos constructivos, particularmente en la estructura de acero utilizada.

Epílogo

Estructura de acero y crecimiento vertical, son dos factores que han ido emparejándose en los últimos veinte años de construcción en altura en Aguascalientes. Lo anterior ha sido una especie de salida de un aletargamiento edilicio en que el desarrollo horizontal, cómodo a una situación de mercado a la que no se exigió durante la segunda mitad del siglo xx, ninguna adaptación a condición alguna de delimitación territorial, estableció pautas muy claras para el desarrollo urbano de la ciudad hasta el inicio del siglo xx.

Con la inminencia de límites territoriales y el empuje de un mercado inmobiliario aún muy fuerte. La especulación sobre los precios del suelo, ha ido empujando a los desarrolladores a crear nuevos modelos de productos más allá de las tradicionales obras. Esto ha establecido una nueva variante de género arquitectónico para la tipología de la torre que inició en Aguascalientes como en tantas ciudades, siendo religioso, los campanarios de las iglesias, para luego relacionarse con los servicios de infraestructura, primero fabriles como las chimeneas y chacuacos, luego las telecomunicaciones, tal el caso de la torre Telmex, y posteriormente oficinas, y luego abordar el tema de la vivienda.

Entre toda esa amalgama de variedades de género en la misma tipología, las variaciones constructivas pasaron de la piedra a la albañilería de ladrillo y de ahí al acero y al concreto armado. La torre de Teléfonos de México se constituye en medio de toda esa situación como un objeto paradigmático en varias vías. Es un edificio prototípico implementado en Aguascalientes como en varias capitales del país. Su constitución fue diseñada bajo altos estándares de la época derivados de una circunstancia particular como lo es la condición sísmica del valle de México, lo que estableció una especialización en su proyecto y obra por parte de agentes externos a Aguascalientes, que tardó en ser atendida de igual manera por especialistas locales, varias décadas;

Su altura superó en mucho a la de los edificios altos de la localidad y abordó un género hasta ese



Figura 12

Armaduras y columnas de acero, muros de block e instalaciones aparentes (Archivo de J. Jesús López García)

momento no desarrollado de este modo, para finalmente, la torre Telmex ser una especie de culminación a través de la consolidación de los procesos de la modernidad arquitectónica y de la construcción hidrocálidas iniciados desde fines del siglo XIX por la edificación que acompañó a las fábricas de Aguascalientes, pero al mismo tiempo, fue pionera en la construcción con acero de torres que décadas más tarde se avocaron a la atención de otros géneros más allá de los de las infraestructuras: edificios de oficinas, comerciales y de vivienda.

Lo que inició hace poco más de tres siglos como la construcción de obras de fuertes representaciones jerárquicas y religiosas que se constituyeron como hitos urbanos, ha venido desarrollándose en el último siglo como un ejercicio arquitectónico y también edificatorio que atiende a varias necesidades y mercados, escapando al terreno de la representación e involucrándose en un pragmatismo mercadológico y técnico, que después de la torre Telmex en los últimos cincuenta años, va constituyendo paulatinamente un nuevo paisaje urbano para la ciudad de Aguascalientes, México.

LISTA DE REFERENCIAS

- Barba, M. 2022. *Los talleres del ferrocarril en Aguascalientes. Historia, Arquitectura y Memoria Obrera*. Universidad Autónoma de Aguascalientes/Instituto Cultural de Aguascalientes.
- Don Carlos López Aparicio: visión amena y documentada de la historia reciente de Aguascalientes, Desdelared: Periódico de Aguascalientes con noticias diarias por Internet. Desde Aguascalientes S. A. de C. V., <http://www.desdelared.com.mx>, 11 de octubre de 2021, 16 de octubre de 2023.
- El sismo de 1957 que dejó al descubierto diversos problemas de construcción en el centro de la capital, Archivo General de la Nación, <http://www.gob.mx>, 31 de julio de 2023, 16 de octubre de 2023.
- Ernesto Martínez Quezada, «Edificio del Sindicato Ferrocarrilero a sus casi 100 años de existencia», Esto no es una máquina núm. 1 (2020): 4-5.
- Gómez, J. 1982. *Aguascalientes: Imperio de los Guggenheim. Estudio sobre la minería y metalurgia en Aguascalientes 1890-1930. El caso Guggenheim-ASARCO*. Fondo de Cultura Económica.
- González, A. R. 1881. *Historia del Estado de Aguascalientes*. Librería, Tipografía y Litografía de V. Villada.

Tipos de bóvedas de ladrillo por hojas en la cuenca mediterránea

Ana López Mozo

José Calvo López

Miguel Ángel Alonso Rodríguez

Licinia Aliberti

Ana González Uriel

En las bóvedas por hojas los ladrillos se disponen con las tablas verticales o ligeramente inclinadas, en hiladas que muestran al interior arcos delgados formados por testas o cantos, y no requieren cimbra. Los ejemplos más antiguos, de adobe, se localizan en Mesopotamia y Egipto hacia el s. XIII a.C. Empleando ladrillo cocido, el imperio bizantino hizo un uso extraordinario del sistema, que se expandió por toda la cuenca mediterránea.

En el marco de un proyecto de investigación sobre usos históricos y posibilidades actuales de la técnica de bóvedas de ladrillo por hojas, este trabajo ofrece el análisis de la configuración real de casos históricos de la cuenca mediterránea.¹ El objetivo es identificar focos relevantes y, en el contexto de su localización y cronología, distinguir tipos de bóvedas según la forma y el aparejo y establecer similitudes y diferencias que permitan seguir su difusión.

Hasta ahora, estas bóvedas no han sido estudiadas a partir de capturas de datos tridimensionales, tarea que está siendo abordada por miembros del equipo del proyecto mencionado utilizando escáner láser y fotogrametría automatizada. A partir de ellas, se identifica la forma general de las bóvedas en función de sus secciones y curvas de nivel, y la configuración del aparejo mediante el estudio de las hiladas.

Este trabajo pretende ofrecer una visión global de los tipos de bóvedas de ladrillo por hojas en la

cuenca mediterránea comenzando en Bizancio, que es la primera zona donde, especialmente a partir del siglo VI, se produce una explosión de ejemplos que siguen además un sistema consistente. Entre los casos conservados abundan las construcciones domésticas, difíciles de localizar, por lo que no se contempla la realización de una catalogación exhaustiva, aunque sí la identificación de una muestra suficiente para entender los sistemas. El estudio de casos históricos de bóvedas de ladrillo por hojas realizado hasta ahora revela que existen una serie de focos que concentran un número elevado de bóvedas que además comparten un sistema común, y tipos especialmente predominantes en cada uno. Estos sistemas son los que se pretenden estudiar aquí, y por eso se descartan otros casos aislados que, aun siendo muy interesantes, no se encuadran en uno de estos focos. Tras el primer foco mediterráneo relevante, situado en Bizancio entre los siglos IV y VI, encontramos uno en España en la zona de Toledo entre los siglos XII y XVI, otro en el suroeste de la península Ibérica entre los siglos XV y XVIII y finalmente uno en el norte de Italia en el siglo XIX (figs. 1 y 2). En los datos para el análisis se incluyen sólo las bóvedas que han sido medidas, es decir, aquéllas en las que se ha analizado forma y aparejo a partir de una réplica digital tridimensional precisa, que comprenden un total de 191 bóvedas.² No se han incluido bóvedas de escaleras ni piezas pequeñas como troneras.

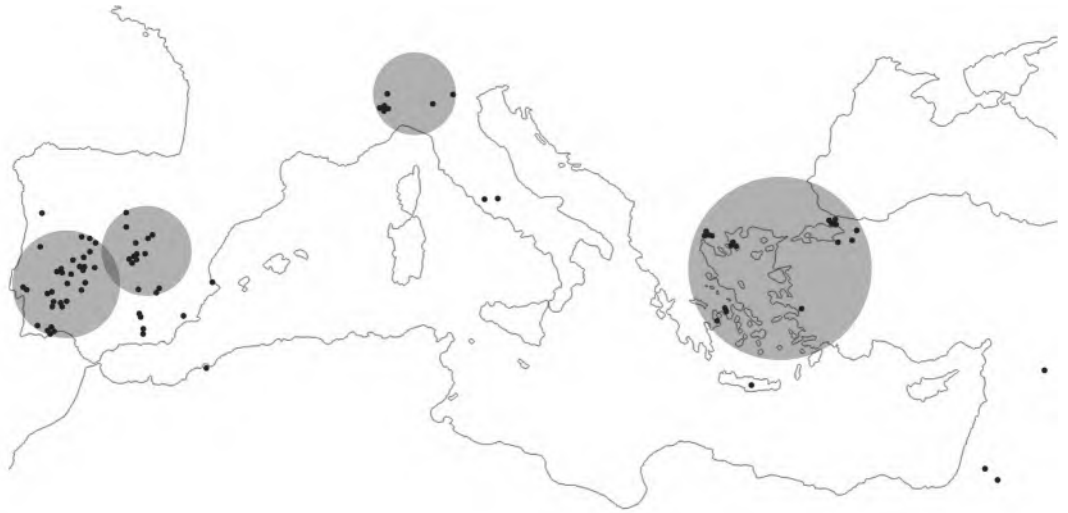


Figura 1
Mapa general de casos en la cuenca mediterránea con identificación de focos relevantes (dibujo de los autores)

Para entender las características de un conjunto tan grande de casos sin entrar en las particularidades de cada bóveda, se han elegido una serie de parámetros que permiten distinguir aspectos fundamentales de su forma y su aparejo: se ha catalogado en una tabla el tipo de planta, la forma general, la relación entre desarrollo en altura y luz, y el tipo de hiladas que configuran los aparejos según su proyección en planta (fig. 3). Se han identificado plantas cuadradas, rectangulares, trapezoidales, triangulares y semicirculares. El tipo de planta indica la capacidad de adaptación de cada tipo a configuraciones complejas: la abundancia de plantas trapezoidales, por ejemplo, indica que el sistema en cuestión es muy versátil porque es capaz no solo de cubrir plantas regulares cuadradas, sino también rectangulares, y, además, puede resolver cualquier planta cuadrangular. Una bóveda de cañón no resuelve bien una planta cuadrangular y una de arista cilíndrica requiere ajustes incluso para una rectangular.

En cuanto a la forma general, se han intentado catalogar los tipos encontrados, cuestión harto difícil, porque estas construcciones no suelen dar como resultado una forma geométrica muy precisa por su construcción sin cimbra de apoyo, y además son el resultado de una forma eficaz de construir más que

de una concepción geométrica previa. Aun así, se ha visto que la forma general tiene particularidades en cada foco, por lo que se ha considerado relevante catalogar este aspecto. Se han identificado bóvedas de cañón, de arista bizantina, de arista cilíndrica, redondeadas (aunque no exactamente esféricas) y esquivadas.

También se ha calculado la relación flecha/luz, que cuando es reducida permite cubrir espacios con poco desarrollo en altura y por tanto conecta con las posibilidades de incorporar esta técnica a determinados aspectos de la práctica actual de la edificación. Una menor altura suele además comportar ahorro de material. Para el cálculo se ha computado la relación entre la flecha o desarrollo en altura de la bóveda y la luz mayor, aunque en bóvedas de cañón se ha considerado solamente la luz transversal.

Finalmente, el tipo de proyección en planta de las hiladas aparentes delimita dos grandes grupos de aparejos en las bóvedas por hojas: si son rectas, esas hiladas aparentes se desarrollan en planos verticales, y la hoja completa puede encajar con un plano vertical o con un cono de eje horizontal. Por otro lado, si la proyección en planta es curva, puede tratarse de hojas planas inclinadas, conos cóncavos o convexos de eje inclinado, y también de hojas alabeadas.

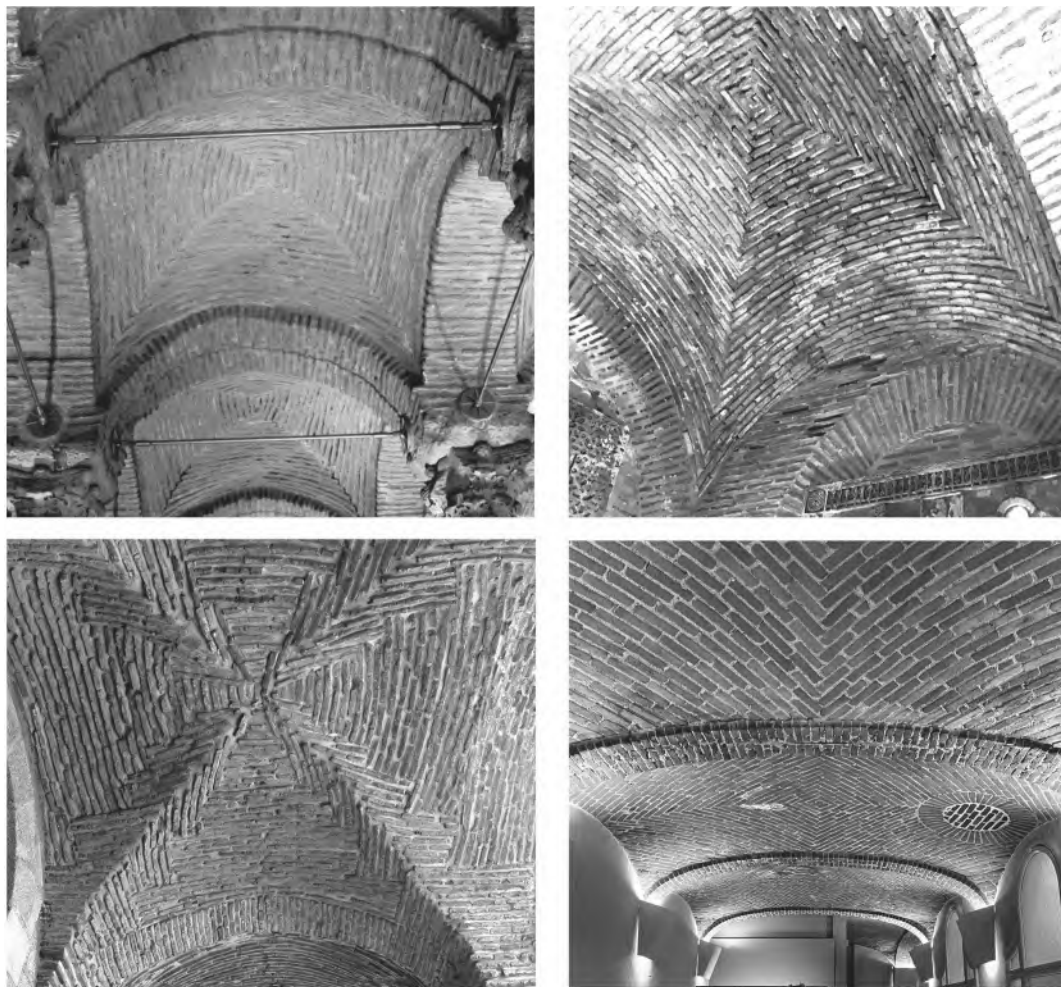


Figura 2

Fotografías de una selección de bóvedas de los cuatro focos mediterráneos identificados. De izquierda a derecha y de arriba a abajo, Cisterna Basilica en Estambul, Palacio de Galiana en Toledo, Ermita de la Paz en Cáceres y Restaurante Al Garmond en Turín (fotografías de los autores)

Se ha preparado documentación gráfica que permita entender la configuración general de forma y aparejo para un conjunto grande de casos. Por un lado, se ofrece una vista en planta de líneas de nivel cada 5 cm que explican gráficamente la forma general de la bóveda en un solo dibujo (fig. 4). La configuración de las líneas de nivel de una bóveda de arista cilíndrica, una de arista bizantina y una bóveda vaída, por ejemplo, hace patente la forma de

cada una: en la primera se trata de líneas rectas paralelas, en la última círculos, y en la bizantina podríamos decir que las líneas de nivel siguen un patrón intermedio entre las anteriores (fig. 5). Por otro lado, se ofrecen ortofotos de las plantas, para permitir la identificación de la organización del aparejo (fig. 6). En el caso de bóvedas muy similares en el mismo edificio, se ha incluido sólo una en la documentación gráfica.

foco	edificio	fecha	nº de bów. med.	planta					forma general					flecha/luz	hiladas aparentes [proy en planta]		
				cuadrada	rectang.	trapez.	triang.	semicirc.	cañón	arista	arista cil.	redond.	esquif.		rectas	curvas	
	nºedif																
Bizancio	1 Atenas, Monastiraki Station	200	1	1					1							1	
	2 Tesalónica, Arco de Galerio	299	1	1					1						0,50	1	
	3 Tesalónica, Rotonda de Galerio	306	4	4					4						0,50	4	
	5 Estambul, Cisterna Bırbındırek	350	2	2					2						0,24	2	
	6 Tesalónica, San Demetrio, capilla	475	2			1			1			1	1		0,49	1	1
	4 Tesalónica, San Demetrio, cripta	475	10	10					7	3					0,50	10	
	7 Estambul, Cisterna Basilica	532	12	4	2	6				12					0,40	12	
	8 Estambul, Santa Irene	548	7	7						1			6		0,52	7	
	9 Estambul, Santa Sofia nártex	537	9	9						9					0,56	9	
	10 Tesalónica, San Pantaleón	1300	2	2									2		0,56	2	
	total Bizancio		50	4	38	7	0	1	13	27	0	9	1	0,47	47	3	
Toledo	11 Toledo, Puerta del Vado	1100	8		3	5						8		0,44	8		
	12 Toledo, Mezquita Tormentas	1180	8		7	1						8		0,56	8		
	13 Toledo, Mezquita del Cristo Luz	1186	1		1							1		0,48	1		
	14 Toledo, Puerta Antigua de Bisagra	1200	1			1						1		0,56	1		
	15 Toledo, Casa de Bazanas	1350	1			1						1		0,33	1		
	16 Toledo, Casa del Greco	1350	2			2						2		0,50	2		
	17 Toledo, Palacio de Galiana	1350	3		3							3		0,50	3		
	18 Toledo, Puerta del Sol	1380	2		2							2		0,60	2		
	19 Toledo, Puerta Nueva de Bisagra	1575	1			1						1		0,65	1		
	20 Toledo, Ayuntamiento	1575	9		9							9		0,55	9		
	21 Toledo, Puerta de Valmardón	1	1		1	1						1		0,35	1		
	22 Ocaña, Fuente Grande de Ocaña	1576	22	3	19							22		0,47	22		
	total Toledo		59	3	45	12	0	0	0	0	0	49	10	0,50	59	0	
O. B. & C.	23 Cáceres, Torre de Bujaco	1450	9	9						9				0,37	9		
	24 Cáceres, Palacio de Torreorgaz	1450	1			1				1				0,23	1		
	25 Cáceres, Casa de los Becerra	1475	3			3				3				0,30	3		
	26 Cáceres, Casa de las Veletas	1490	3	2	1					3				0,51	3		
	27 Cáceres, Casa del Mono	1490	3			3				3				0,19	3		
	28 Cáceres, Pal. Hernando de Ovando	1550	3		1	2				3				0,36	3		
	29 Cáceres, Palacio de Oquendo	1590	3		2	1				3				0,33	3		
	30 Cáceres, Palacio de Camarena	1650	12		2	10				12				0,49	12		
	31 Cáceres, Ermita de la Paz	1736	3		2	1				3				0,36	3		
	32 Cáceres, Arco de Santa Ana	1746	2			1	1			2				0,37	2		
	33 Cáceres, Arco de Mayorazgo	1790	1			1						1		0,50	1		
	34 Castelo de Vide, rest. D Pedro	1650	1		1					1				0,23	1		
	35 Castelo de Vide, castillo	1	1		1					1				0,50	1		
	36 Lisboa, restaurante L. Sto. Antonio	2	2		2					2				0,26	2		
	37 Lisboa, vinoteca Rua da Madalena	2	2		2					2				0,30	2		
38 Lisboa, Casa do Alentejo	1690	1		1				1					0,26	1			
39 Lisboa, restaurante Belcanto	1958	3		3					3				0,38	3			
40 Moura, Hotel de Moura	1650	3		3					3				0,26	3			
41 Moura, R. C. Augusto de Castro 11	3			3					3				0,23	3			
42 Moura, Farmacia Rodrigues	2			2					2				0,22	2			
43 Moura, restaurante Andre's	1		1					1					0,25	1			
44 Beja, restaurante Os Infantes	1			1				1					0,24	1			
45 Evora, balneario In Agua Veritas	1790	6		6					6				0,26	6			
	total 50 p. Ibérica		69	11	22	35	1	0	4	56	2	1	0	0,32	0	69	
N de Italia	46 Turín, Restaurante Osterie Torino	1876	1		1							1		0,10	1		
	47 Turín, Restaurante Tatabul	1886	4			4						4		0,10	4		
	48 Turín, Mole Antonelliana	1863	2	1	1							2		0,30	1	2	
	49 Turín, Enoteca Papà Noè	1873	1		1							1		0,08			
	50 Turín, Perflumeria Vanità	1870	1			1						1		0,09			
	51 Turín, Restaurante Al Garamond	1870	4		4							4		0,17	4		
	total N de Italia		13	1	7	5	0	0	0	0	0	10	3	0,14	6	7	
TOTAL			191	19	112	59	1	1	17	89	2	69	14		111	79	

Figura 3
Tabla de datos sobre las bóvedas medidas

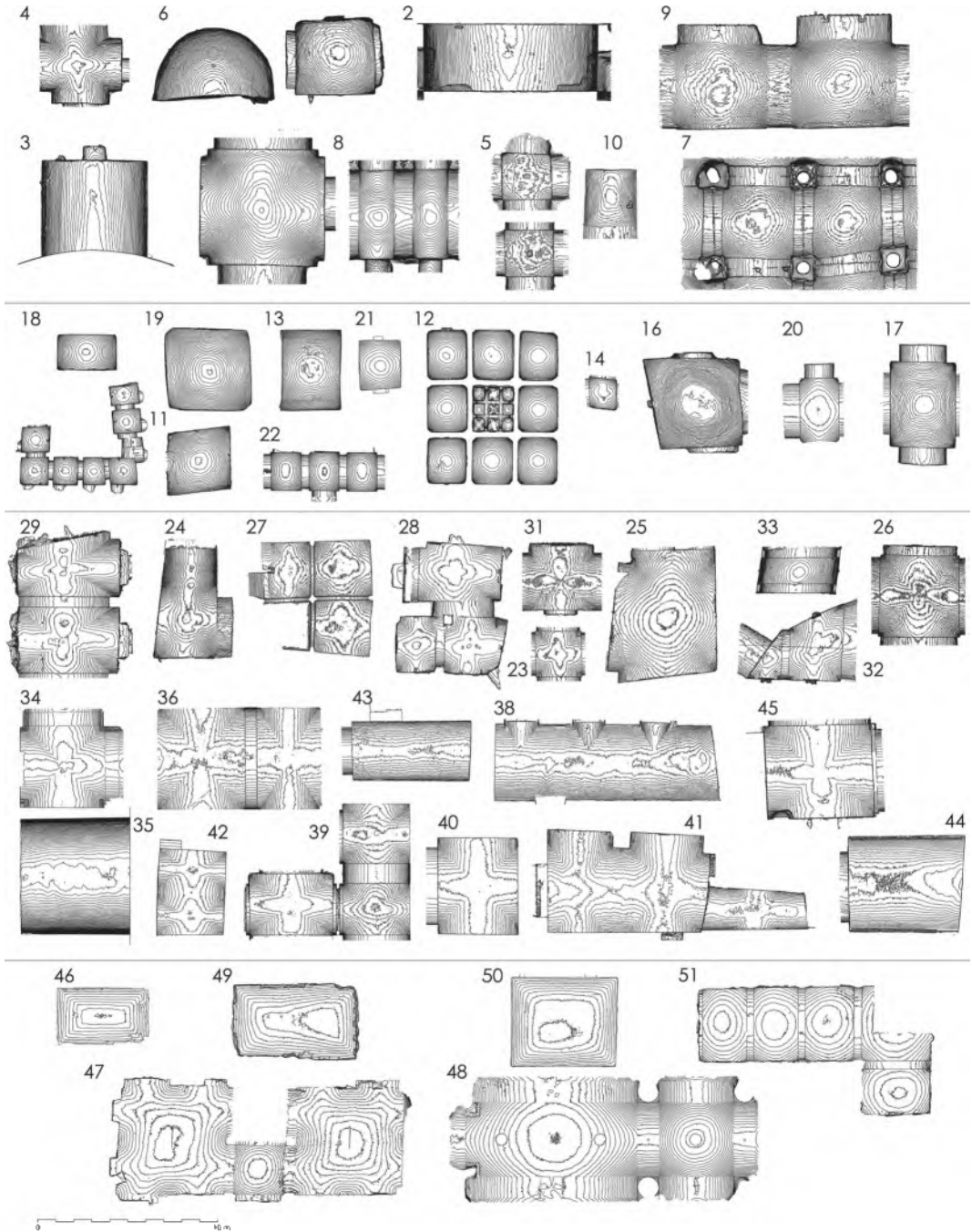


Figura 4

Líneas de nivel cada 5 cm. De arriba a abajo, Bizancio, Toledo, SO de la península Ibérica y Norte de Italia. La numeración se refiere a la indicada en la tabla de la fig. 3 (dibujo de los autores)

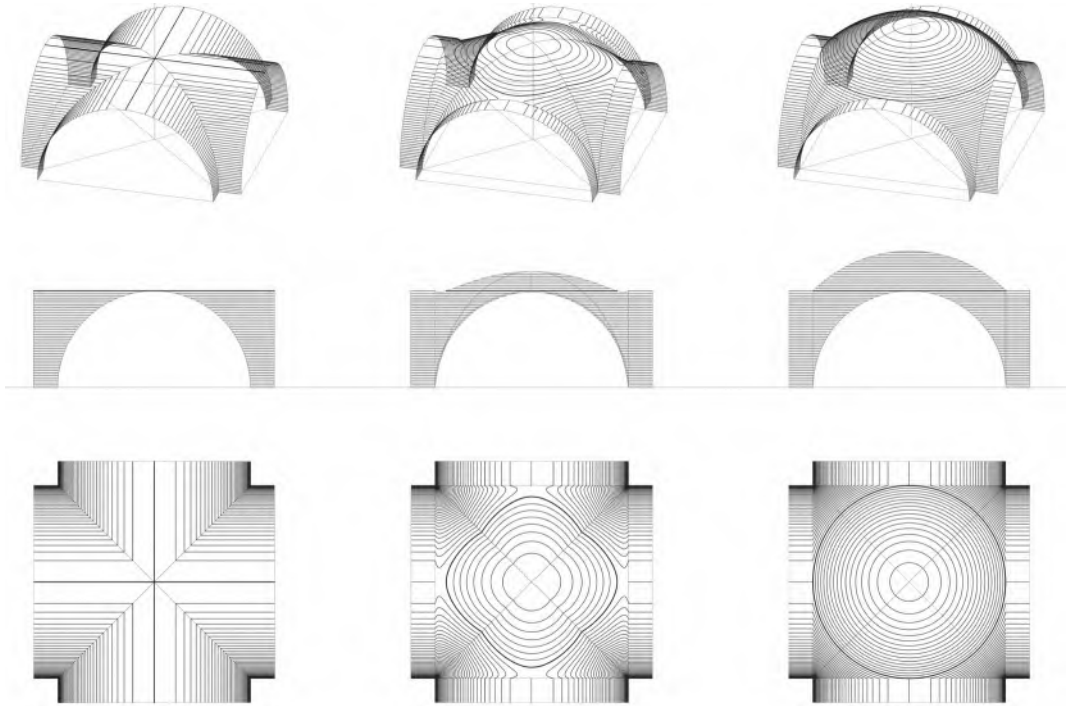


Figura 5
Líneas de nivel de una bóveda de arista cilíndrica, una de arista bizantina y una bóveda vaída (a partir de López-Mozo et al 2023, en prensa)

EL FOCO BIZANTINO

En Bizancio se ha identificado un foco relevante desde el siglo IV, que alcanzaría su cumbre hacia el siglo VI. Allí encontramos bóvedas por hojas que cubren plantas muy irregulares sin problema y siguen un sistema de hiladas aparentes frecuentemente verticales. En cuanto a su forma general, y descartando bóvedas pequeñas como troneras, nichos, o muy particulares como escaleras, se trata de bóvedas de cañón y fundamentalmente bóvedas de arista bizantinas, una concepción particular a medio camino entre la bóveda de arista cilíndrica y la bóveda vaída (López Mozo et al 2023 en prensa). Choisy sintetiza lo que denomina “trazado bizantino” en una bóveda de planta cuadrada, arcos perimetrales de medio punto, altura de la clave respecto a las de los arcos perimetrales de $1/10$ de la luz, y sección diagonal escarzana (fig. 7).

En las 50 bóvedas construidas del foco bizantino que se han estudiado, la planta es mayoritariamente rectangular, pues se reconoce en el 76% de los casos; el 14% presentan planta trapezoidal y el 8% planta cuadrada. La forma más común es la que se ajusta a la bóveda de *arista bizantina* mencionada, con un 54% de los casos; un 26% encaja con la forma de bóveda de cañón, y un 18% tiene forma redondeada (figs. 3 y 4). Su desarrollo en altura con relación al lado más largo de la planta ronda valores en torno a 0,5, que correspondería a un cañón de medio punto. Las hiladas aparentes se proyectan en planta mayoritariamente según rectas, en un 94% de los casos. El aparejo correspondería entonces a una configuración de hojas verticales o conos de eje horizontal (fig. 6).

Aunque en algunos de los edificios bizantinos estudiados hay bóvedas que a primera vista parecen iguales, el estudio del modelo digital tridimensional permite sin embargo apreciar diferencias. Las nueve

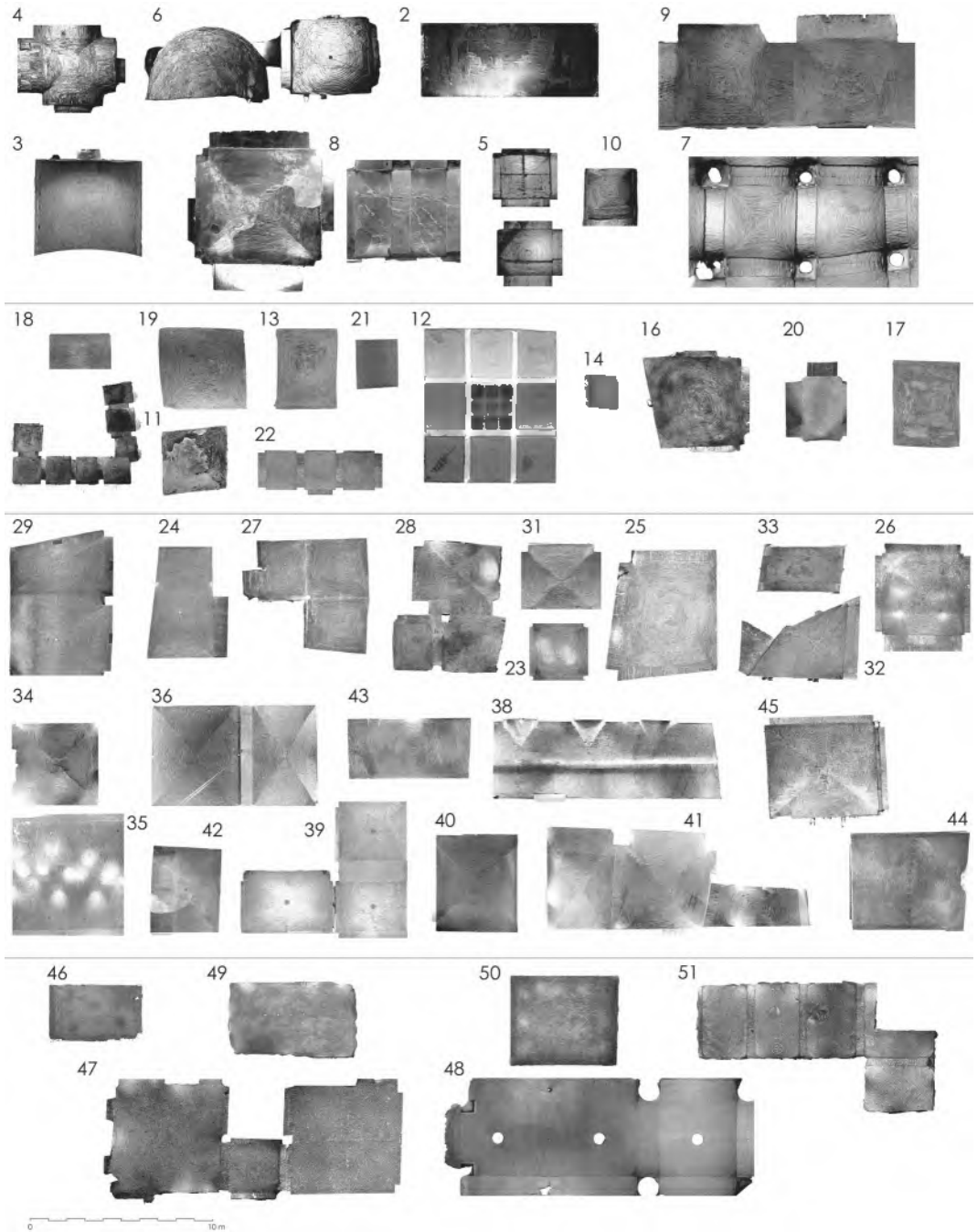


Figura 6
 Ortofotos de las plantas. De arriba abajo, Bizancio, Toledo, SO de la península Ibérica y Norte de Italia. La numeración se refiere a la indicada en la tabla de la fig. 3 (dibujo de los autores)

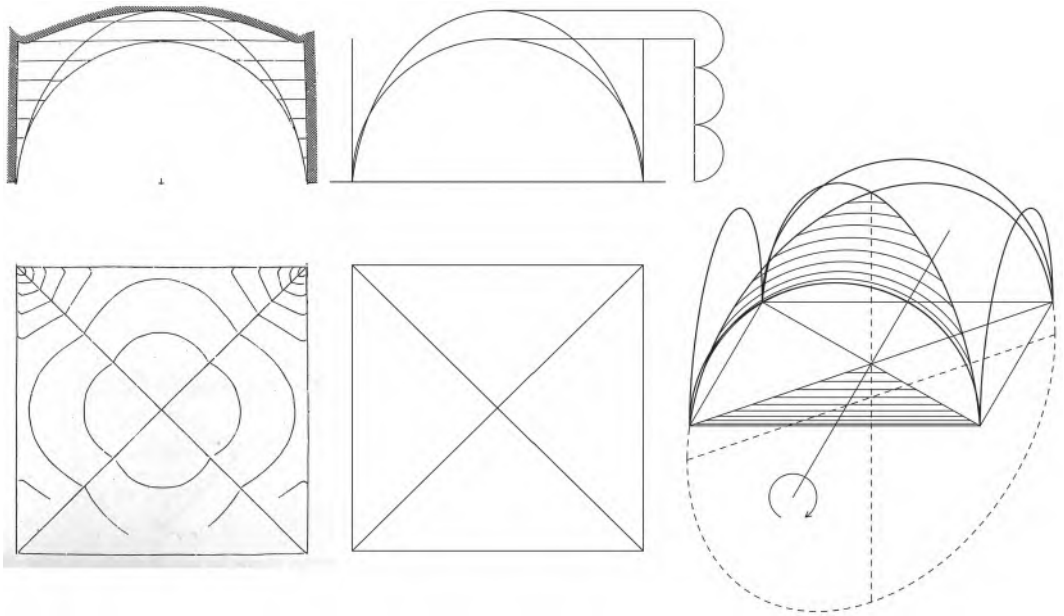


Figura 7

Izquierda, trazado de la bóveda de arista bizantina según Choisy (1883, p. 54). Derecha, configuración geométrica en planta, alzado y axonometría de los arcos que lo componen (dibujo de los autores)

bóvedas de arista del nártex exterior de Santa Sofía en Estambul, por ejemplo, tienen plantas de dimensiones diferentes, y algunas de la Cisterna Basílica son claramente trapezoidales, como se puede apreciar en la configuración de las líneas de nivel (fig. 4, casos 9 y 7). La sección del nártex de Santa Sofía presenta también formas diferentes de las bóvedas en la sección longitudinal (fig. 8). Sin embargo, todas estas cuestiones no son apreciables en la observación a simple vista. Aparte de las vicisitudes de la vida de cada edificio, todo esto es también, como ya hemos mencionado, el resultado de una forma de hacer rápida y eficaz, probablemente con escaso control de la forma en el proceso de la construcción, que no pretende reproducir una forma geométrica perfecta.

EL FOCO DE TOLEDO

El siguiente foco importante podríamos considerar que surge en España en la zona de Toledo entre los siglos XII y XVI, con dos tipos especialmente significativos. Por un lado, encontramos bóvedas aparente-

mente vaídas, de planta rectangular, aunque sin ajustarse fielmente a una superficie esférica, con aparejos de hiladas aparentes verticales, que se proyectan según rectas en planta (López Mozo et al. 2021). Este tipo de bóvedas se extiende más al norte, con casos en las murallas de Alcalá de Henares o en el Alcázar de Guadalajara, y hacia el sureste, con casos en las cabeceras de las naves laterales de la iglesia del castillo-convento de Calatrava la Nueva (Gil Crespo et al. 2024, en prensa). Por otro, en el ámbito del barrio judío de la ciudad, encontramos en los baños subterráneos bóvedas ochavadas sobre planta cuadrangular, con hiladas aparentes también en planos verticales (Ruyra González 2022).³ Este mismo esquema ochavado, pero sobre planta octogonal, lo encontramos en el Castillo de Santa Catalina en Jaén a mediados del siglo XVI, y una idea similar en las bodegas subterráneas del Cortijo de San Isidro, con dos casos de bóvedas sobre planta rectangular, construidos a finales del siglo XVIII.

Las 59 bóvedas medidas en Toledo son mayoritariamente de planta rectangular (76%) o trapezoidal (20%). La presencia de bóvedas aproximadamente



Figura 8
Sección de las bóvedas del nártex de Santa Sofía en Estambul (dibujo de los autores)

vaídas o redondeadas en los casos identificados por el momento es mayoritaria (83%), aunque ninguna se ajusta perfectamente a una esfera, quizá para adaptarse a condiciones de planta, arcos perimetrales y secciones transversales muy diversas. Sin embargo, no se aprecia a simple vista que no se trate de superficies esféricas. En cuanto a la organización del aparejo, todos los casos muestran hiladas aparentes que se proyectan como rectas en planta (fig. 6), y alineación de las caras de los ladrillos con la superficie de la bóveda, sin resaltes, lo que indica una disposición por hojas cónicas. La mayoría de las hiladas aparentes tienen una traza circular, pero sus centros no están alineados sobre un eje horizontal, lo que indica que posiblemente no fueron construidas con cintrel (López-Mozo et al. 2021). En la muestra de esta zona destaca el caso de la Fuente Grande de Ocaña, donde la forma y, especialmente, el aparejo, muestran un orden y una regularidad poco frecuentes en las bóvedas históricas conservadas (Rabasa et al. 2023).

EL FOCO DEL SUROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

En el SO de la península Ibérica encontramos el tercer foco relevante, fundamentalmente activo entre los siglos XV y XVIII, especialmente concentrado en el norte de Extremadura y el Alentejo portugués, con bóvedas de cañón y especialmente de arista, con forma más parecida a las bizantinas que a las bóvedas de arista cilíndricas, y con ejemplos muy rebajados en altura (fig. 3). Maestros extremeños, como Francisco Becerra, habrían llevado la técnica hasta el Nuevo Mundo en el siglo XVI (Fernández Muñoz 2006).

Los casos muestran plantas muy irregulares y un amplio repertorio de arcos de embocadura y secciones transversales, lo que, unido a un sistema fácil de ejecutar y barato, explicaría el éxito del sistema y la gran abundancia de ejemplos. Un 51% de las plantas son trapezoidales, un 32% rectangulares y un 16% cuadradas. La forma general más común es la bóveda de arista, con un 81% de los casos, pero del tipo que

se viene denominando *bóveda de arista extremeña*, que tiene más que ver con las bóvedas bizantinas que con la bóveda de arista canónica resultante de la intersección de dos cañones. Las aristas de las bóvedas analizadas no siempre están en un único plano, lo que indica que no empleaban cimbra en las diagonales. Las líneas de nivel describen bien la forma y señalan las diferencias que se están indicando (fig. 5). Todas las bóvedas estudiadas en esta zona presentan hiladas aparentes que se proyectan en planta según curvas, con aparejos fundamentalmente cónicos (López-Mozo et al. 2023, en prensa). Es decir, una forma que tiene muchas similitudes con las bóvedas de arista bizantinas se resuelve sin embargo con aparejo diferente; mientras en Oriente las hiladas aparentes son verticales en un 94% de los casos estudiados, en el suroeste de la península Ibérica se construye con hiladas aparentes que se proyectan en planta según curvas en todos los casos.

En las bóvedas del Alentejo portugués se advierten particularidades respecto a las extremeñas. Las bóvedas alentejanas son más horizontales; hay menos diferencia de altura entre las claves de los arcos perimetrales y el centro de la bóveda, cuestión apreciable en la configuración de las líneas de nivel, más rectas y paralelas, a medio camino entre una bóveda de arista bizantina o extremeña y una de arista cilíndrica (fig. 5).

EL FOCO DEL NORTE DE ITALIA

El último foco relevante de la cuenca mediterránea podríamos localizarlo en el norte de Italia, quizá en conexión con otros casos centroeuropeos de bóvedas sobre nervios con aparejo de la plementería resuelto por hojas diagonales, recogidos también en fuentes escritas (Wendland 2007). Es importante señalar la especial abundancia de casos que se pueden encontrar en el siglo XIX en Turín; la ciudad está repleta de bóvedas por hojas con aparejo diagonal y en abanico, muy rebajadas, de hiladas aparentes verticales, con

arcos perimetrales o sobre bordes rectos, con tirantes metálicos embebidos en la bóveda. Son frecuentes no solo en planta baja o sótano, sino en plantas altas en edificios de viviendas. Sin embargo, tratados coetáneos publicados en el mismo Turín describen detalladamente su construcción con cimbra, cuestión que se adivina en algunos casos tras la simple contemplación de la forma, que no permite albergar hiladas curvas siguiendo arcos que puedan ir formando la bóveda sin cimbra (Musso y Copperi 1912).

Aparejos diagonales, o al menos generados desde los rincones, aparecen también, puntualmente, en España. En la torre Alfonsina de Lorca, con nervios y sin ellos, sobre planta cuadrada; sobre nervios y con aparejo desde los rincones encontramos bóvedas de ladrillo por hojas en las tres naves del Castillo de Calatrava la Nueva y en la iglesia de San Miguel en Brihuega (Natividad et al. 2021; Gil Crespo et al. 2024, en prensa). También con un aparejo desde los rincones hay bóvedas en la Torre del Monasterio de Sant Jeroni de Cotalba y en uno de los pórticos de la iglesia de La Alberca en Salamanca. En la zona de Segovia hay ejemplos en el Palacio de Riofrío, con tirantes embebidos en los arcos, como en las bóvedas de Turín, y en la Real Fábrica de Cristales de La Granja.

CONCLUSIONES

Aun considerando que la búsqueda e identificación de casos de bóvedas de ladrillo por hojas en la cuenca mediterránea es un trabajo todavía en proceso, en el que se ha de profundizar por ejemplo en zonas como el norte de África, los casos documentados hasta ahora constituyen una muestra relevante que permite obtener conclusiones e identificar la existencia de cuatro focos con sistemas propios. Analizando la muestra en su conjunto, predominan las plantas rectangulares (58%) y trapezoidales (31%) y la forma general de arista que podríamos denominar *bizantino-extremeña* (46%). Recordemos que la bóveda de arista cilíndrica presenta muchos problemas cuando trata de cubrir una planta rectangular, teniendo que resolverse por algún método el acuerdo entre dos cañones de radios diferentes (sobre este problema en bóvedas de cantería, ver Calvo 2020, 385-389). El tipo *bizantino-extremeño* estudiado, sin embargo, resuelve sin problema no sólo cualquier planta rectangular sino cuadrangular, por desigual que sea.

Los casos que presentan una mayor desigualdad en las dimensiones del perímetro de la planta son los casos 32 y 29, ambos en el foco del suroeste de la península Ibérica (fig. 4).

El desarrollo en altura de las bóvedas va disminuyendo progresivamente; desde los valores en torno a 0,50 (flecha/luz) de los focos de Bizancio y Toledo, se llega a un valor medio de 0,32 en el suroeste de la península Ibérica, con datos particulares de 0,22 y 0,23 en varios casos, y se baja hasta un valor medio de 0,14 en Turín, aunque probablemente con cimbra en este último caso, en lo que podríamos calificar como el epílogo de la técnica en la cuenca mediterránea.

El foco del suroeste de la península Ibérica merece una atención especial. Aunque las plantas rectangulares predominan en los otros tres focos, en este son mayoritarias las trapezoidales (51%), que, como decíamos, hablan de la versatilidad del sistema para adaptarse a condiciones de contorno complejas. Si en los datos de desarrollo en altura excluimos las bóvedas de Turín por considerar que allí se construían con cimbra, las bóvedas del suroeste de la península Ibérica habrían conseguido alcanzar los valores más bajos. Habría que estudiar en estos casos la posible influencia no sólo de su forma, sino también del uso de aparejos de las hojas específicos de esta zona, frecuentemente según conos cóncavos, que serían más fuertes desde un punto de vista estructural (Paredes 1883; Rabasa et al. 2020) y aparejos particulares en forma de espiga en la zona de las aristas.

El progreso de la transmisión de esta técnica en la cuenca mediterránea es difícil de precisar. Se han identificado similitudes entre Bizancio y el foco del suroeste de la península Ibérica, fundamentalmente en lo que se refiere a la forma de arista bizantina; el aparejo, sin embargo, muestra diferencias, con hiladas aparentes curvas y aparejos específicos en las aristas en la península Ibérica mientras que en Bizancio se configura con hiladas aparentes verticales. Por otro lado, es sorprendente la falta de similitudes entre el foco de Toledo y el del suroeste peninsular; tan cerca y tan lejos en cuanto a forma y aparejos.

Los aparejos de las bóvedas estudiadas en lo que podríamos calificar como los tres focos relevantes de bóvedas de ladrillo por hojas en la cuenca mediterránea, conforman unas hojas que van formando arcos y permiten la construcción de las bóvedas sin cimbra al ser estable cada hilada. Esta forma de arco de las hojas podría ser un aspecto clave en la configuración y

definición de este tipo de bóvedas, aunque en la estabilidad del proceso de la obra también contribuya la buena adherencia entre el ladrillo y el mortero de cal.

NOTAS

1. Este trabajo es parte del proyecto de investigación “La construcción de bóvedas de ladrillo por hojas. Usos históricos y posibilidades actuales” PID2020-116191GB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/. La base de datos de casos históricos identificados está disponible en vaults.aq.upm.es
2. En el trabajo de levantamiento y análisis han participado, aparte de los firmantes, otros miembros del equipo del proyecto de investigación mencionado: Enrique Rabasa Díaz, Alberto Sanjurjo Álvarez, Rafael Martín Talaverano, Manuel de Miguel Sánchez, Pau Natividad Vivó y Marta Perelló Ocaña.
3. Elena Ruyra Fernández puso a disposición de los autores los datos tridimensionales de las bóvedas del barrio judío de Toledo que había estudiado en su trabajo.

LISTA DE REFERENCIAS

- Calvo-López, J. 2020. *Stereotomy. Geometry and Stone Construction in Western Europe c. 1200 - c. 1900*. Cham: Birkhauser-Springer Nature.
- Choisy, A., 1883. *L'Art de bâtir chez les Byzantins*. Paris: Librairie de la Société Anonyme de Publications Périodiques.
- Fernández Muñoz, Y. 2006. Francisco Becerra. Su obra en Extremadura y América. Tesis doctoral, Universidad de Extremadura.
- Gil Crespo, I., J. Calvo López y P. Natividad Vivó. 2024. Brick vaults without centering in the church of Calatrava la Nueva: geometry and construction. En *Proceedings of the 8th International Congress on Construction History*.
- López-Mozo, A.; M.A. Alonso-Rodríguez, R. Martín-Talaverano, y L. Aliberti. 2021. Brick vaults by slices in Toledo. *History of Construction Cultures*, Volume 2, 674-681. Londres: Taylor and Francis Group.
- López-Mozo, A.; M.A. Alonso-Rodríguez, A. González-Uriel, L. Aliberti, M. de Miguel Sánchez, y M. Perelló Ocaña. 2023 (en prensa). Forma y construcción en bóvedas de ladrillo por hojas: el caso de Cáceres. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*.
- Natividad-Vivó, P. et al. 2021. The brick vaults of the Alfonso Tower in Lorca Castle. Geometric aspects and possible sources. En *History of Construction Cultures*, editado por J. Mascarenhas-Mateus y A. P. Pires, 607-614. London: CRC Press / Taylor and Francis.
- Musso, G. y G. Copperi. 1912. *Particolari di costruzioni murali e finimenti di fabbricati* Parte prima. Opere muratorie y Testo. Torino: Paravia, 1912.
- Paredes, V. 1883. Construcción sin cimbra de las bóvedas de ladrillo con toda clase de morteros (manuscrito). Archivo Histórico Provincial de Cáceres.
- Rabasa Díaz, E.; A. López-Mozo y M.A. Alonso-Rodríguez. 2020. Brick Vaults by Slices in Choisy and Paredes. *Nexus Network Journal* 22 (4): 811-30.
- Rabasa Díaz, E.; A. López-Mozo y J. Calvo-López. 2023. El orden en la ejecución de bóvedas de ladrillo: los casos de la Fuente Grande de Ocaña y el Ayuntamiento de Toledo. *Cuaderno de Notas* 24.
- Ruyra Fernández, E. 2022. Las bóvedas de ladrillo en los mikvaot de la judería de Toledo. Trabajo Fin de Grado, E.T.S. Arquitectura (UPM).
- Wendland, D. 2007. Traditional Vault Construction Without Formwork: Masonry Pattern and Vault Shape in the Historical Technical Literature and in Experimental Studies. *International Journal of Architectural Heritage*, 1 (4): 311-365.

Sistemas constructivos republicanos de la ciudad de Ambato – Ecuador, entre 1830 y 1949

Fabián S. López-Ulloa

La ciudad de Ambato ha sufrido tres fuertes sismos a lo largo de su vida colonial y republicana, uno de los cuales en 1698 incluso motivó su reubicación. En esa medida el conocimiento de la historia de su construcción se ha visto mermado, lo que, sumado a la propia dinámica de la ciudad, con una alta actividad comercial y generadora de riqueza apegada a la modernidad, le ha restado de un valioso testimonio de sus períodos constructivos. No obstante, de los pocos testimonios en pie, sobre todo de la arquitectura de finales del siglo XIX y de la primera mitad del siglo XX, queda además un registro bibliográfico y de archivo de edificaciones desaparecidas, que ha permitido indagar sobre la memoria constructiva de la ciudad.

El presente trabajo corresponde a un proyecto de investigación realizado en la Universidad Técnica de Ambato (López-Ulloa 2023), mediante el cual se analizó la arquitectura del núcleo central de la ciudad dentro de un polígono de ciento setenta y cinco frentes de manzana correspondientes a cincuenta manzanas organizadas hacia los principales parques y mercados (Fig. 1).

El objetivo del trabajo está centrado en la búsqueda de respuestas al hecho constructivo de la ciudad entre 1830 y 1949, es decir, desde el surgimiento de la República del Ecuador y el último terremoto.

La metodología ha incluido la revisión de documentación histórica referida a fondos de archivos, bi-

bliografía y fotografía histórica. El resultado se ha evidenciado en un análisis comparativo de los tipos arquitectónicos de herencia colonial; la arquitectura ecléctica historicista; y las vanguardias; con énfasis en la particularidad de su materialidad, sus técnicas constructivas, y la adaptación de los materiales de un estilo a otro.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS REPUBLICANOS

El hecho de referimos a los sistemas constructivos republicanos tiene que ver con toda la carga histórica y constructiva asociada a un período señalado de la historia de Ecuador que aglutinó varios tipos constructivos, así como estilos arquitectónicos de las construcciones civiles.

Por tanto, el término republicano acaba teniendo una connotación más bien de orden político referido a un período de la historia ecuatoriana, más que a un hecho de un solo tipo constructivo con este nombre, como comúnmente se conoce en Ecuador a la arquitectura basada en los cánones del academicismo ecléctico-historicista.

Es así, que, dentro de esta amplia connotación política de lo republicano, podemos distinguir en Ambato a similitud de lo que sucedió en el ámbito regional, cuatro procesos constructivos muy marcados hasta antes del terremoto de 1949.

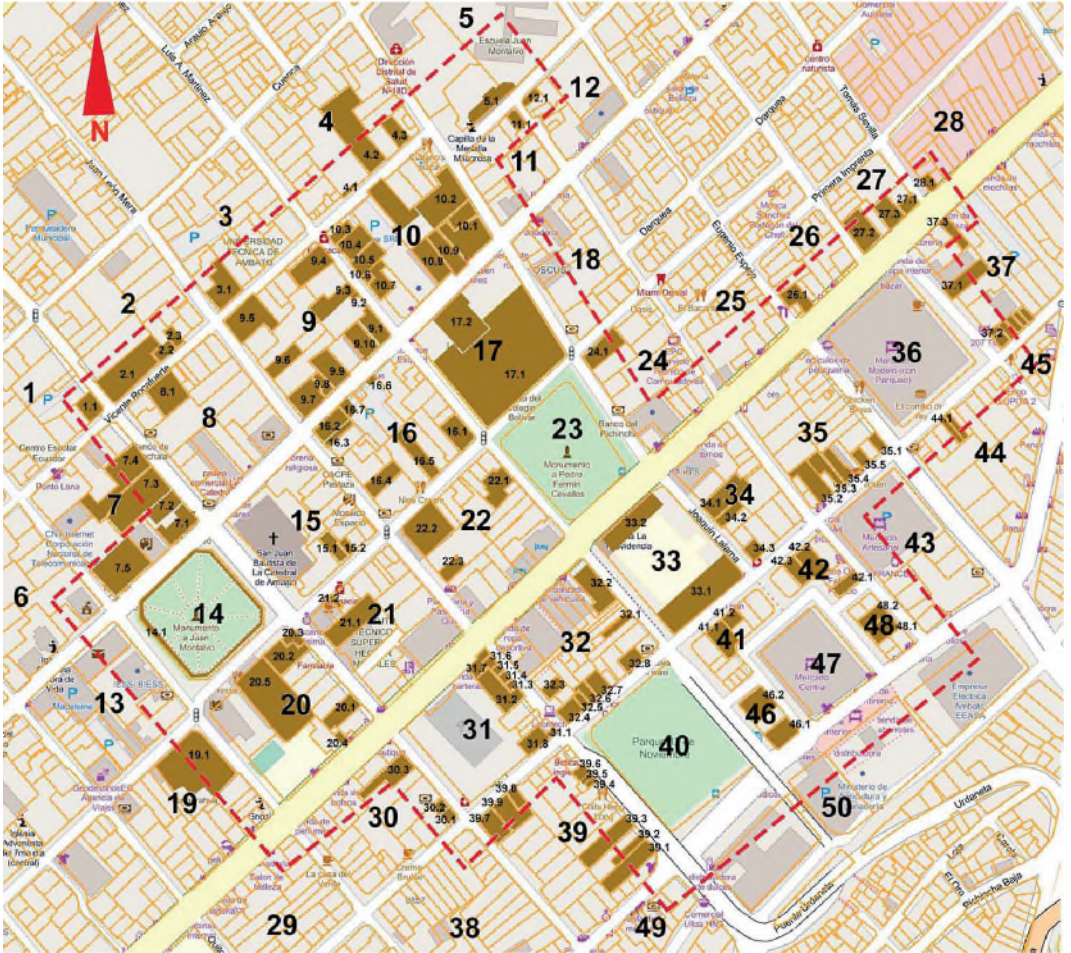


Figura 1
 Ambato. Plano del núcleo central de la ciudad con la delimitación del polígono de análisis (Ilustración del autor, plano base GADMA 2022)

- El primero que comenzó con la tradición constructiva heredada de la tradición colonial, respecto de las sencillas estructuras de una sola planta, asociadas principalmente al uso del adobe como material estructural para los anchos muros soportantes de las edificaciones con cimentaciones de piedra, y algunas tabiquerías internas de bahareque.
- El segundo, relacionado a las ampliaciones de las estructuras de adobe con segundas plantas completamente construidas con bahareque, incluidas las fachadas.
- El tercero, referido al reemplazo del adobe por piedra tallada.
- El cuarto, referido al notorio cambio funcional de las edificaciones con la arquitectura de influencia Art Decó, aunque continuando con el uso de los materiales tradicionales y de alguna incipiente incursión del hormigón; teniendo los cuatro procesos en común, el uso de cubiertas con cerchas de madera y teja.



Figura 2
Ambato. Casa de Montalvo. Edificación de estilo colonial de una sola planta (Foto del autor 2021)

CONSTRUCCIONES DE UNA SOLA PLANTA CON MUROS DE ADOBE

Aunque la colonia española finalizó en 1822, se siguió construyendo durante todo el siglo XIX con el típico modelo constructivo de aquella época, es decir edificaciones de estilo colonial de una sola planta con crujías en torno a un patio principal y, dependiendo del predio, más patios o espacios de huertos. En el polígono de estudio subsisten seis de estas edificaciones, aunque con muchas modificaciones, una de ellas y la que mejor se conserva es la casa del afamado escritor ecuatoriano don Juan Montalvo, construida hacia 1826 (Toro 1975,154), y que sin duda por su connotación histórica, ha logrado llegar hasta nuestros días con variados usos, entre los últimos, el de biblioteca y de casa museo (Fig. 2), cabría decirse por la fecha de su construcción, que es quizás la única edificación grancolombiana existente en Ambato.

La materialidad de estas construcciones se relaciona con los muros soportantes de adobe, dinteles de madera, tabiquería interna de bahareque, estructuras de pisos de madera, cubiertas de madera y teja, y pórticos de los patios con estructuras de piedra y madera (Fig. 3); todo acompañado de puertas, ventanas y contraventanas de madera, rejas de hierro forjado, baldosas cerámicas, adoquines, empedrados, suelos decorativos externos con huesos de animales; y tumados con esteras enlucidas de barro.

Las edificaciones de estilo colonial tienen una manifestación sencilla en los aspectos ornamentales debido a su materialidad en adobe y bahareque; el adobe dando paso a unos muros llanos y sencillos en



Figura 3
Ambato. Casa de Montalvo. Crujías con pórticos hacia el patio principal (Fotos del autor 2022)

ciertos casos enriquecidos por un encuadre representativo en la puerta principal, o por las herrerías en puertas y ventanas (Figs. 4 y 5). Respecto al uso, estas edificaciones combinaban comercio y vivienda. En el polígono analizado subsisten seis edificaciones de este tipo.

CONSTRUCCIONES DE ADOBE CON SEGUNDAS PLANTAS DE BAHAREQUE

Gran parte de las edificaciones de estilo colonial llegaron a tener un segundo período constructivo, relacionado con las ampliaciones a las que fueron



Figura 4
Ambato. Casa de Montalvo. (Izq.) Portón de entrada al patio; (Dcha.) Ventana de la fachada principal (Foto del autor 2022)



Figura 5
Ambato. Casa de Montalvo. Vano con dintel de madera en un muro de adobe (Foto del autor 2021)

sometidas en torno al inicio del siglo xx para conseguir una segunda planta. Estas se realizaron a través del acomodo de una estructura enteramente construida con bahareque, incluida la fachada. La estructura se armaba mediante el apoyo de soleras sobre los muros de adobe, retranqueándose de su borde, como en el caso de la casa Cevallos, a veinte centímetros (Fig. 6).

En las fachadas, el bahareque dada su sencillez y limitación material “apenas permitía la adición de un profuso repertorio formal, por lo que cualquier expresión decorativa al exterior, estaba limitada a los balcones, canchillos, puertas, ventanas y herrerías, notándose más bien al interior una mayor fuerza decorativa, como solía ser la tradición en las construcciones coloniales” (López-Ulloa 2022).

La evidente simplicidad del bahareque con su acabado de tierra solo permitía en estas edificaciones, alguna manifestación decorativa a través de la pintura mural y en algunos detalles de los encuadres en madera de puertas y ventanas (Figs. 7 y 8).

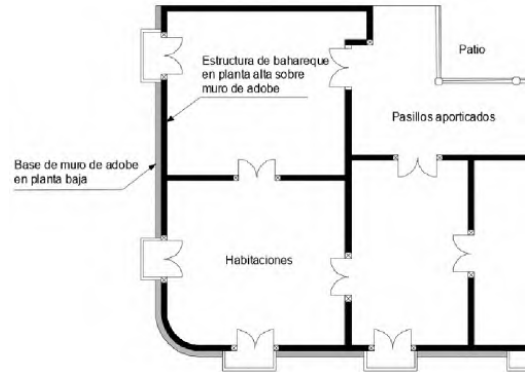


Figura 6
Ambato. Casa Cevallos. Detalle de la planta alta con las tabiquerías de bahareque apoyadas sobre los muros soportantes de adobe (Dibujo del autor 2023)

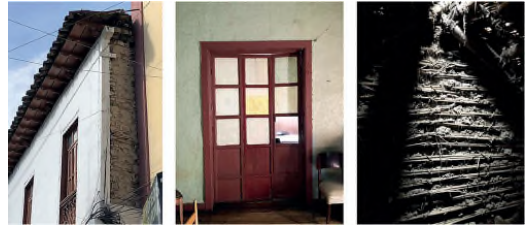


Figura 7
Ambato. Casa Cevallos, calles Montalvo y Vela. Diseños y soluciones estructurales con bahareque. (Izq.) Paredes exteriores y medianeras en segunda planta; (Centro) Paredes interiores en primera y segunda planta; (Drcha.) Hastiales (Foto del autor 2022)



Figura 8
Ambato. Casa particular, calles Montalvo y Vela. Fachada de bahareque con enmarcaciones decorativas de madera (Foto del autor 2022)

Con este tipo constructivo subsisten seis edificaciones en el polígono analizado, una de ellas la que fuera casa natal de otro escritor ambateño don Pedro F. Cevallos. En cuanto al uso dado a estas edificaciones, la segunda planta se acondicionaba para funciones de vivienda, en tanto que la planta baja se destinaba para actividades comerciales al exterior, mientras que las habitaciones posteriores servían para almacenamiento y servicios de la vivienda.

CONSTRUCCIONES DE PIEDRA Y TABIQUERÍAS DE BAHAREQUE

En los primeros años del siglo XX, se comienza a utilizar en gran medida la piedra en reemplazo del adobe para los muros soportantes de la planta baja (Fig. 9), dejando para las tabiquerías internas y para toda la segunda planta el uso del bahareque (Fig. 10). En el mejor de los casos, algunas casas principales utilizando también la piedra para la fachada de la segunda planta, permitiendo así también una mayor expresividad formal con todos los recursos que este material permitía para la ornamentación con molduras, balcones, ménsulas o balaustradas (Fig. 11). En este sentido cobra importancia el uso de una piedra o toba volcánica de colores gris y rosa palo, obtenida en una mina cercana a la ciudad, en la zona de Pishilata, razón por la cual esta piedra acabó conociéndose con este nombre (López-Ulloa 2013).

Para los años de 1920 la mayor parte de edificaciones ya se construían enteramente con piedra Pishilata (Fig. 12), recurriendo en sus fachadas y patios interio-

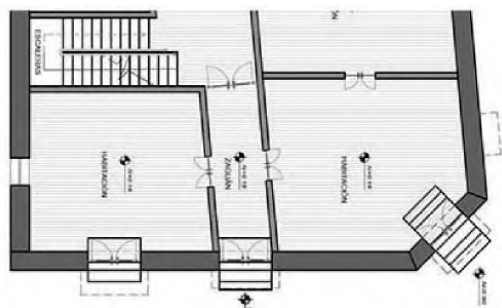


Figura 9
Ambato. Casa Villacís, calles Cuenca y Sevilla. Detalle de la planta baja con muros de piedra y tabiques interiores de bahareque (López-Ulloa et. al. 2019)



Figura 10
Ambato. Casa particular derrocada, calles Martínez y Bolívar. Detalle de la fachada con muro de adobe en planta baja y bahareque en planta alta, fotografiada en 1970 (Holguín 2009)

res a una fuerte expresividad decorativa con los recursos ecléctico-historicistas, aspecto similar que por ejemplo se recuerda, sucedió en Quito o Cuenca, aunque con otras condicionantes propias de sus arquitecturas (Del Pino 2009, 450), (Espinosa y Calle 2002, 11); más aún con la intervención de afamados profesionales de la arquitectura, algunos de ellos extranjeros, que habían llegado a tener renombre por sus obras en las principales ciudades de Ecuador, como los arquitectos Antonino y Paolo Russo (Pérez 2023), Augusto Ridder (El Municipio 1930), Lorenzo y Pedro Durini (Del Pino 2017), Enrique Pasquel (INPC 2018), o Jorge Mideros (Mideros 2023).



Figura 11
Ambato. Detalles arquitectónicos en piedra. Casas de las calles Rocafuerte y Montalvo, (Izq.) Ventana balcón con adintelado plano; (Dcha.) Ventana balcón con adintelado en arco de medio punto (Foto del autor 2022)



Figura 12

Ambato. Casa particular, calles Martínez y Bolívar. Construcción con piedra Pishilata (Foto del autor 2022)

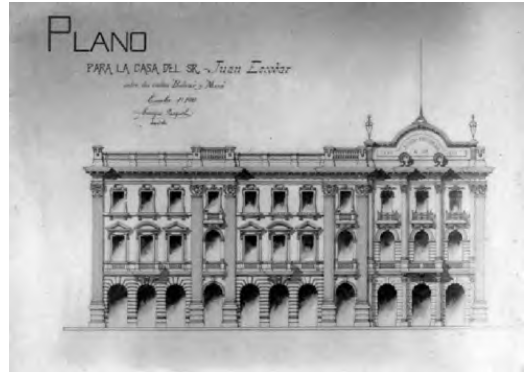


Figura 13

Casa Escobar, calles Mera y Bolívar. Plano del arquitecto Enrique Pasquel, 1922 (INPC 2018)

Es una época en la que también se planifican grandes edificios civiles y palacetes de uso mixto (Fig. 13), el cementerio municipal de la Merced o el parque Montalvo, así como los edificios destinados a modernizar la administración pública, la educación, la actividad militar, las infraestructuras y la iglesia; en esta última, sin duda cobrará notoriedad la autoría del afamado padre Pedro Brünning como un reconocido diseñador y constructor de iglesias que para entonces diseño entre otras la desaparecida y monumental iglesia Matriz (Cevallos 1994).

Pero volviendo al orden civil, el remplazo del adobe por los muros de piedra optimizó el recurso funcional, debido a la reducción de un metro de ancho de los muros de adobe a cuarenta centímetros de los muros de piedra. Constructivamente, se mantuvo las soleras de madera para estabilizar los muros con las estructuras de entrepisos, así como las cerchas de madera para las cubiertas de teja. Este tipo constructivo es el que se ha popularizado con la denominación de estilo republicano, sin duda por la connotación del notorio cambio respecto a las antiguas estructuras de estilo colonial, pero que, en el orden funcional, seguía manteniendo la tradición hispana de la distribución de sus espacios, con zaguanes, patios y traspacios.

Gran parte de estas edificaciones presentaban nuevas configuraciones respecto al parcelario de sus predecesoras debido a la subdivisión por herencias; originando nuevas tipologías en planta, a las que se sumaron por ejemplo las que mantenían soportales

comerciales al exterior (Fig.14) en torno a la plaza mayor de la ciudad que finalmente, en 1913, se convirtió en el parque Juan Montalvo. Con este estilo arquitectónico se construyó hasta los años de 1930. En la actualidad en el polígono estudiado subsisten setenta y cinco edificaciones de este tipo, varias incompletas y tres a manera de residuos.

CONSTRUCCIONES ART DECÓ

El estilo Art Decó concomitante a su difusión en el mundo, comenzó a ser utilizado en Ambato en las construcciones que siguieron a las llamadas edificaciones republicanas, con gran auge desde 1930 hasta 1949, con la particularidad de que el esquema estructural siguió siendo el mismo que el de su estilo predecesor, debido al uso de la misma materialidad, es decir muros soportantes de piedra; entrepisos y estructura de pilares y vigas de madera llegando hasta una cuarta planta, y tabiquerías de bahareque salvo en algunas medianeras y en las fachadas, en donde la piedra se usaba en su totalidad hasta llegar a los típicos remates del Art Decó con formas almenadas y paramentos geométricos, tras los cuales quedaban ocultos los tradicionales tejados.

La mayoría de estos edificios se construyeron en un solo bloque, prescindiendo de los grandes patios y recurriendo al uso de pozos de luz normalmente asociados a las cajas de escaleras, incluyendo también terrazas a la catalana, es decir una combinación de



Figura 14
Ambato. Casas con fachadas de piedra y soportales frente al parque Montalvo (Foto de los autores 2022)

vigas de madera con una cama de ladrillos o piedras Pishilata recubiertas con mortero de cemento y elementos cerámicos. La distribución de espacios se organizaba con apartamentos, para usos combinados de vivienda y diversidad de actividades comerciales.

La difusión de este tipo arquitectónico tuvo mucha acogida por la clase comercial de la ciudad, sobre todo hacia las plazas y mercados, o por ejemplo en el corredor comercial generado en la calle Juan B. Vela, entre el actual parque 12 de Noviembre, lugar de la antigua plaza de la estación del ferrocarril, y la entonces plaza Colombia, actual mercado Modelo; en donde se construyeron en torno a los años de 1940 los más representativos edificios Art Decó de la ciudad (Fig. 15). De este tipo arquitectónico, en el polígono estudiado subsisten treinta edificaciones.

Con las edificaciones del Art Decó, se cierra en la ciudad la construcción con los materiales y técnicas asociadas a las antiguas tradiciones edificatorias locales, así como de respuesta a conocimientos ancestrales del comportamiento mecánico de los materiales antes del apareamiento del cálculo estructural. El terremoto de 1949 sirvió de punto de inflexión para la entrada en vigor de la arquitectura del movimiento moderno y la consecuente ingeniería civil para su cálculo estructural, de ahí que prácticamente las estructuras relacionadas al adobe, el bahareque, la piedra o la madera, terminaron cerrando la época relacionada a los tradicionales sistemas estructurales republicanos.



Figura 15
Ambato. Edificio particular de estilo Art Decó, calles Vela y Egúez (Foto de los autores 2023)

CONCLUSIONES

Con el presente estudio, se ha documentado un parte de la historia de la construcción de la ciudad de Ambato en el orden civil respecto a sus sistemas constructivos republicanos que, en gran mayoría, han desaparecido en los últimos setenta y cuatro años, considerando que el polígono estudiado a partir del plano de la ciudad de 1951 contaba con alrededor de mil doscientas edificaciones en cincuenta manzanas delimitadas, frente a las 117 existentes de aquella época, por lo que en la actualidad se cuenta con un 9,75% de edificaciones de dicho plano. Es decir, se ha derrocado más de 1000 edificaciones correspondiente al 90,25%, cifra que se puede triplicar si se amplía el radio de acción a toda la plataforma del centro de Ambato, que para 1949 se encontraba consolidada con edificaciones de sistemas estructurales republicanos.

Las conclusiones de la presente investigación se evidencian en la recuperación de la memoria histórica de la construcción en Ambato y su zona de influencia, así como en la documentación de las edificaciones subsistentes, correspondientes a un período asociado a importantes coyunturas políticas, geográ-

ficas, ambientales, de desastres naturales, y de desarrollo de la propia sociedad que ha construido esa memoria, pero que también la ha destruido.

LISTA DE REFERENCIAS

- Cevallos, A. (1994). *Arte, diseño y arquitectura en el Ecuador: La obra del Padre Brüning 1899-1938*. Museos del Banco Central del Ecuador. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Del Pino, Inés. ed. 2009. *Ciudad y arquitectura republicana de Ecuador 1850-1950*. Quito: Centro de Publicaciones PUCE.
- Del Pino, Inés. 2017. Gestión y arte en el espacio público: la contribución de los “Durini” en América (1880-1930). *Index* N° 4. Quito: PUCE.
- El Municipio. 1930. *El Municipio*. Nueva Serie. Nro. 205. Marzo. Ambato: Municipio de Ambato.
- Espinosa, Pedro y María Isabel Calle. 2002. *La cité cuencana el afrancesamiento de Cuenca en la época republicana (1860-1940)*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Holguín, Irma. 2009. *La Matriz en el siglo XX, nostalgia por el Ambato que se fue*. Vol. 17 Serie SAG Cotopaxi - Tungurahua. Ambato: Ilustre Municipio de Ambato.
- INPC. 2018. Plano para la casa del Sr. Juan Escobar. Fondo fotográfico colección Estrada Ycaza. Fotografía patrimonial. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. <http://fotografiapatrimonial.gob.ec/web/es/galeria/element/9246>
- López-Ulloa, Fabián. 2023. Proyecto de investigación: Análisis arquitectónico del núcleo central de Ambato entre 1895 y 1949, estilos, tipos, técnicas, pérdidas y permanencias. Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Técnica de Ambato.
- López-Ulloa, Fabián. 2013. La construcción tradicional en Ambato - Ecuador, a finales del siglo XIX y principios del XX. La piedra Pishilata. *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid, 9-12 de octubre de 2013. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- López Ulloa, Fabián et. al. 2019. Casa Villacís, arquitectura popular de Ambato en el primer tercio del siglo XX. *Memorias VII Congreso REDU*. Urcuquí: Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay.
- Mideros, Jorge. (2023). El arte sublime de los hermanos Mideros Almeida. <http://arte-sublimehermanos-mideros.blogspot.com/p/jorge-mideros.html>
- Pérez Pimentel, Rodolfo. 2023. Russo Scuderi Paolo. <https://rodolfoperezpimentel.com/rosso-scuderi-paolo/>
- Toro, Isaías. (1975). Del pasado ambateño y microbiografías nacionales. Ambato: Imprenta Municipal.

El patentamiento de sistemas constructivos en Chile después del terremoto de Valparaíso de 1906

Sandro Maino Ansaldo
Constanza Sanchez Bustos
Matías Correa Díaz
Daniela Gil Brignardello

Uno de los efectos de la Revolución Industrial en el descubrimiento y la invención de nuevos procedimientos y productos fue la necesidad de impulsar formas de reconocimiento y protección de la autoría de esas creaciones para su explotación comercial. El Chile Independiente tuvo su primera ley de protección en 1840. «Privilegio exclusivo» fue la denominación legal que se le dio a la protección de la propiedad de los descubrimientos de los inventores desde 1840 hasta 1924, pasando ese año a llamarse «propiedad industrial».

Privilegio exclusivo es la facultad o derecho que tiene un inventor o su cesionario legal para explotar por tiempo determinado, el sólo, su invento, previo los trámites legales y reglamentarios y la declaración hecha al efecto por el Presidente de la República. (Urzúa R. 1910)

La mayoría de los privilegios exclusivos concedidos en Chile en el siglo XIX e inicios del XX fueron del campo de la minería y de los procesos químicos -i.e. procedimientos mejorados para la producción del salitre o cobre¹-. En el campo de la construcción, muchas de las invenciones fueron presentadas por extranjeros que buscaban posibilidades para expandir sus negocios en el mundo, o inmigrantes que veían en los privilegios una oportunidad de desarrollo económico en su nuevo país.

La industria de la construcción en Chile a principios del siglo XX era precaria y dependiente de las

exportaciones de los nuevos materiales (i.e. cemento, acero y vidrio) y también de productos de la construcción (i.e. revestimientos, instalaciones sanitarias, etc). El terremoto de Valparaíso de 1906 no solo tuvo un impacto local sino también nacional, desafiando a arquitectos, ingenieros y constructores a proponer nuevas soluciones para reducir o eliminar los efectos directos e indirectos de los sismos, tales como los incendios. Asimismo, la reconstrucción y los sismos también supusieron un desafío para los profesionales en cuanto a la evaluación de los costos de los nuevos sistemas constructivos, una variable casi siempre presente en las descripciones de las solicitudes de privilegios para demostrar la competitividad de la nueva solución.

En el período analizado entre 1906 y 1924 se concedieron más de 3.900 privilegios exclusivos, revisándose para este artículo cerca de 150 privilegios relacionadas con productos de la construcción, materiales, máquinas y sistemas constructivos entre los cuales se seleccionaron quince que proponían mejoras frente a los riesgos inherentes a los sismos y los incendios.

De todos los privilegios analizados hay unos pocos casos en los cuales se realizaron ensayos documentados y experimentación directa en la construcción de edificios, siendo la gran mayoría propuestas que solo quedaron en el papel. Pese a esto, los privilegios son un interesante documento para comprender la aplica-

ción de nuevas técnicas y tecnologías y la capacidad para proponer nuevas soluciones basadas en lo existente. Específicamente, los privilegios del campo de la construcción concedidas en el primer cuarto del siglo XX que abordan el problema de la sismorresistencia y la resistencia al fuego se desenvuelven entre las mejoras en sistemas constructivos tradicionales, el hormigón armado y los componentes prefabricados, resolviendo en la mayoría de los casos las estructuras con muros.² Así visto el período constituye una inflexión en la producción científica del país en el ámbito de la construcción.

LAS MEJORAS EN LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES

El panel de yeso de Willem Coppens

Un primer privilegio exclusivo concedido el año 1907³, ocho meses después del terremoto, es el del ciudadano belga avencindado en la ciudad de Valparaíso Willem Coppens con la propuesta de construcción de placas de yeso que tienen como características fundamentales la «gran solidez contra todo elemento destructor, excesiva facilidad y rapidez de aplicación a toda clase de construcciones y economía considerable». Los avances de la época en elementos constructivo en yeso no daban espacio para el solo patentamiento de una placa, ya que existían productos y sistemas de construcción que incluían componentes de yeso patentados en Chile con anterioridad a la solicitud de Coppens, tales como los del inglés Jorje Federico Boeckel (1906)⁴ con un tabique de alambre y yeso o el del chileno Onofre Raynold Franco (1894)⁵ y sus edificios de madera contraincendios revestidos en todas sus caras con componentes en yeso. La novedad del sistema de Coppens era la composición de la mezcla con la cual se ejecutaban las placas, afirmando en la descripción la realización de experimentos durante años para lograr la fórmula definitiva⁶. En la explicación se reivindica la incorporación a la placa de dos tipos de fibras como medio para darle resistencia a la flexión. Coppens le agrega a la mezcla pelos de vaca y al alma de la placa una arpillera, un tejido «que las hacía indestructibles aun en caso de los más fuertes temblores.» La afirmación da cuenta vívidamente de la necesidad de productos de la construcción resistentes a los terre-

mos con soluciones redundantes estructuralmente para ser efectivas.

La tabiquería rellena de ladrillos armada de Eduardo Avendaño

Eduardo Avendaño cuenta con por lo menos siete privilegios concedidos entre 1894 y 1911⁷, todos ellos relacionados con mejoras en los sistemas constructivos tradicionales. El año 1907⁸ se le otorga un privilegio para un tabique de madera relleno con ladrillos el cual fue caducado en 1909. (Montero 1913) La invención fue retomada en el privilegio concedido en 1909⁹ donde propone una tabiquería tradicional con solera y pies derechos unidos con caja y espiga, con un relleno del entramado compuesto por ladrillos de una forma singular cocidos y una red de cables por ambas caras exteriores del tabique que cumplen con la función de amarrar el relleno interior (figura 1). Un sistema constructivo tradicional del siglo XIX que se continuó utilizando hasta mediados del XX en Chile fue la tabiquería rellena con adobillo.¹⁰ La invención de Avendaño se describía como «una construcción estable, capaz de soportar los más violentos sacudimientos sísmicos». La variación respecto del sistema tradicional estaba en el bloque de adobe con ranuras y espigas las cuales permitían entre las caras interiores encajar un bloque con el otro y en sus caras exteriores formar un canal para que pasaran los alambres verticales. Entre hilada e hilada de bloques se disponían alambres horizontales en zigzag limitando la posibilidad del volcamiento del relleno. La reivindicación de Avendaño consistía en la forma de realizar el amarre con alambres tanto vertical como horizontalmente, logrando con ellos que todas las partes del muro trabajaran de manera conjunta. Un segundo punto relevante son las ranuras y perforaciones de los bloques las cuales permitían que el revestimiento del muro formara una sola unidad con la tabiquería y los adobes.

La tabiquería revestida de cemento y metal expandido de Amilcar Massari (1912)

Otra de las formas de mejorar el comportamiento frente al sismo y el incendio de los sistemas constructivos tradicionales de madera fue con un revestimiento de yeso o cemento reforzado. En esta última

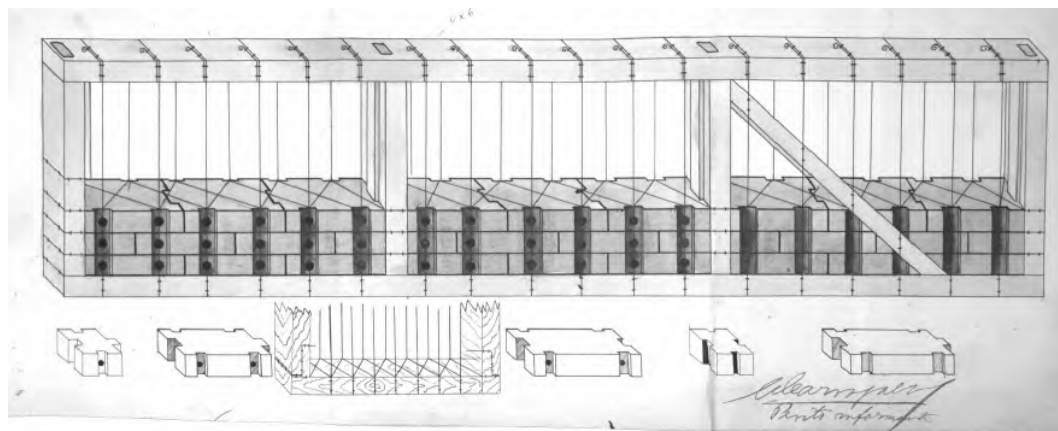


Figura 1
Lamina del Privilegio Exclusivo «Unas mejoras en el sistema de tabiques con armadura de madera o hierro, caracterizadas por el trabazón horizontal de los alambres verticales, los que se colocan entre ladrillos de forma especial -ya sean llenos o perforados horizontalmente» por Eduardo Avendaño (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 2257)

categoría está la propuesta de 1912¹¹ del constructor de origen italiano Amilcar Massari, consistente en una tabiquería tradicional a la que se le sobreponen barras de acero de sección cuadrada y metal expandido por ambas caras, las cuales son estucadas con una mezcla de mortero de cemento con pelo de caballo (figura 2). Para los techos se propone un sistema similar, recomendando en la descripción sobreponer

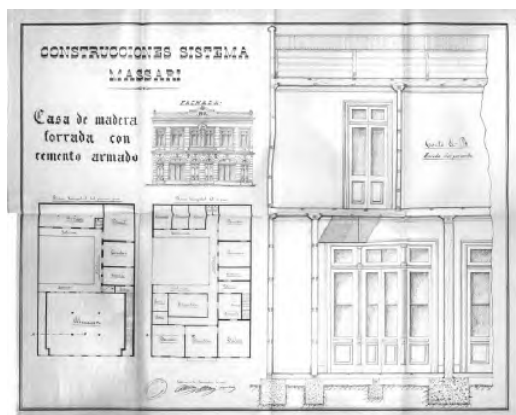


Figura 2
Lamina del Privilegio Exclusivo «Construcciones sistema Massari. Casas de tabiques de madera forrados con cemento armado» por Amilcar Massari (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 2649)

tejas de cemento si se deseaba impermeabilidad. Las bondades del nuevo sistema son expuestas comparando su precio con una construcción similar de hormigón armado o madera forrada con planchas metálicas; «el valor de una construcción de este sistema es más o menos un 40 por ciento más barato de una construcción de cemento reforzado con hierro, i un 20 por ciento (máximo) más subido que una construcción de tabique de madera, forrado con madera i planchas de fierro galvanizado.» Una característica novedosa del sistema es la posibilidad de ser aplicado en obra nueva y en construcciones de madera existentes para hacerlas incombustibles en todas sus caras (paredes, pavimentos y cielos).

EXPERIMENTACIÓN DE LA COMBINACIÓN ENTRE MADERA Y HORMIGÓN ARMADO

El sistema Boldi (1911)

En un artículo de la revista Sucesos de 1911¹² se publicita el ensayo de comportamiento al fuego de una construcción de dos plantas realizada con el «sistema Boldi» en Santiago de Chile (figura 3). El ingeniero italiano Marco Aurelio Boldi patentó en 1908 su sistema constructivo en Italia aplicado a la construcción de viviendas económicas (Boldi 1910) consistente en una combinación de un tablero fabricado con tablo-

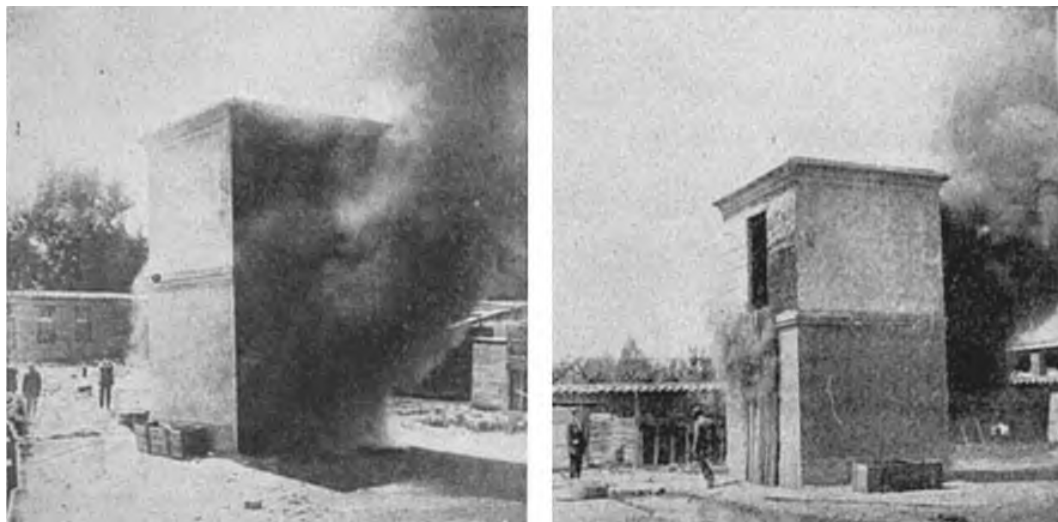


Figura 3

Prueba del sistema Boldi en la Quina Normal, Santiago de Chile («Prueba de un sistema de construcción.» 1911. *Revista Sucesos*, 7/12/1911)

nes de madera entrecruzados al cual se le practicaba una red de perforaciones de entre 5 y 10 centímetros de diámetro. Por ambas caras del tablero se sobreponían mallas metálicas fijadas al tablero mediante clavos y un tejido de alambre que cruzaba a través de las perforaciones. El armazón metálico de ambas caras era estucado con un mortero de cemento de entre 10 y 50 milímetros. En la memoria del privilegio se describían una serie de detalles que perseguían lograr una mejor adherencia entre el hormigón reforzado y la madera –i.e. separación entre las tablas del tablero, el embreado de la madera, el achaflanado de las perforaciones–.

En 1910 se le concedió al arquitecto y constructor residente en Chile Ricardo Castellani como cesionario¹³ el privilegio exclusivo para la explotación en Chile del sistema Boldi, afirmando en la explicación que «los edificios construidos con este material resultan monolíticos y concadenados por consiguiente *asísmicos*.» No hay evidencias de que en Valparaíso se construyera algún edificio con el sistema Boldi, pero sí en otros lugares del país como en Valdivia la casa Hoffmann Hubach de 1915 que resistió el terremoto de 1960 o en algunas casas de la Población San Eugenio en Santiago de 1911. En Valdivia el sistema fue utilizado intensamente después del incendio de 1909, pero pronto cayó en desuso dados los malos resultados debido a la descomposición de la madera

en una zona con alta humedad, que trajo consigo el agrietamiento de los estucos.(Guarda y Rodríguez 2013) Paradójicamente Boldi pensaba que si el interior de madera se podía eliminar «quedaría siempre un sólido celular de cemento armado resistente, liviano, incombustible, cohibente, sordo, impermeable, hidrófugo, duro, esterelizable e insectífugo.»

COMPONENTES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

El sistema Lewen

En una breve noticia aparecida en el Diario de la Unión de Valparaíso de 1908,¹⁴ se informaba de la introducción en el país de un nuevo sistema constructivo ideado por el ingeniero norteamericano Henry Louis Lewen, «para construcciones en terrenos blandos contra incendios y terremoto.» El sistema estaba siendo aplicado en dos construcciones; en un edificio en Viña de Mar cuyo mandante era Rafael Ariztía y otro en Valparaíso de Augusto Ouvrard. El edificio de Valparaíso ubicado en el sector de El Almendral (el sector más afectado por el terremoto de 1906 y posterior incendio) se encontraba en construcción, utilizándolo Lewen como medio de prueba para el peritaje del experto.¹⁵

Lewen, antes de arribar a Chile había trabajado como ingeniero consultor en Argentina (1904-1907). (Leonard 1925) El mismo año que se le concedió el privilegio en Chile por el «Sistema Lewen» se le concedió también en Perú,¹⁶ ofreciendo desde allí sus servicios al municipio de Guayaquil para construir su edificio consistorial.¹⁷ De regreso en Estados Unidos a Lewen se le concedieron una serie de patentes¹⁸ para sistemas constructivos con hormigón armado. En dos notas explicatoria del «Sistema Lewen» patentado en EEUU, el inventor fundamentaba como evidencia los «resultados satisfactorios en Sudamérica [...] en la construcción de viviendas, edificios de oficinas y auditorios» (“Lewen system of reinforced concrete construction” 1911) y «este sistema se ha utilizado mucho en Sudamérica y ahora se está introduciendo en Estados Unidos.» (“Lewen System of Reinforced Concrete” 1911) Es necesario aclarar que la patente chilena y peruana del «Sistema Lewen» tiene ciertas diferencias con las patentes estadounidenses publicadas con el mismo nombre.¹⁹ Si bien en todas las patentes se plantea un sistema constructivo

de hormigón armado con componentes prefabricados huecos resistente al fuego y los terremotos, el patentado en Estados Unidos incorpora una lámina metálica acanalada que actúa donde el cemento tiende a agrietarse cuando es sometido a «expansión y contracción por calor, frío o perturbaciones sísmicas.» (“Lewen System of Reinforced Concrete” 1911)

El sistema constructivo patentado en Chile por Lewen se planteaba como un reemplazo de los materiales tradicionales utilizados en Valparaíso: el ladrillo, el adobe, la madera y el acero. El sistema lo componían bloques huecos con armaduras en su interior diferenciadas de acuerdo con su aplicación —e. g. muro, tabique, viga de piso²⁰— confinados entre perfiles doble T o canal (figura 4). Las referencias de la patente otorgada en Perú²¹ facilita la comprensión del sistema aplicado en los muros, describiendo el uso de la horquilla del moldaje que evitaban el volcado del bloque y algunos cambios tales como la alternancia entre perfiles doble T y barras de acero embebidas en hormigón como forma de confinamiento vertical del muro y los huecos de los bloques horizontales en la

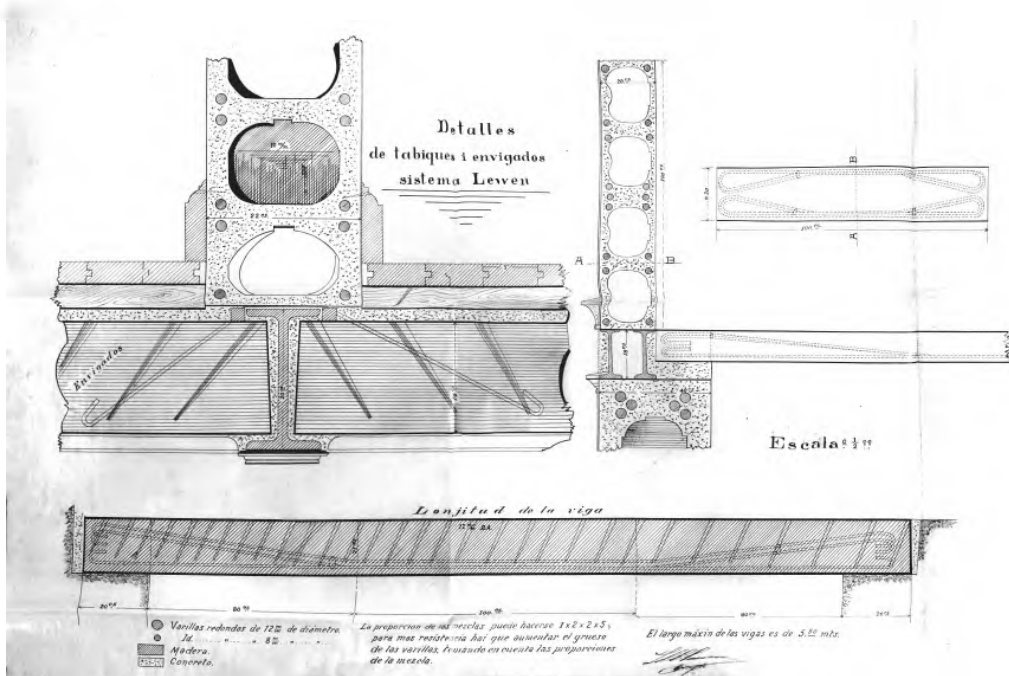


Figura 4

Lamina del Privilegio Exclusivo «Unas nuevas disposiciones de armaduras de hierro para vigas huecas de concreto armado» por Henry Louis Lewen (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 2091)

solicitud chilena, son verticales y de mayor tamaño en la patente peruana.

La patente otorgada a Lewen en Chile y Perú tiene algunas similitudes con el sistema constructivo y las máquinas para fabricar los componentes, patentado unos años antes por el arquitecto suizo Hans Siegart.²² El componente básico del sistema de Siegart es una viga hueca de hormigón armado que tiene unas acanaladuras cónicas descendentes inclinadas por las caras laterales, que mejoraban la adherencia y evitaban el desplazamiento entre vigas.²³ Siegart moldeó el hueco interior de la viga con una chapa metálica colapsable después del hormigonado. Las mejoras observables de las patentes de Siegart en el sistema Lewen son: una estructura metálica de soporte donde se montan vigas y bloques, compuesta por vigas y columnas doble T y la extensión del uso de la viga hueca a los muros, mediante bloques huecos. Ambas mejoras dan cuenta de la consciencia de Lewen de que un sistema constructivo resistente a los terremotos tenía que integrar vigas, losas y muros.

El sistema Bernasconi

Angel Bernasconi fue un constructor y empresario chileno, fundador en 1916 junto a otros emprendedores de la industria productora de yeso y cal El Volcán. A Bernasconi se le concedió un privilegio en 1911²⁴

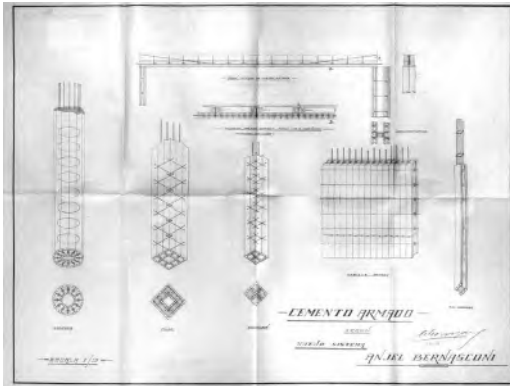


Figura 5
Lamina del Privilegio Exclusivo «Un nuevo sistema de cemento armado», cuya principal característica consiste en un poste de cemento que puede prestarse a variados usos en las construcciones en jeneral» por Anjel Bernasconi (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 2591)

para un sistema constructivo cuyo elemento principal era un poste o «pie derecho» de hormigón armado con hendiduras longitudinales por ambas caras y perforaciones transversales (figura 5). El montaje para el armado de un muro, columna o losa se realizaba yuxtaponiendo estos bloques uno al lado del otro y colocando barras de acero tanto en el espacio entre las hendiduras y en las perforaciones, para luego rellenar los espacios con una mezcla de cemento puro. En la descripción del privilegio, Bernasconi destacaba la adherencia que lograba el cemento con piezas de hormigón, piedra o ladrillo, afirmando que después del último terremoto —refiriéndose al de 1906— había quedado comprobado que un muro de albañilería bien construido, con una buena mezcla de cemento, resistía sin agrietarse. Esta aseveración sobre el buen comportamiento de los muros de albañilería simple va en la línea de lo afirmado por ingeniero Carlos Koning en su informe²⁵ tras el terremoto de 1906. (Koning 1906) Esta conjetura se fue refutando poco a poco con el paso del tiempo, primero para los edificios de mediana altura y luego para los de baja altura, dada la deficiente respuesta al sismo de la albañilería simple cuando no tienen una estructura de hormigón armado o acero que la confine o un refuerzo metálico en su interior. La solicitud del privilegio está complementada con una serie de fotografías de la ejecución de los postes o «pies derechos» de hormigón armado, su curado y montaje, demostrándose la existencia de un prototipo y de un sistema constructivo probado (figura 6).

El sistema Castro y Sibillá

Al ingeniero civil Federico Sibillá y el ingeniero militar Santiago Castro se les concedió en 1912²⁶ un privilegio exclusivo que tiene su origen en el estudio para el reemplazo de las corazas de acero por cúpulas de hormigón armado para las fortificaciones militares, realizado en los talleres del Estado Mayor General del Ejército de Chile.

La experiencia de Sibillá con el hormigón armado se remontaba al proyecto ejecutado en Valparaíso en 1908²⁷ en el cual incorporó como refuerzo de losas el metal expandido y para vigas el sistema norteamericano Kahn²⁸, una experiencia que le permitió recabar antecedentes para comparar «coeficientes de resistencia, pesos específicos y precios unitarios de obra».

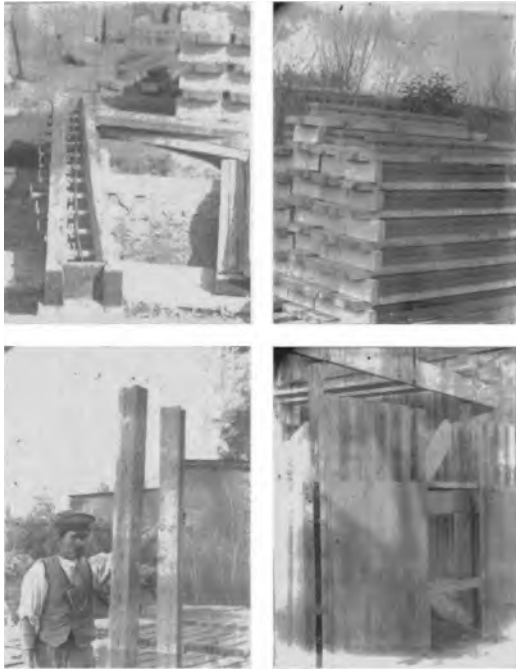


Figura 6
Fotografías de la descripción del Privilegio Exclusivo «Un nuevo sistema de cemento armado, cuya principal característica consiste en un poste de cemento que puede prestarse a variados usos en las construcciones en general» por Anjel Bernasconi (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 2591)

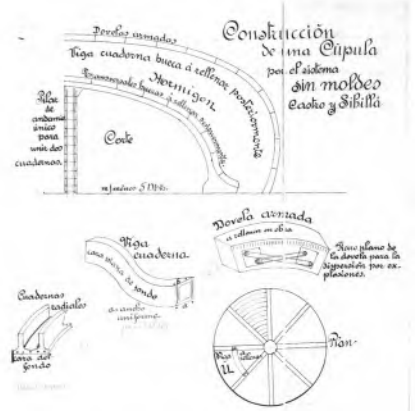
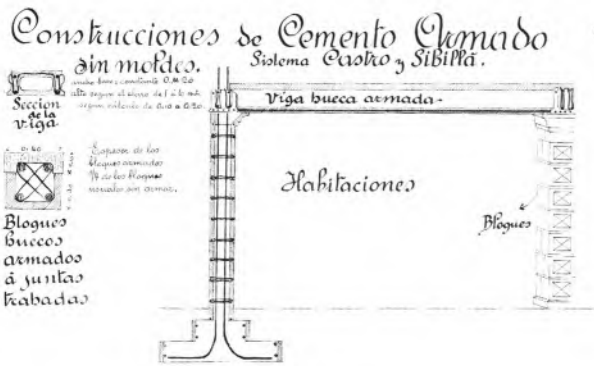
La solicitud de privilegio extendía el uso de la invención para fortificaciones militares a todo tipo de edificio. El sistema constructivo se planteó como una alternativa económica al concreto armado eliminándose los moldajes y alzaprimados, reemplazándolos con planchas y bloques huecos prefabricados de concreto armado, rellenos y reforzados con hormigón y una armadura metálica en su interior (figura 7). Como el origen de la invención era la construcción de cúpulas, en la explicación se incluye un dibujo de una cúpula resuelta con el sistema de dovelas armadas que conforman los arcos de soporte de la cúpula a lo cuales se les sobreponen cuadernas curvas que completan la cubierta, como si de una bóveda gótica con nervios y plementería se tratara. (figura 8)

LOS SISTEMAS DE BLOQUE

Aguayo, Troncoso y Castro

En los años posteriores al terremoto se concedieron una serie de privilegios exclusivos a sistemas constructivos basados en bloques de hormigón o arcilla, cuya novedad y diferencia residía generalmente en la forma de lograr el encaje entre los elementos.

Destacables son las propuestas de bloques, vigas y losetas huecas compuestos de silicio y cal de Pablo Besana de 1909²⁹; formas sencillas de bloque de Pedro Asvisio y Julio Manso de 1912³⁰ cuyo énfasis es-



Figuras 7 y 8
Láminas del Privilegio Exclusivo «Mejora en la construcción de cemento armado. Explicación de la Economía que se obtiene con el sistema de construcciones por medio de Dovelas de Cemento Armado» por Santiago Castro Baeza y Federico Sibilla Rueda (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 2720)

taba en el encaje entre ladrillos; la de Eduardo Avenaño de 1911³¹ que formaba una unidad entre muro y revestimiento mediante bloques perforados en todas sus caras, también obteniendo una mejor resistencia «a los movimientos horizontales producidos por los temblores»; la de Alberto Zegers de 1913³² que combinaba prismas octogonales con una red de alambres para construir muros, pisos y techos monolíticos; y la de Francisco Solano de 1914,³³ una simplificación de la propuesta de Zegers que según el autor «estaría por encima de cuantos sistemas se han ideado hasta la fecha en Chile y casi podría asegurar en toda América, pues siendo igual en solidez al concreto no tiene el doble defecto económico de este: su alto costo y su excesiva frialdad.»

Una categoría particular en los sistemas de bloques es aquella que incorpora refuerzos metálicos en las juntas. Al ingeniero civil Luis Aguayo se le concedió un privilegio en 1914³⁴ para un sistema constructivo de muro con un aparejo de pandereta o sogá insertándole un zuncho metálico de refuerzo en la llaga y el tendel, amarrado en sus extremos a los pilares de albañilería, lográndose un muro delgado pero resistente a los temblores gracias a la armadura (figura 9). Resulta particular en este conjunto de privilegios que la materialidad de los pilares y marcos en los que se confinan los muros de ladrillo, pueden ser indistintamente de madera, acero, concreto, ladrillo o bloque de cemento, sin vislumbrar ninguna exigencia de rigidez o limitación en la flexibilidad.

El terremoto de Valparaiso de 1922 dio un nuevo impulso a la invención de sistemas constructivos resistentes a los sismos en Chile. El sistema constructivo patentado por el arquitecto Luis Troncoso en 1923³⁵ para edificios de uno o dos pisos, consistía en pórticos de hormigón armado combinados con bloques de hormigón que cumplían una doble función (figura 10). Se usaban como moldaje de los pilares y vigas de reducida sección de hormigón armado y constituían ellos mismos arcos planos o adintelados, con refuerzos metálicos en sus juntas. En la descripción, los bloques de las vigas se denominan «dovelas» como si fueran de piedra, definiéndose tres tipos de acuerdo con su geometría: trapecio rectángulo, romboide y trapecio isósceles. La doble armadura de la viga, interior de hormigón armado y las dovelas con refuerzos metálicos, permitían que el sistema constructivo fuera indeformable y resistente a los terremotos. El sistema propuesto por Troncoso tenía figu-

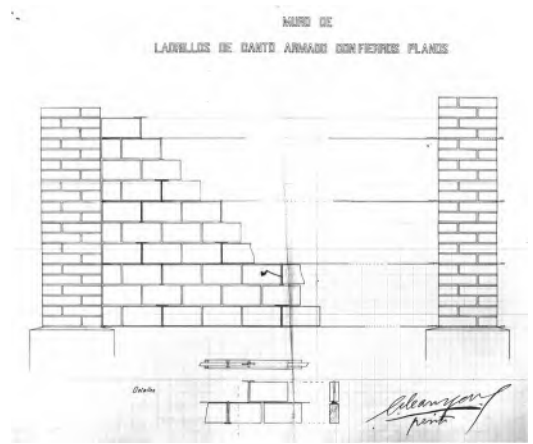


Figura 9

Lamina del Privilegio Exclusivo «Sistema para construir murellas exteriores de edificios, o tabiques interiores, o cercos, o cualquiera otra especie de muros» por Luis Aguayo (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 3052)

rativamente una gran similitud con la «piedra armada» experimentada en el siglo XVIII por el arquitecto francés Jacques-Germain Soufflot para el Panthéon de París, pero en el caso contemporáneo la armadura metálica cumple otras funciones estructurales y los gruesos bloques de piedra son reemplazados por delgados tabiques de hormigón. Un importante principio del sistema constructivo de Troncoso es la búsqueda de la ligereza, reduciendo al mínimo las secciones de cada uno de los componentes.

El último caso de privilegio exclusivo es el del arquitecto de Valparaiso Homero Castro Nordenflycht de 1924³⁶ con un sistema para muros de bloques («sistema celular») confinados por marcos de hormigón armado y losas compuestas por paneles prefabricados (figura 11). Tanto los bloques huecos como los paneles prefabricados se podían fabricar de una gran variedad de materiales.³⁷ El sistema planteaba simplificar y reducir los costos de la construcción mediante un bloque de cemento compuesto por dos partes simétricas en el caso de los muros y asimétricas para las losas (una nervada y la otra plana), que cumplían con la función de moldaje de los pilares y vigas de hormigón armado. El sistema eliminaba la necesidad de encofrados, solo necesitándose el alzaprímado provisorio de las losas. El bloque, los paneles prefabricados, los pilares y las vigas de hormigón armado

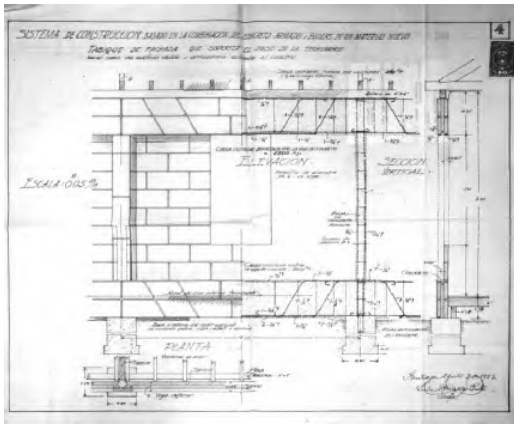


Figura 10
Lamina del Privilegio Exclusivo «Sistema de construcción asísmico, constituido por una combinación de concreto armado y blocks de un nuevo material liviano y resistente» por Luis Troncoso (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 5317)

conformaban un sistema solidario, resistente a las sollicitaciones sísmicas.

Al igual que en la invención de Troncoso, el aligeramiento de los componentes de la estructura mediante espesores mínimos fue un principio ineludible, siempre equilibrando la difícil ecuación entre mayor resistencia y menor peso. El «Sistema C.N.» fue utilizado para construir un conjunto de seis viviendas económicas adosadas en los cerros de Valparaíso. Un primer proyecto con una fachada ecléctica fue aprobado por la Dirección de Obras Municipales en 1925. Un segundo proyecto con una fachada desnuda y simplificada fue aprobado en 1926 el cual fue construido.

CONCLUSIONES

A partir de los traumáticos efectos del terremoto de Valparaíso 1906 en el entorno construido, la sociedad y la economía, surgió una nueva sensibilidad sobre

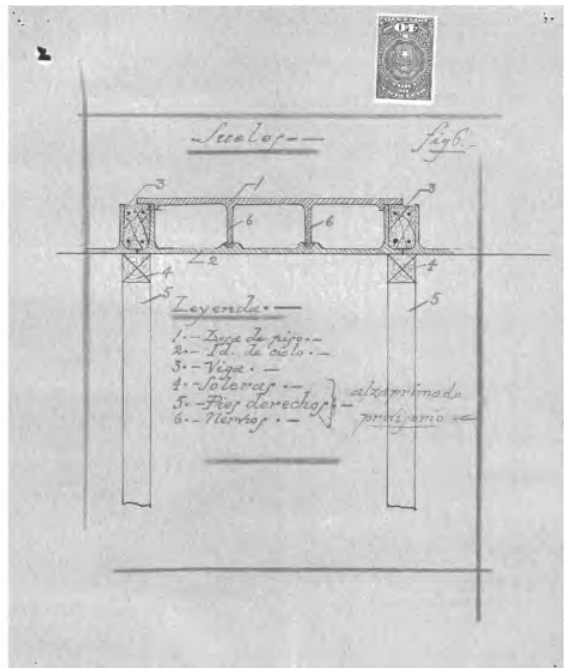
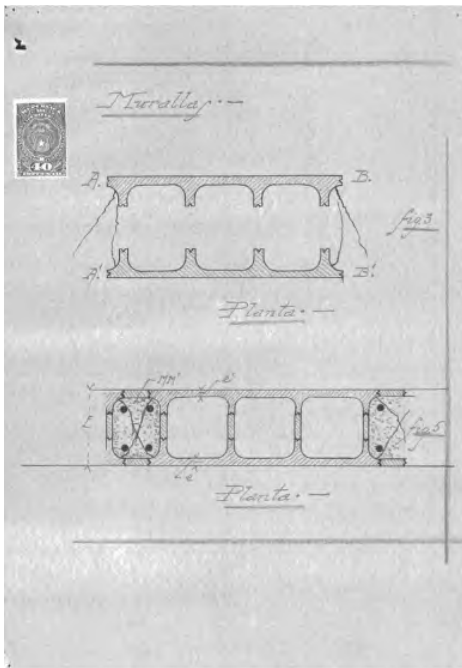


Figura 11
Lamina del Privilegio Exclusivo «Un nuevo procedimiento de construcción» por Homero Castro Nordenflycht (Archivo Instituto Nacional de Propiedad Intelectual, n° 5351)

las construcciones sismorresistente y resistentes al fuego. La nueva sensibilidad se tradujo a largo plazo en la introducción del hormigón armado como solución universalmente validada, observándose en ese tránsito, la exploración de mejoras en sistemas constructivos tradicionales, un deseo de industrialización de la construcción y la búsqueda de soluciones acordes con las limitaciones de la economía local.

Los privilegios exclusivos analizados van desde el mejoramiento de sistemas constructivos tradicionales tales como las tabiquerías con relleno de adobe a los sistemas constructivos de bloques de hormigón, hormigón armado prefabricado y combinaciones de madera y hormigón.

Las propiedades mecánicas del hormigón armado y las posibilidades de una industrialización de la construcción impulsaron tanto su uso en la reconstrucción como en la invención de nuevos sistemas constructivos. Los refuerzos metálicos y la ligereza de los componentes y del total del sistema constructivo fue un principio hacia el cual tendieron progresivamente las innovaciones en el primer cuarto del siglo XX, reduciéndose al mínimo las secciones de cada uno de los elementos. Este principio se orientó hacia dos objetivos: al reducir el peso de edificio también se reducían los refuerzos en pilares y vigas de hormigón armado y la reducción en las medidas de los componentes implicaba una economía para la construcción.

Si bien, no se observa en todos los privilegios de forma homogénea una estructura científica en la forma de exponer la descripción de la invención y las reivindicaciones de su novedad, si existe en muchas de ellas una contrastación de la invención con su aplicación, contando en algunos casos con prototipos u obras construidas.

La introducción de las nuevas soluciones constructivas patentadas fue lenta y con aplicaciones puntuales, debido a una incipiente industria de la construcción nacional, la complejidad en su ejecución y su alto costo comparativo con sistemas ya probados. Las evidencias nos permiten afirmar que en el período estudiado se crearon nuevos sistemas constructivos que exponían una preocupación por la resistencia a los sismos, aunque esa producción quedó por sobre todo en el campo de los prototipos y las ideas.

El conjunto de patentes analizadas son el testimonio de una naciente época de innovaciones creadas por arquitectos, ingenieros y constructores que inten-

taron hacer de Valparaíso y Chile un país más seguro. Estos arquitectos, ingenieros y constructores son miembros de la primera generación que aborda la construcción antisísmica desde una perspectiva científica, buscando las mejores formas de construir estructuras resistentes a terremotos e incendios.

AGRADECIMIENTOS

Esta ponencia es un resultado del Proyecto Fondecyt de Iniciación n° 11190301, "El terremoto de 1906 y su impacto en la arquitectura, la ingeniería y la construcción de Valparaíso" financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Agradecimientos a Jessica Quiroz y Tania Lopez del Instituto Nacional de Propiedad Intelectual (INAPI) por su colaboración en la elaboración de esta ponencia.

NOTAS

1. La afirmación se validó con la revisión de los títulos de los privilegios exclusivos concedidos entre 1840 y 1912 publicados por Arturo Montero (1913), Jefe de la Sección de Privilegios Exclusivos de la Dirección de Obras Públicas.
2. La mayoría de los privilegios exclusivos descritos en este artículo se pueden consultar en: <http://barion.inapi.cl/BuscaBiblio/>
3. Willem Coppens. 1907. Un material con base de yeso, para la fabricación de cielos i tabiques. Patente Chile n° 1970.
4. Jorje Federico Boeckel. 1906. El procedimiento Boeckel para la fabricación de tabiques de alambre i yeso. Patente Chile n° 1848. En 1909 se le concedió un privilegio a Máximo Gulland con unas modificaciones al privilegio de Boeckel (Patente Chile n° 2197).
5. Onofre Raynold Franco. 1894. Un procedimiento para la construcción de edificios contra incendios, siempre que el total del edificio o todo un departamento se construya en conformidad al plano i pliego de esplicaciones depositado en el Museo Nacional. Patente Chile n° 870.
6. La mezcla se componía de: 3 partes de alumbre, 6 de cemento romano, 12 de escoria de hulla, 21 de yeso y 6 de agua.
7. Eduardo Avendaño, 1894, n°860; 1896, n° 966; 1899, n° 1132; 1904, n°1693; 1907, n° 1961; 1909, n° 2257; 1911, n° 2511.

8. Eduardo Avendaño. 1907. Un sistema de tabique consistente en armazones comunes de madera o fierro i alambre, rellenos con ladrillos de forma especial perforados horizontalmente. Patente Chile n° 1961.
9. Eduardo Avendaño. 1909. Unas mejoras en el sistema de tabiques con armadura de madera o fierro, caracterizadas por la trabazón horizontal de los alambres verticales, los que se colocan entre ladrillos de forma especial -ya sean llenos o perforados horizontalmente. Patente Chile n° 2257.
10. El adobillo es un bloque de tierra y paja que tiene en sus dos extremos ranuras que se ensamblan en listones entre pies derechos. El listón permite que el adobillo no se desplace horizontalmente entre pies derechos en caso de sismo. (Dávila, V. y Contreras, J.. 2022. *El adobillo, cultura constructiva de Valparaíso*)
11. Amilcar Massari. 1912. Construcciones sistema Massari. Casas de tabiques de madera forrados con cemento armado. Patente Chile n° 2649.
12. «Prueba de un sistema de construcción». *Revista Sucesos*, 7/12/1911.
13. Marco Aurelio Boldi. 1910. Sistema de Construcción en Madera Cementada, reforzada y protegida. Patente Chile n° 2349. Ricardo Castellani cesionario de la invención.
14. «Construcciones contra terremotos e incendios.» 1908. *La Unión* (18 de junio), 1908.
15. La normativa vigente indicaba que era el inventor quien contrataba al perito. El peritaje lo realizó Rubén Dávila, jefe de los Talleres de Ensayos de Resistencia de la Universidad de Chile, Taller que había fundado en 1898 Carlos Koning. (Köning, Carlos. «Talleres De Ensayos De Las Resistencia De Los Materiales.» *Anales De La Universidad De Chile* 87 (1894): 381–94).
16. «Comercio é Industrias.» 1908. *Varietades, Revista Semanal Ilustrada (Sucesora de Prisma)*, 14 de noviembre de 1908, 119.
17. «Municipalidad. Sesión ordinaria del 2 de enero de 1909». *Diario el Tiempo*, edición de la mañana, 3 de enero de 1909.
18. A Lewen también se le otorgó una patente de invención en México; 25 de julio de 1910, Sistema de construcción. Patente México 10.788 (Secretaría de Justicia. 1911. *Colección Legislativa Completa de la República Mexicana*. Vol. Tomo XLII. Mexico: Talleres Tipográficos de Arturo García Cubas Sucesores Hermanos).
19. Lewen, Henry L. 1911. Reinforced concrete construction. Patente EEUU n° 986.474; 1911. Reinforced concrete construction. Patente EEUU n° 995.069; 1912. Floor and ceiling construction. Patente EEUU n° 1.014.157; 1912. Fireproof building construction. Patente EEUU n° 1.035.206.
20. Bloque de viga de piso de 1 a 5 metros de largo. Bloque de muro de 15 a 45 cm. de espesor y de 0,80 a 2,50 metros de largo y 0,60 a 1,50 metros de ancho. Bloque de tabique de 15 cm. de espesor y de 1 a 3 metros de largo y 0,60 a 1,50 metros de ancho.
21. La única referencia de esta patente a la cual tuvimos acceso es la lámina de la Revista Varietades. No existe referencia de la patente otorgada en el Archivo de IN-DECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual)
22. Hans Siegwart. 1900. Deckenkonstruktionsbalken. Patente Suiza n° 19.425; 1903. Manufacture of concrete beams, girders, &c., with iron bars inlaid, for building purposes. Patente EEUU n° 720,747.
23. Hans Siegwart. 1903. Decken-konstruktionsbalken. Patente Austria n° 11,264. Las acanaladuras no aparecen en la primera patente Suiza de 1900 n° 19.425.
24. Anjel Bernasconi. 1911. Un nuevo sistema de cemento armado, cuya principal característica consiste en un poste de cemento que puede prestarse a variados usos en las construcciones en jeneral Chile. Patente Chile n° 2591.
25. Se profundizar sobre las aseveraciones de Koning y contrastarla con otras posiciones de la época en: Maino, Sandro, Gil, Daniela, y Matías Correa. 2022. “Innovaciones en la construcción en Valparaíso después del terremoto de 1906.” *Actas del Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, Mieres, España; Maino, Sandro, Katherine Cabezas, y Marion Koch. 2020. “Iron cages.” *Technical discussions after the 1906 Valparaíso earthquake and reconstruction with new techniques and materials.* 12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC), Barcelona.
26. Santiago Castro Baeza y Federico Sibillá Rueda. 1912. Mejora en la construcción de cemento armado. Explicación de la Economía que se obtiene con el sistema de construcciones por medio de Dovelas de Cemento Armado. Patente Chile n° 2720.
27. Edificio en Avenida Las Delicias (actual Avenida Argentina) entre calle Colón e Independencia, mandante Clementina C. viuda de Etchegaray, ingeniero Federico Sibillá, Libro Dirección de Obras Municipales primer trimestre (Archivo Histórico Patrimonial de Valparaíso).
28. El sistema de Kahn es una armadura metálica utilizadas como refuerzos para el hormigón diseñada y patentada por el ingeniero Julius Kahn. La innovación de la barra está en su sección que tiene forma de diamante con bridas o alas proyectadas desde las esquinas opuestas, cortadas en intervalos y dobladas para formar un ángulo de 45 grados respecto de la barra principal.
29. Pablo Besana. 1909. Nuevo material para la construcción de paredes y tabiques consistente en un block hueco sílico-calcáreo. Patente Chile n° 2.240; 1909. Un

- nuevo tipo de dovelas de material silico-calcáreo, destinadas a la construcción de entre-pisos. Patente Chile n° 2.241; 1909. Un nuevo sistema para construir entre pisos con dovelas huecas silico-calcáreas. Patente Chile n° 2.242; 1909. Un nuevo sistema para la construcción de cornisas, empleando al efecto blocks huecos silico-calcáreos. Patente Chile n° 2.243.
30. Pedro Asvisio y Julio Manso. 1912. Un nuevo sistema de construcción con ladrillos o bloques sobrepuestos, de calzadura especial. Patente Chile n° 2.637.
31. Eduardo Avendaño. 1911. Un nuevo tipo de ladrillo aplicable a muros de construcción o a subsuelos de veredas, el que se caracteriza por estrías o acanaladuras continuas o discontinuas que pueden ejecutarse a voluntad en una o en todas las caras del ladrillo, según sea el objeto a que se destine. Patente Chile n° 2.511.
32. Alberto Zegers. 1913. Sistema de construcción de muros etc. con poliedros armados. Polyedres Armés. Patente Chile n° 2.915.
33. Francisco Solano. 1914. Sistema de relleno. Patente Chile n° 3.034.
34. Luis Aguayo. 1914. Sistema para construir murallas exteriores de edificios, o tabiques interiores, o cercos, o cualquiera otra especie de muros. Patente Chile n° 3.052.
35. Luis Troncoso. 1923. Sistema de construcción sísmico, constituido por una combinación de concreto armado y blocks de un nuevo material liviano y resistente. Patente Chile n° 5.317.
36. Homero Castro. 1924. Un nuevo procedimiento de construcción. Sistema de construcción C. N. Patente Chile n° 5.351.
37. «yeso, cal, cementos naturales y artificiales, con alma metálica o no productos cerámico y tierras cocidas, en general; fibrocemento, etc.»

LISTA DE REFERENCIAS

- Boldi, Marco Aurelio. 1910. *Le case popolari : monografia completa tecnico-economico-sociale*. Milano: Ulrico Hoepli.
- Guarda, Gabriel, y Rodríguez Hernán. 2013. *Casas de Valdivia : herencia alemana*. Santiago de Chile: Ediciones Banco Santander.
- Koning, Carlos. 1906. Las construcciones i el terremoto, informe pasado por la dirección de obras públicas al ministerio del ramo. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile* Año VI (n° 8-9): p. 405-411.
- Leonard, John William. 1925. *Who's who in engineering*. 2nd edition ed. New York: Who's who Publication.
- Lewen System of Reinforced Concrete. 1911. *Manufacturers Record. A weekly southern industrial, railroad and financial newspaper*, march 23, 1911, 1911.
- Lewen system of reinforced concrete construction. Newly patented system dispensing with forms, and insuring great strenght and elasticity with most economical application of material. 1911. *Cement World* Vol. V (n° 7): p. 31-33.
- Maino, Sandro, Daniela Gil, y Correa; Matías. 2022. Innovaciones en la construcción en Valparaíso después del terremoto de 1906. *Actas del Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, Mieres, España.
- Montero, Arturo. 1913. *Registro jeneral de patentes de invención : que comprende todo los privilejios - ya sean de invención o de introduccion- concedidos por el Gobierno de Chile desde el año 1840 hasta 1912*. Santiago de Chile: Imprenta y Encuadernación "El Globo".
- Urzúa R., Enrique. 1910. *Estudio comparado sobre propiedad industrial, literaria y artistica : memoria de prueba para optar al grado de Licenciado en Leyes y Ciencias Políticas*. Santiago: Imprenta Cervantes.

Construir una iglesia en espacios coloniales. El Reino de Nueva Granada, 1629

Francisco Mamani Fuentes

LA POLÍTICA CONSTRUCTIVA DURANTE EL SIGLO XVI

El control de nuevos territorios por parte de la corona española en el siglo XVI se basó en el establecimiento de una política urbana centrada en un espacio controlado por la población española. Este espacio central, además de reflejar la disposición urbana del poder español, tenía un entorno construido que representaba los nuevos poderes en la sociedad colonial.

A partir de la confirmación del *Patronato Regio* por el papa Julio II en 1508, la construcción de iglesias se convirtió en un objetivo clave para la evangelización de las poblaciones indígenas. La bula *Universalis Ecclesiae* estableció normativas, indicando que la construcción de iglesias debía autorizarse expresamente por los reyes Fernando y Juana, así como el futuro rey de Castilla y León. Este marco político y jurídico reguló la construcción de iglesias en América, resultado de la unión de los poderes real y eclesiástico, organizados paralelamente mediante el derecho civil y canónico. Aunque las directrices jurídicas provenían del poder eclesiástico, la corona estaba a cargo de ejecutar la construcción de iglesias, estableciendo criterios como *suficiencia, perpetuidad y decencia* a través de cédulas reales y contratos de construcción (Suess 2002, 127)

Es crucial destacar que la corona estableció un sistema de reglas basado en la experiencia adquirida en la incorporación de otros territorios, como Al-Ándalus y las islas atlánticas. La incorporación del reino

nasrí de Granada, especialmente en la organización de la iglesia, tuvo un impacto significativo (Henares y López Guzmán 2020 [1989], 128-131). Sin embargo, se requirió mayor adaptabilidad a las condiciones de los territorios y poblaciones conquistadas en el siglo XVI. El poder eclesiástico también se adaptó para garantizar la estabilidad de los nuevos territorios, dando origen a nuevos obispados y jurisdicciones eclesiásticas, junto con la regulación de prácticas eclesiásticas mediante constituciones sinodales y conciliares. Numerosas reglas de construcción fueron establecidas por el poder eclesiástico, siempre en sintonía con las reglas de la corona.

En el siglo XVI, la construcción de iglesias estuvo regulada por varias instancias jurídicas en distintas partes de la América española. Una de las primeras reglas, establecida en la instrucción al comendador Nicolas de Ovando en 1502, indicaba que la organización del espacio alrededor de una iglesia en los pueblos era fundamental para la evangelización de las poblaciones indígenas (Solano 1996, 25). Durante el concilio provincial de Sevilla de 1512, que impactó significativamente en la América española, se determinó que la construcción de iglesias requería la autorización expresa del obispo para evitar fraudes. Además, se especificó la necesidad de una capilla dentro de la iglesia para el santo sacramento (González y Tejada y Ramiro 1855, 85 y 102). Las leyes de Burgos de 1512 también establecieron que debía haber una iglesia en los pueblos de indios y que su

construcción estaría a cargo del encomendero, proporcionando las condiciones mínimas para el adoctrinamiento de la población local (Suess 2002, 321).

Un aspecto fundamental en la construcción de iglesias en pueblos indígenas fue la *Ordenanzas de Poblamiento* de Felipe II en 1573. Estas leyes buscaban establecer un criterio común para el «descubrimiento, población y pacificación», evitando un impacto destructivo en las comunidades locales y favoreciendo su protección. Aunque estas normas tenían un objetivo urbano y no detallaban cómo construir las iglesias, consagraron la presencia de una iglesia en la cuadrícula urbana de cada nueva ciudad. Las ordenanzas indicaban que los primeros solares después de las plazas y calles debían asignarse al templo de la iglesia mayor, parroquia o monasterio. Estos debían estar en una isla completa, sin que ningún otro edificio se acercara, excepto aquel destinado a su comodidad y ornato. También se establecía la distancia entre iglesias, promoviendo la formación de plazas menores en proporción adecuada para la doctrina. Además, la ordenanza especificaba que todos los edificios debían tener una cierta forma para embellecer la población. Para asegurar este criterio civilizatorio, se estipulaba que un alarife o persona capacitada designada por el gobernador supervisara las obras (Solano 1996, 212 y 214).

Estas reglas fueron implementadas por Francisco de Toledo, virrey del Perú, entre 1569 y 1581, mediante una política reduccional de las poblaciones indígenas caracterizada por su naturaleza centralizada y autoritaria (Glave 2017). Aunque este sistema se aplicó de manera general en el virreinato del Perú, su replicación dependió de las poblaciones indígenas y de las condiciones geográficas y materiales de las nuevas fundaciones.

El concilio de Trento y su impacto en la América española

El concilio de Trento fue, sin duda, uno de los puntos de inflexión más destacados en la historia de la Iglesia católica, con importantes repercusiones para la política de evangelización en América y la regulación de la construcción de iglesias. El Concilio se apresuró a establecer una estrecha relación entre la función y la forma de los productos culturales de la Contrarreforma, de modo que la arquitectura y la

construcción debían representar esta nueva lógica espacial y litúrgica basada en la teatralidad de la salvación (Po-Chia Hsia 2010, 200-201). Aunque el paradigma de esta nueva forma de concebir los espacios sagrados es la iglesia del *Gesù* de Roma, solo se manifestó en la mayoría de las iglesias mayores y en las iglesias conventuales de la Compañía de Jesús, dejando la puerta abierta a la cultura constructiva hispánica en los edificios religiosos.

Uno de los representantes más significativos de esta nueva política constructiva fue Carlos Borromeo, que encarnó el espíritu de la reforma tridentina en sus *Instruktionen Fabricae et Supellectilis Ecclesiasticae* (1577). Establece con gran detalle los criterios para la posición de la iglesia, el tipo de planta y los requisitos para el aspecto y la forma de sus componentes. También indica la importancia del sistema de construcción del tejado y el papel de la madera en su fabricación:

Y ya que debe tenerse gran cuenta del techo porque protege a todo el edificio, porque si este está mal confeccionado y mal sostenido, la madera se pudre, se tambalean las paredes e insensiblemente se debilita toda la estructura, ciertamente al techar la iglesia que se levanta para perpetuidad con sacras imágenes y todo ornato pío y aparato religioso, se requiere diligente y singular industria del arquitecto. Este, cualquiera sea la forma del techo, o displuviado, o abovedado, o artesonado, vea en primer lugar que sea bien firme tanto la materia lignea de construcción, es decir, las maderas, los cabríos, las viguetas y otras cosas de este género, de las cuales consta aquel, así como toda la consignación (Borromeo 2010 [1577], 9).

Además de los aspectos estrictamente estructurales, el Concilio de Trento también estableció normas generales sobre el mantenimiento y la reparación de las iglesias¹. Así, en 1551, bajo el pontificado de Julio III, la Sesión XIII reafirmó que el Santísimo Sacramento de la Eucaristía debía ocupar un lugar destacado en la iglesia; aspecto que influyó en la conformación ornamental de las iglesias y en la instalación de cubiertas. Bajo Pío IV, en 1562, la sesión XXI estableció la política de reparación de los templos, tanto de las iglesias mayores como de las parroquiales; y en 1563, la sesión XXIV estipuló las diversas formas de ayuda a las iglesias, en particular a las de rentas bajas (Chanut 1674, 122, 243 y 360).

El impacto del Concilio de Trento fue fundamental en la política de construcción de iglesias en los An-

des. Así, en 1551, fray Gerónimo de Loaysa, arzobispo de Lima, en respuesta a Trento, dirigió el primer concilio de Lima. Uno de los puntos más interesantes sobre la construcción tiene que ver con las condiciones ornamentales de las iglesias de los pueblos de indios o iglesias de doctrina o doctrineras: «y se procurará el tal sacerdote de adornarla de arte que entiendan la dignidad del lugar y para lo que se hace» (Vargas Ugarte 1951, 8). Para ello establece como criterio que el lugar y el procedimiento deben ser responder a la *decencia* del espacio sagrado.

CONSTRUIR Y EVANGELIZAR EN NUEVA GRANADA. EL CATECISMO DE FRAY LUIS ZAPATA DE CÁRDENAS (1575)

El origen de las normas constructivas de Fray Luis Zapata de Cárdenas, presentes en su catecismo², se basa en la consolidación de las poblaciones indígenas en el territorio de Santafé de Bogotá, donde ejercía como arzobispo. Su experiencia previa como comisario general de la orden franciscana en Perú (1560-1565) le proporcionó una conciencia aguda sobre la importancia de las reducciones en la conversión de los indígenas y los desafíos inherentes a este sistema, aspectos que tomó en consideración al llegar a Santafé en 1573 (Chica 2015, 143-146). Convencido de la necesidad de plasmar la doctrina mediante la creación de pueblos y la construcción de iglesias, Fray Luis enfatizó en su catecismo las condiciones para fundar iglesias. Aunque su propuesta no se implementó de inmediato, sentó las bases para formalizar las doctrinas, superando la fase misionera en los pueblos de su archidiócesis (Chica 2015, 165).

En las reuniones de 1574 y 1575, a las que asistieron Fray Luis Zapata de Cárdenas y las autoridades civiles y eclesíásticas, se acordaron disposiciones para la creación de reducciones indígenas en el reino de Nueva Granada. Estas decisiones influyeron en la Real Disposición dada en Santafé el 22 de mayo de 1575, que estableció el régimen de reducciones para la ciudad de Tunja³. Esta Real Provisión debió servir de modelo para otras áreas de la Audiencia, ya que en ella se estableció un procedimiento para la fundación de pueblos de indios y el trazado de iglesias. Su importancia es tal que puede considerarse la fuente de las ordenanzas de poblamiento expedidas a finales

del siglo XVI y principios del XVII en la Nueva Granada (Sánchez 2010, 68).

El documento contiene un procedimiento metódico para la fundación de pueblos de indios, indicando cómo elegir el terreno, qué recursos deben rodearlo, la disposición de la trama urbana en torno a una plaza y la previsión de solares para edificios como la iglesia, el ayuntamiento o la cárcel. Respecto a las normas de edificación, las Reales Provisiones establecían cómo debían construirse los edificios, indicando que la iglesia sería el primer edificio en levantarse y que temporalmente podría ser de madera: «la casa e yglesia del religioso a de ser lo primero que se hace de tapias y porque es virisimil y [pa]resçe que tardará en hazerse algunos días para en el entretanto que se haze como dicho es lo podrían hacer de madera» (AGN, Colonia, Boyacá:SC.11,24, f. 612v, 1575).

Estas reglas espaciales y constructivas se reflejan en el catecismo de Fray Luis Zapata de Cárdenas, que, según Juan Marín, fue redactado simultáneamente con las ordenanzas expedidas para la provincia de Tunja a finales de 1575 (Marín 2008, 67-68). La importancia de este catecismo radica en los datos prácticos y concretos que aporta para la disposición de las iglesias, siendo fundamental para el adoctrinamiento de los indígenas (Chica 2015, 174).

A partir de la transcripción del catecismo realizada por Juan Marín en 2008, resaltaremos algunos aspectos relacionados con la disposición de los templos de doctrina:

1. Ubicación: El templo debe situarse en un entorno donde se puedan obtener recursos naturales suficientes para el mantenimiento de sus habitantes.
2. Tamaño: Fray Luis es escueto en este aspecto, no especificando la capacidad necesaria de los templos.
3. Materialidad: Poca información se ofrece sobre este punto en el catecismo. Frente a críticas a los templos de ladrillo y techo de paja, Fray Luis propone la perpetuidad de la obra, necesaria para completar la etapa misionera.
4. Ornamentación y decoro: Fray Luis destaca la importancia de que la iglesia sea objeto de admiración y enseñanza, y que su construcción despierte la devoción de los indígenas. Establece que debe conservarse con toda hermosura en la medida de lo posible.

5. Espacios de la iglesia: El catecismo detalla que el edificio debe tener un pórtico para la predicación a los inconversos y la formación de los adoctrinados. Una reja de madera separa física y simbólicamente el espacio destinado a los fieles de los que se están formando. Desde el arco toral comienza el presbiterio, el espacio más sagrado de la iglesia. Otros lugares mencionados son la sacristía, junto a la capilla mayor, el confesionario y el campanario.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA IGLESIA DE BOJACÁ (1629)

Un caso de particular interés para observar la aplicación de las normas constructivas y arquitectónicas es la iglesia de doctrina en el pueblo de indios de Bojacá. Ubicada en la actual Colombia, en el departamento de Cundinamarca, a 40 km al noroeste de Bogotá, Bojacá, antes de la llegada de los españoles, ostentaba importancia como punto defensivo para los Muisca (Reina 2008, 60-61). Tras la conquista por parte del español Gonzalo Jiménez de Quesada en 1537, se facilitó la llegada de los Dominicos. La doctrina de Bojacá se estableció rápida-

mente y fue entregada al Clero secular en 1582, durante el arzobispado de Fray Luis Zapata de Cárdenas (Monrroy 1962, 351).

Resulta notable que, a pesar del buen funcionamiento de la doctrina, no contara con una iglesia en condiciones adecuadas. Esta carencia llevó al oidor Fernando de Saavedra a comisionar a Cristóbal Serrano, alarife y albañil, para llevar a cabo una evaluación de la iglesia de Bojacá en 1629. Dicha evaluación incluyó el plano de la planta de la iglesia y una descripción del deplorable estado en que se encontraba (Figura 1). Posteriormente, se acordó con el carpintero Antonio Rodríguez la construcción de una nueva iglesia (Figura 2). El documento correspondiente fue firmado el 28 de noviembre de 1629 en la ciudad de Santa Fe de Bogotá y se conserva en la actualidad en el Archivo General de la Nación de Colombia⁴.

Aspectos constructivos, técnicos y materiales

En primer lugar, el documento especifica cómo deben llevarse a cabo los cimientos de la iglesia y qué tipo de tierra debe utilizarse: «Primeramente se deben ahondar los cimientos según la indicación del

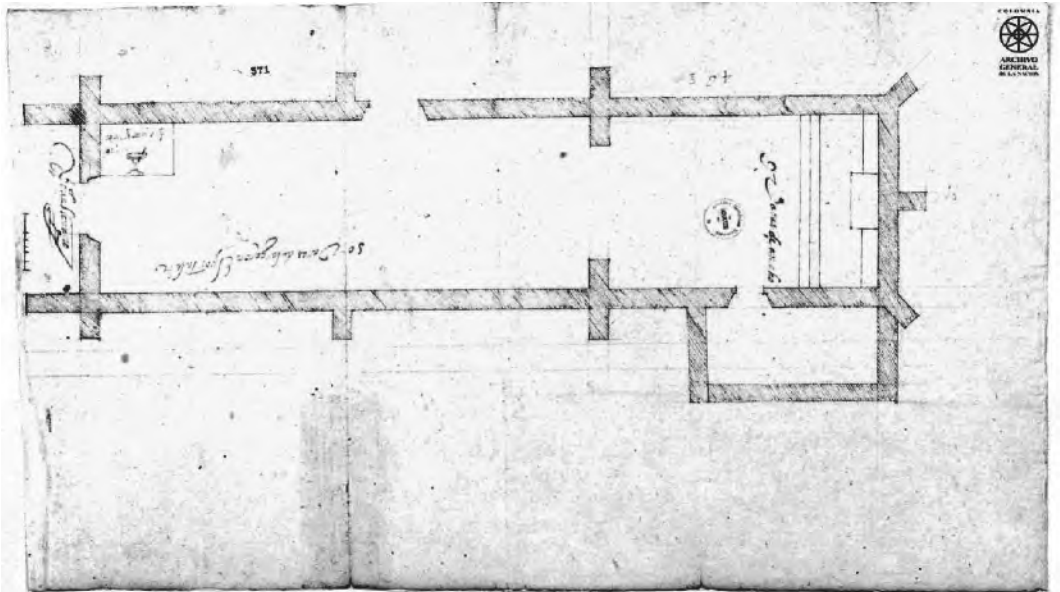


Figura 1

Plano de la Iglesia de Bojacá (© Archivo General de la Nación – Colombia, SMP.4.REF.41A, 1629)



Figura 2
Interior de la iglesia de Bojacá. (Francisco Mamani, 2018)

plano, con una anchura de una vara y tres cuartas, hasta llegar a una arena blanca fuerte que se encuentra a poco más de dos varas de profundidad, y desde allí se deben conformar los cimientos» (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, ff.614v-615r). Además, se detalla el método para realizar la mezcla: «La mezcla deberá consistir en piedra, cal y arena, bien mezclados en una proporción de dos partes de arena y una parte de cal» (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, f. 615v). Se añade que estos cimientos de mampostería deben elevarse hasta una vara de altura, utilizando piedra, cal y arena, y deben reforzarse con dos hileras de ladrillo.

En relación con los muros restantes de la estructura, se prohíbe la utilización de tapias «porque no hay buena tierra allí, sino muy lejos, y es menos trabajo para los indios traer piedra que tierra» (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, f.616v).

Se especifica que la iglesia debe contar con un arco toral de medio punto que divida la capilla mayor de la iglesia, construido con ladrillo, cal y arena. Además, se construirán dos portadas de ladrillo, una en el testero y otra en el costado, cada una con sus arcos, y sobre la portada principal se debe construir «otro sobrearco» debido al peso del campanario. Se deben colocar tres ventanas «donde mejor convengan», con umbrales de madera y pilares de ladrillo, piedra y cal. En cuanto al campanario, se indica que debe construirse con ladrillos, cal y arena, ubicado sobre la puerta principal AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, ff. 616vta).

La techumbre estará compuesta por tejas unidas por un mortero de cal y arena. Se establece que el interior de la iglesia debe ser encalado, y el exterior revocado con cal (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, f.616v).

Se detalla la construcción de un altar en el interior de la iglesia, con tres gradas y una peana de ladrillo con pilastras de madera. La sacristía, unida a la pared de la iglesia con refuerzos de piedra, ladrillo, cal y arena, deberá estar encalada por dentro y revocada por fuera con cal. También se mencionan dos pilas bautismales (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, ff. 616v-617r).

Con respecto a la cubierta, se especifica que debe ser de par y nudillo, con tirantes agrupados de dos en dos, y la madera debe estar escuadrada. Se instalará un canecillo del mismo grosor que los tirantes en cada uno de los pares, y en las esquinas se colocarán limas y cuadrales con sus propios canecillos. Se menciona la instalación de dos tirantes junto a los arcos torales. La cubierta de la sacristía será un alfarje compuesto por una viga madre y otras cruzadas (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, ff. 616vta).

Se detalla la fabricación de dos pares de puertas para la iglesia y la sacristía, equipadas con cerrojo, cerradura y llave. Se creará una caja o alacena con cerradura en el baptisterio para almacenar el óleo y el crisma, y se construirá una reja de madera para su puerta AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, f.618r)

Aspectos humanos y legales

El documento establece inicialmente el método de subasta para la adjudicación del contrato. Esta se llevaba a cabo mediante una oferta a la baja, es de-

cir, aquel que ofreciera menos por las condiciones de la obra, se le otorgaba el contrato. En este caso, las condiciones fueron establecidas por Cristóbal Serrano, alarife y albañil de Santa Fé de Bogotá (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, f.615r). El contrato especifica que la obra no debe extenderse por más de dos años, contados a partir del día de la adquisición por parte del carpintero Antonio Rodríguez (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, f. 618r). Se establece también que la comunidad local proporcionará la mano de obra y se encargará de la obtención de la cal, la fabricación de las tejas y ladrillos, así como del transporte de la tierra, la madera y cualquier otro material necesario. El maestro de obra deberá traer su propio equipo de oficiales, como carpinteros, tejeros, caleros y albañiles, y será responsabilidad suya pagarle a cada uno. Además, los materiales deberán ser suministrados por el maestro de obra (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, f.618r).

El pago se realizará con el dinero de la propia comunidad de Bojacá, a través de cuatro pagos que serán evaluados por dos oficiales peritos (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, f. 618v):

- 1ª paga: el día en que se inicien las excavaciones para los cimientos de la iglesia.
- 2ª paga: el día en que los cimientos alcancen una vara de altura desde la superficie de la tierra.
- 3ª paga: cuando esté lista para la instalación de la cubierta y del tejado.
- 4ª paga: cuando todo esté finalizado según las condiciones acordadas previamente.

El documento nombra a los fiadores del carpintero Antonio Rodríguez: Lorenzo Hernández (pintor), Bernabé de Pedraza (cerero) y Bartolomé de Orozco (carpintero), además del capitán Joseph de Pisa, Marcos de la Guerra (carpintero) y Cristóbal Serrano (albañil), Matías Moreno (albañil), Juan de Chinchilla (sastre) y Alonso Rodríguez de Castellón. También se establece que, en caso de que la obra no se realice según lo acordado en las condiciones, Antonio Rodríguez deberá, a su costa, buscar peritos en el arte de la albañilería y la carpintería, quienes deberán reconstruir la iglesia (AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, ff. 618v-620r).

CONCLUSIONES

En el caso de la iglesia doctrinera de Bojacá, resulta relevante observar que sigue el modelo arquitectónico establecido tanto por la corona como por la iglesia. De hecho, esta iglesia aún refleja espacialmente los requisitos del catecismo de Fray Luis Zapata de Cárdenas. Desde un punto de vista constructivo, la iglesia de Bojacá no difiere significativamente de aquellas erigidas en el altiplano cundiboyacense. Contaba con una nave y una capilla principal diferenciadas por un arco toral, además de una sacristía y un baptisterio adyacente.

En términos jurídicos, se observa una modificación significativa en lo que respecta al formato de pagos, ya que no sigue la fórmula tradicional del tercio o los tres pagos. Este cambio podría indicar un mayor control por parte del comitente y, al mismo tiempo, proporcionar al maestro de obra los recursos necesarios para adquirir materiales y remunerar a sus trabajadores. Es relevante destacar que el maestro de oficio, siendo carpintero, asume también la responsabilidad de la construcción, demostrando competencias que incorporan otros conocimientos constructivos.

NOTAS

1. Carlos Borromeo también recoge las normas establecidas para la conservación, mantenimiento y reparación de las iglesias (Morros 2013).
2. El texto original del catecismo se encuentra en la Biblioteca Pública de New York. En 1988, Alberto Lee López hizo una edición de la obra. En 2008, John Marín Tamayo hizo, por su parte, una nueva edición, salvo que a partir de un manuscrito que se encuentra en la biblioteca del Palacio Real de Madrid (II/2869, 78 folios, 1789) (Marín 2008, 271-343).
3. Archivo General de la Nación (AGN), Colombia, Colonia, Boyacá:SC.11,24, ff.612vta.
4. AGN, Colonia, Fábrica-Iglesias:SC.26,2,D.6, ff. 615r-620v.

LISTA DE REFERENCIAS

- Borromeo, Carlos. 2010 [1577]. *Instrucciones de la fábrica y del ajuar eclesiástico*. México: Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM.

- Chanut, Martial. 1674. *Le Saint-Concile de Trente œcuménique et générale célébré sous Paul III, Jules III et Pie IV, souverains pontifes*. Paris: Imprimeur Sébastien Mabre-Cramoisy.
- Chica, Angélica. 2015. *Aspectos históricos-tecnológicos de las iglesias de los pueblos de indios en el siglo XVII en el Altiplano Cundiboyacense como herramienta para su valoración y conservación* (Tesis doctoral). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Glave, Luis Miguel. 2017. « La cuadratura del círculo y las rendijas del encierro: Política de reducción de indios en los Andes en tiempos del virrey Toledo ». En *Reducciones: la concentración forzada de las poblaciones indígenas en el Virreinato del Perú*, editado por Akira Saitō y Claudia Rosas, 103-146. Lima: PUCP.
- González, Francisco, y Juan Tejada y Ramiro. 1855. *Colección de cánones y de todos los concilios de la Iglesia española*, vol. 1. Madrid. Imprenta de J.M. Alonso.
- Henares, Ignacio, y Rafael López Guzmán. 2020 [1989]. *Arquitectura mudéjar granadina*. Granada: Universidad de Granada.
- Marín, John. 2008. *La construcción de una nueva identidad en los indígenas del Nuevo Reino de Granada: la producción del catecismo de Fray Luis Zapata de Cárdenas (1570)*. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Monroy, Luis. OSA. 1962. « Los Agustinos en el pueblo de Bojacá ». *Archivo Agustino* 56: 348-397.
- Morros, Jordi. 2013. « Estado de conservación, mantenimiento y reparación de las iglesias entre los siglos XVI y XVIII ». En *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción: Madrid, 9-12 de octubre de 2013, vol. 2*, editado por Santiago Huerta y Fabián López, 737-746. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Po-Chia Hsia, Ronnie. 2010. *El mundo de la renovación católica*. Madrid: Akal.
- Reina, Sandra. 2008. *Traza urbana y arquitectura en los pueblos de indios del altiplano cundiboyacense: siglos XVI al XVIII, el caso de Bojacá, Sutatausa, Tausa y Cucaita*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, Guadalupe. 2010. *Los pueblos de indios en Nueva Granada*. Granada: Atrio.
- Solano, Francisco de. 1996. *Normas y leyes de la ciudad hispanoamericana: 1492-1600*. Madrid: CSIS.
- Suess, Paulo. 2002. *La conquista espiritual de la América española: 200 documentos*. Quito: Centro Cultural Abya Yala del Ecuador.
- Vargas Ugarte, Rubén. 1951. *Concilios Limenses (1551-1772)*, vol. 1. Lima: Tipografía Peruana.

La fortaleza de Caravaca de la Cruz: Crisol de técnicas constructivas

Rafael Marín Sánchez

Los recintos defensivos medievales han mantenido en no pocas ocasiones un uso continuado durante 600 u 800 años, en los que se han sucedido diversos cambios de uso, dando lugar a derribos, reparaciones, reconstrucciones, ruinas y ampliaciones que los han transformado repetidamente, como si de un eterno paño de Penélope se tratara. Este complejo periplo suele dejar una importante huella en sus fábricas que, en bastantes ocasiones, acumulan un amplio repertorio de soluciones, a veces inéditas o poco conocidas, procedentes de distintas culturas constructivas que no siempre resulta sencillo asociar con un colectivo o periodo histórico concreto. En bastantes ocasiones los oficios e incluso la mano de obra permanecen tras la conquista o el cambio de usuario. Es aquí donde el análisis cruzado de las fuentes documentales y arqueológicas, unidos a las metodologías propias de la historia de la construcción resultan imprescindibles para intentar determinar su cronología y poner en su contexto tecnológico cada fábrica.

Esta contribución pretende poner el foco en las propuestas técnicas más relevantes de esta fortaleza haciendo hincapié en los aspectos metodológicos anteriormente señalados. En su desarrollo, se establecerán los principales referentes de cada una de ellas y se propondrán los posibles itinerarios de llegada con vistas a facilitar una nueva lectura no solo técnica, sino también histórica, del monumento desde la particular perspectiva de la Historia de la Construcción.

NOTICIA HISTÓRICA

La fortaleza de Caravaca es una antigua estructura defensiva de origen incierto que se emplaza sobre un promontorio rocoso delimitado exteriormente por un recinto amurallado jalonado por 17 torres con un único acceso a poniente. Dicho recinto delimita una gran albacara o plaza de armas de unos 4.000 m² con dos aljibes, hoy soterrados, en sus extremos meridional y septentrional. En su flanco oriental se sitúa el núcleo formado actualmente por la Basílica de la Vera Cruz y la llamada «casa del capellán». Ambos volúmenes se elevan sobre el solar que antes ocupó el primitivo castillo bajomedieval o tercer recinto fortificado, bien documentado por las visitas santiaguistas (Marín Ruiz de Assín 1998 y 2007). A finales de la edad media su sistema defensivo se completaba con otro anillo amurallado exterior que cercaba el caserío circundante.

En su origen podría haber sido un *hisn* o refugio amurallado con escasas edificaciones permanentes –entendidas como aquellas realizadas con materiales perdurables–, más allá de algunos depósitos para el almacén de agua o víveres y alguna torre vigía y de refugio. O al menos en esa dirección parecen apuntar la ausencia de referencias documentales y de restos arqueológicos, unidos a la permanencia de restos de un recinto amurallado de fábrica de tapia, probablemente de los siglos XII-XIII.

El asentamiento fue ganando importancia como espacio doméstico y de culto religioso a partir del si-



Figura 1
Vista aérea del estado actual de la antigua fortaleza de Caravaca, hoy Santuario



Figura 2
Vista de la torre de la Vera Cruz y la torre Chacona desde el norte en 1929. Foto AGRM

glo XV, siendo posible identificar a partir de esa etapa una cierta zonificación de usos en el interior del recinto que en algunos casos ha llegado hasta nuestros días. Así, el «tercer retraimiento», «cuerpo de la fortaleza» o «castillo de dentro», como es llamado indistintamente en los documentos de la Orden de Santiago al espacio ocupado actualmente por la iglesia y el actual edificio de servicios, habría sido erigido a partir del siglo XIII, tras la conquista cristiana, para servir primero como residencia y más tarde también como lugar de culto. La identificación de sus principales volúmenes, así como la configuración y organización funcional de dicho espacio entre los siglos XV y XVI fue esclarecida por Indalecio Pozo (2003). Aunque muchas de sus fábricas bajomedievales fueron demolidas a partir del último cuarto del siglo XVI y sustituidas por los actuales volúmenes, las excavaciones arqueológicas de 2001 y 2002, con motivo de la celebración Jubilar, permitieron establecer una hipótesis bastante fiable de sus características con la ayuda de las actas correspondientes a las sucesivas visitas Santiaguistas conocidas desde 1498 en adelante (Marín y Pozo 2021).

Los edificios conservados en ese espacio respetan, en esencia, la configuración militar inicial de tres cuerpos organizados en torno a un patio interior, con un mirador sobre la muralla en el flanco oriental. En

el lado septentrional se emplaza la antigua «casa del capellán», formada por dos pabellones en ángulo recto de una crujía y dos plantas de altura construidos a partir de 1577 y antes de 1606 y orientados al norte y al oeste respectivamente. En el lado meridional, se sitúa la iglesia trazada por el carmelita descalzo fray Alberto de la Madre de Dios cuya construcción, iniciada en 1617, se prolongó durante casi cien años (Sánchez 2001 y Pozo 2012). Dicha iglesia, de traza post trentina y cabecera a la romana fue concluida en 1703 a excepción de la portada-retablo barroca culminada hacia 1734. Su capilla mayor quedó diestramente integrada en la antigua torre de la Vera Cruz, que anteriormente acogió la primitiva Capilla del Aparecimiento (Marín 2018).

El núcleo habitacional anteriormente descrito convivió hasta 1947 con otro de carácter más secundario situado en la plaza septentrional. Este podría haber constituido un conjunto residencial y de servicio más o menos autónomo y de considerable antigüedad que, presumiblemente, incluyó una pequeña mezquita de características muy similares a la mezquita del Centeno de Lorca (con la que parece compartir orientación), cuyas fabricas asentarían sobre los muros del aljibe norte. Desde finales de la Edad Media está bien documentada la existencia de varios grupos de edificios y viviendas en esta zona que se imbrican

con la muralla: cocinas y habitaciones para el alcaide, caballerizas y la ermita dedicada a Santa María del Castillo, bajo la «adlocacion de Nuestra Señora de la Encarnacion» (Pozo 2001 y 2012), que debió aprovechar el solar de la antigua mezquita.

Fábricas de tapia de cal

En la fortaleza se conservan aún varios torreones y algunos restos de lienzos constituidos por fábricas de tapia en un razonable estado de conservación. Estos y las noticias procedentes de las periódicas visitas de inspección santiaguistas sugieren, además, la posibilidad de que pudiesen existir algunos otros bajo los recubrimientos de mampuestos que revisten hoy la mayor parte de los lienzos y torreones de la defensa perimetral que circunda la albacara. No obstante, la existencia de una fábrica de tapia no implica necesariamente que la construcción que la acoge sea de origen andalusí. Así se constata, entre otros, en el compromiso que suscribió en 1347 el comendador de Caravaca Ruy Chacón, ante el maestro de Santiago, obligándose a construir mayoritariamente en tapia la fortaleza cristiana de Bullas (Torres Fontes 1980, 166-168). Cabe suponer que esta medida estuviese muy condicionada de antemano por la abundancia de mano de obra musulmana, unida a la ausencia de constructores cristianos en dichos territorios en ese momento tan temprano de reasentamiento. Los propios visitantes de la Orden de Santiago, durante sus inspecciones a la fortaleza de Caravaca, también ordenaron frecuentemente reparos con fábricas de tapia en los lienzos de muralla, pretilos, torres y edificaciones diversas hasta bien entrado el siglo xvi.¹ En cualquier caso, la escasa relevancia del asentamiento hasta el siglo xiii parece quedar también reforzada por otras noticias indirectas. Caravaca no estuvo entre los lugares musulmanes que firmaron el tratado de Alcaraz, un hecho que junto a otros datos análogos sugiere su escasa relevancia como núcleo de interés político y económico hasta al menos bien entrado el siglo xiii (Pozo 2003).

La conocida como «torre de la Vera Cruz» es un volumen prismático de planta cuadrada que ocupó en su día la esquina sureste de la fortaleza bajomedieval. Recibe esa denominación porque en ella se emplazó la primitiva capilla donde se guardaba la Sagrada Reliquia, al menos desde el siglo xv. Se

encontraba macizada hasta la mitad de su altura y contó con al menos dos dependencias superpuestas. Su interior sufrió en el siglo xvii una importante transformación para alojar en ella la capilla mayor del nuevo templo proyectado por fray Alberto de la Madre de Dios. Durante dichas obras se procedió a su refuerzo y forrado exterior con una fábrica de sillaría; se demolió el muro de poniente y se descamaron parcialmente por su cara interior los muros septentrional y meridional para corregir su orientación y acomodarla al eje de la nueva iglesia. Esta actuación fue constatada durante las obras de restauración acometidas en diciembre de 1999, que también permitieron establecer las características de la fábrica original de tapia de cal.

En el muro meridional, que solo fue recortado unos 10 cm, se pudo determinar con precisión su sistema constructivo y medir la altura de sus tapiales. Los cajones estaban formados por tablas de unos 16 cm de ancho y se disponían sobre unos lechos de 10 cm de mortero de cal atravesados por agujas de madera de unos 6x4 cm de sección. Alcanzaban una altura de 72 cm y acogían entre 7 y 8 tongadas de tierra bien compactadas. Esta altura podría equivaler a 1,5 codos comunes o codo mamuní de 47,14 cm y el ancho de la tabla se aproxima también a 1/3 de codo mamuní (15,8 cm), según la propuesta metrológica de Jiménez Hernández (2015). En todo caso, las medidas anteriores no responden con claridad a la métrica propia de Castilla, tomando 83,5905 cm como el valor de referencia de una vara.

La «torre Chacona», emplazada en la esquina noreste del perímetro defensivo de esta «fortaleza de dentro», sirvió como torre del homenaje desde al menos el segundo tercio del siglo xv. De planta rectangular y alzado ataludado en todos sus frentes, se encontraba también macizada hasta la altura de su décima tapia de hormigón de cal. Las visitas santiaguistas del siglo xvi aluden de manera recurrente al mal estado de sus fábricas y proponen repetidas actuaciones, como la recogida en la visita de 1507 cuando se ordenó reforzarla con «vna tapia de muro a la redonda, que son diez y syete tapias de syete pies en grueso» (Marín Ruiz de Asín 1998). En 1766 también se trabaron sus esquinas con sillares, aunque esto no evitó un derrumbe parcial en 1888 y la caída de su muro norte en 1946, que desembocó en una fuerte intervención en 1950. Estos hechos obligan a tomar con cierta



Figura 3
Arranque de la torre Chacona antes de la intervención de 2001

cautela las dimensiones de las tapias que permanecían a la vista en las partes bajas de las fábricas sur y este hasta la última intervención de 2001.

La torre arrancaba de un plano horizontal con una zarpa escalonada de tapia de argamasa con grandes mampuestos que completa el desnivel rocoso del terreno y cuya factura parece seguir la tradición constructiva militar andalusí, aunque su mal estado impide constatar si la métrica de los cajones es compatible con dicha hipótesis. Según los datos tomados por Brotons (1999, 446) los tapiales del alzado se sujetaban con agujas de 9x5 cm de sección dispuestas cada 45-50 cm, tenían una altura de 80-82 cm y estaban formados por 2 tablas de 40 cm, unas dimensiones que resultan muy próximas a una vara castellana (83,5905 cm) y sus múltiplos en pies y palmos. En las referidas obras de restauración se localizó una antigua ventana en el muro sur de 102 cm de alto y 57 cm de ancho, que fue cegada durante la actuación de 1507. En esa zona se conserva en buen estado una tapia de mortero de cal, tierra y cantos de río con cajones de 102 cm de alto, formados por 4 tablas de 25 cm que parece corresponder a la fábrica primitiva de la torre. Obsérvese que la altura de los cajones se aproxima al valor de 2 codos nazaríes granadinos (104 cm) y el ancho del hueco también resulta muy cercano a la dimensión del codo rassasí (58,93 cm).

Cruceñas con nervios prefabricados de yeso

También resultan de interés algunas bóvedas de cruceña edificadas en el último cuarto del siglo XV con unas técnicas que se encuentran a medio camino entre la cantería y la albañilería, probablemente por los condicionantes de mano de obra ya señalados. Estas, que evidencian la influencia de las técnicas levantinas cristianas en la región durante dicha etapa, cerraban varios volúmenes erigidos o transformados por esas fechas en al menos tres torres de la fortaleza. Es conocida su existencia gracias a las inspecciones periódicas de los visitantes de la Orden de Santiago que señalan la existencia de algunas bóvedas de cruceña con «nervios de yeso». Lamentablemente, hoy solo se conserva una bóveda de cruceña simple en la denominada «torre de las Campanas» o «del Reloj», ya que el resto fueron demolidas entre los siglos XVII y XIX, por su estado ruinoso.

En concreto, la visita de 1494 hace referencia a varios arcos de yeso distribuidos por diferentes dependencias del recinto que son citados también repetidamente en visitas posteriores de los siglos XVI y XVII. Asimismo, se constata la existencia de otra «boueda de algez» que cerraba la torre «de la Esquina», situada en el ángulo norte del recinto y hoy desaparecida como resultado de las obras de refortificación acometidas durante la guerra contra los franceses (Pozo 2002). La cita textual es la siguiente: «E luego visytaron la Torre del Esquina, en la qual esta vna boueda que es de algez, e como non esta cubierta el agua le faze mucho daño. Mandaron al dicho comendador en virtud de santa obidiençia, que la faga cobrir con su madera e teja porque non se abra e quiebre, porque fallaron que el reparo della pertenesçia al dicho comendador».²

Asimismo, por su importancia dentro del recinto, merece especial atención a la bóveda de la llamada «capilla de la Aparición» situada en la torre de la Vera Cruz y donde, según la tradición, tuvo lugar el milagroso aparecimiento de la Sagrada Reliquia. De las obras de esta capilla y de las particularidades de su sistema constructivo da noticia la descripción de 1494:

«De poco tienpo a esta parte, Diego Chacon, vicario, hallaron que la avya reediicado porque estaua muy mal tractada, en que paresçio estar fecho de nueuo todo e pintado de muchas estorias, e la boueda de la dicha Capilla esta fecha con muchos cruzeros, en la çerradura de la di-

cha boueda vn escudo con la figura de la Santa Vera Cruz y dos angeles asidos al dicho escudo de vulto, e la dicha Vera Cruz dorada e todas las otras orladuras asimismo, e estauan otros quatro escudos de las armas de los Chacones y el cielo todo azul e con estrellas de oro bien obrado todo».³

Dichas informaciones coinciden básicamente con lo descrito más tarde por Juan de Robles Corbalán (1615). Según uno y otro documento, Diego Chacón mandó edificar una capilla cubierta con una bóveda de crucería estrellada con terceletes y cinco claves. En la clave polar aparecía representada la Vera Cruz con dos ángeles «de bulto» asidos a ella y en las cuatro claves secundarias o de terceletes estaban representados los escudos de armas de los Chacones, por entonces alcaides de la fortaleza. Sus orlas y molduras eran doradas; los paños de plementería estaban pintados de azul, imitando un cielo con estrellas también doradas y las esculturas de bulto se mostraban igualmente pintadas en vivos colores.

El nuevo templo proyectado por el camelita fray Alberto de la Madre de Dios, iniciado en 1617, respetó en un principio esa estancia y su cierre abovedado. El trazado incluía el revestimiento de la torre de la Vera Cruz y la apertura, al parecer, de sus espacios hacia el buque de la nueva iglesia reforzando así el simbolismo de la también denominada en los textos como «Capilla Real». Sin embargo, los derribos acometidos en el perímetro y la falta de mantenimiento de estas fábricas durante el dilatado periodo de tiempo que abarcaron las obras ocasionaron grandes daños en el elemento, resuelto en yeso, un material particularmente débil en presencia de humedad.

Por este motivo, en diciembre de 1653 el comisario de la fábrica de la iglesia, solicitó permiso al Concejo para el derribo de la vuelta que cubría esta Capilla «por auerse comenzado a caer los arcos y estarse hundiendo y para queste con toda siguridad y mayor adorno hacerla de bobedillas y debaxo dellas vna media naranja todo de yeso, de forma que por la parte de ariua donde la Santa Cruz esta en el verano este el suelo liso y se quite la fealdad que tiene el cimborrio questa sobre el dicho suelo cuyo peso amenaza la dicha ruyna por ser de yeso y muy grueso todo lo qual visto por mi persona con asistencia de Martin de Robles albañil».⁴ El Ayuntamiento contempló favorablemente tal petición a la que unió otra anterior de Juan Gregorio Ansaldo, administrador de

la Encomienda, quien había propuesto la construcción, a su costa, de un nuevo chapitel provisional para el cierre de la «sala de los Conjuros» mientras se desarrollaba la obra de la iglesia.⁵

La antedicha solicitud esboza las características técnicas y algunos de los daños sufridos por la bóveda hasta esa fecha: «los arcos que tiene la dicha media naranja son de yeso pegadiços en ella y que quando Cayo un trozo en aquel capazo quedaron tan cascados que dos beçes an Caydo pedaços dellos en la Capilla principal con que uiene a estar con gran riesgo la dicha media naranja y sería de gran deçencia para la dicha Capilla que se quitase y se hiciese llana con vobedillas y debaxo en suelo llano de forma que en la parte de ariua quedase el suelo del dicho chapitel llano y quitase el cimborrio ques estrecho y desautoriça la dicha pared donde se puede poner el altar y sagrario en el ynterin que se acaua la fabrica de la dicha Yglesia y poner la Santa Cruz en la parte que conforme a la planta a de estar para los conjuros».

Aunque tan ambiguas descripciones podrían parecer a priori poco concluyentes para intentar precisar la naturaleza de su sistema constructivo, en realidad, ofrecen valiosas informaciones al situarlas en su contexto tecnológico, de clara ascendencia valenciana como ya se ha señalado. De hecho, parece razonable pensar que esta solución llegase a la región de Murcia durante las campañas militares de Granada que emprendió el rey Fernando el Católico, ya que no parece casual el precoz empleo, también por las mismas fechas, de esa técnica en el monasterio de Santa Clara La Real de Murcia, muy vinculado al monarca.⁶

La mención a los resaltos como «arcos pegadiços» (piezas adheridas) invitaría a suponer en un principio que los nervios pudieran haberse realizado con terrajas, es decir, como un adorno adherido a la cáscara una vez tendida aquella. En esta variante de nervios es relativamente frecuente el descuelgue y la caída de porciones e incluso de dovelas completas de una nervadura, particularmente en las bóvedas estrelladas, sin que ello acarree necesariamente la inestabilidad del conjunto. Sin embargo, la noticia de un tercer ejemplo construido entre 1461 y 1498 y temporalmente muy próximo al anterior, que además ha llegado hasta nuestros días, permite establecer la hipótesis de que pudiera tratarse en realidad de una crucería con dovelas prefabricadas de yeso y montadas sobre una cimbra, como si fuesen de cantería.⁷

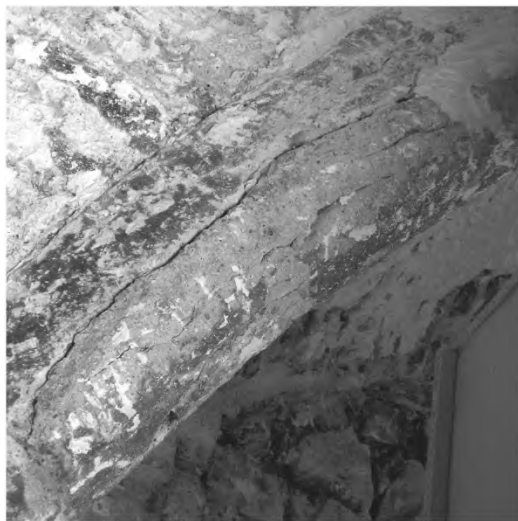


Figura 4
Dovela de yeso de la torre de las Campanas con una fractura longitudinal y los plementos de piedra dispuestos por hojas verticales

Hasta su restauración en 2008, en algunos de los nervios cruceros de la torre «de las Campanas», situada frente a la puerta de la iglesia del siglo XVI, resultaban bien visibles grandes fracturas longitudinales y pérdidas parciales de sección compatibles con la referida descripción. Esta torre es de planta semicircular perlongada, con unas dimensiones de 4,97 metros de ancho por 3,69 metros de longitud en su tramo más sobresaliente. El diámetro de la semicircunferencia que delimita su perímetro es de 2,35 m. Tiene unos 13,20 metros de altura y fue macizada en sus 8 primeros metros. El volumen primitivo fue recrecido con el añadido de única estancia de 2,86 metros de altura máxima, cerrada con una crucería simple con dos arcos ojivos, dispuestos de manera asimétrica, que arrancan de unos enanos de mampostería de un metro de altura situados en los dos ángulos de la estancia y en otros tantos puntos equidistantes del paramento curvo. Sus muros, de 1,10 metros de ancho en el tramo correspondiente a la estancia, son de tapial revestido de mampuestos en unos tramos y de mampostería cogida con cal en otros. Todos los nervios tienen distinto radio (6,76; 7,05; 6,72 y 5,89 metros), conformando arquerías de perfil ojival que se encontraban en una clave cilíndrica de pequeña dimensión. Esta clave, que

pudo ser fotografiada en abril de 2007, pudo ser suprimida o repicada durante la restauración de 2008, limitándose ahora el encuentro a un mero cruce de arcos.

Las nervaduras están formadas por dovelas de yeso de unos 42 cm de longitud, con sección rectangular de 0,46 m de canto por 0,22 m de ancho y sus cantos inferiores biselados. Las fotografías anteriores a la última restauración muestran la presencia de mampuestos de gran dimensión muy próximos a los bordes de la pieza, que habían quedado al descubierto como consecuencia del deterioro sufrido por el material. Algunas dovelas evidencian signos de fractura, con agrietamientos que discurren en sentido longitudinal. En la actualidad, los nervios están revestidos superficialmente con yeso y con anterioridad a su restauración, presentaban una pátina negruzca ocasionada por el humo de los hogares que se encendían dentro de la estancia, por lo que no es posible precisar si el nervio tenía algún tipo de policromía o revestimiento de protección.

Las plementerías están formadas por bóvedas por hojas verticales,⁸ pero en vez de emplear ladrillos se usaron lajas de piedra caliza. Estas fueron tendidas entre los nervios por hiladas horizontales autoportantes de entre 15 y 20 cm de espesor tendidas con una ligera curvatura en «nido de golondrina» para permitir su construcción sin cimbra con la simple ayuda de los referidos nervios. Esta disposición ya fue empleada durante en la torre del Espolón o torre Alfonsina (s. XIII-XIV) del castillo de Lorca, para posibilitar su construcción sin cimbras (Natividad-Vivó, 2021).

La distancia existente entre el trasdós de la bóveda y la cota del plano superior de cubierta ronda los 1,40 metros. Aunque se desconoce la naturaleza del trasdosado de la bóveda, cabe suponerla colmatada por un relleno de tierra y cascotes. En la actualidad, la cubierta aterrizada dispone de un pavimento de ladrillo macizo, aunque, por las catas realizadas en las torres contiguas, habría que su poner que en su día la superficie impermeable estaría formada por una capa de arcilla dispuesta sobre una costra de mortero de cal de unos 10-15 cm. Por último, es importante apuntar que, sobre la actual terraza, se apoya una gran cruz de resina empotrada sobre una peana de hormigón, con un peso total de 2,3 toneladas. Esta instalación lleva en el mismo lugar más de cuarenta años, sin que la bóveda se haya resentido.

Arcos de cantería

La construcción de la iglesia post trentina, iniciada en 1617, trajo consigo un notable despliegue de soluciones de cantería por parte de los distintos maestros castellanos que estuvieron al frente de las obras del templo. Los elementos de mayor interés para el estudio fueron erigidos a partir de 1657, fecha en la que se retomaron los trabajos tras un largo parón por falta de recursos (Marín y Pozo 2018). En ese momento, el Concejo de Caravaca decidió poner las obras en manos de un maestro de prestigio, con una sólida formación técnica y capaz de introducir modificaciones estructurales de calado, porque aún estaba «para acabar el crucero», era necesario erigir los cuatro grandes pilares de sostén de la cúpula y dar una solución estereotómica a la embocadura de la capilla de la Vera Cruz con el transepto y la comunicación de este último con las naves laterales.

En 1661, tras efectuar diversas consultas y tasaciones de la obra, el Consejo de Órdenes contrató en Madrid al turolense Melchor de Luzón (1625-1698), prestigioso escultor e «Ingeniero [hidráulico] Mayor de su Majestad en la conquista de Cataluña desde 1644», además de arquitecto, pintor, matemático y cosmógrafo, con numerosas obras conocidas en Madrid, Valencia, Sevilla y Murcia (Marín y Pozo 2018). Dicho contrato con Luzón debió rescindirse hacia 1666 porque este viajó en esa fecha a Calamocha y Sigüenza. A finales de 1667 informaba sobre la obra de Caravaca el maestro Tomás Román, otro prestigioso arquitecto de la Corte que propuso algunas mejoras o aclaraciones al proyecto que un año más tarde, en 1668, Luzón se vio obligado a asumir en un segundo contrato. En el mismo se comprometía a respetar «en conformidad de la planta, con las calidades y glosas que, con vista della, había hecho Thomas Roman, maestro». Además, en la quinta condición señala «que la dicha obra la executara conforme a la traça della y a las adiciones puestas por el dicho Thomas Roman, según las tiene dispuestas por el papel firmado de su nombre de dos de deziembre de mil y seiscientos y sesenta y siete». Por el estado de las obras, dichas modificaciones pudieron afectar, como se ha señalado, a las nuevas fábricas del Conjuratorio, a la estructura vertical en los aledaños del crucero o a la cúpula. E, incluso, pudieron venir motivadas en parte por el derribo no previsto de la primitiva capilla.



Figura 5
Arcos abocinados de cantería con generatriz parabólica de la capilla mayor

Cabría plantear si Tomás Román pudo ser el tracista de los dos arcos abocinados de directriz sensiblemente oval que abren la torre de la Vera Cruz a la iglesia, así como de los arcos de embocadura abocinados y en esviaje que conectan las naves laterales con el transepto y que el Padre Cuenca (1722, 371), capellán del Santuario, llamó «de boca de caracol; ó según arquitectura, viax contra viax». Tales elementos no parecen formar parte del repertorio de fray Alberto, el proyectista del templo, y algunos de ellos, además, se tallaron con una piedra distinta a la de los arranques. Tomás Román tuvo alguna vinculación con Juan Gómez de Mora y, además de trabajar con Marcos López, colaboró con Juan de León, Lucas Román, Fray Lorenzo de San Nicolás y Pedro Lázaro de Goiti. Este último era sobrino de Felipe Lázaro de Goiti, el célebre copista del manuscrito de cantería de Vandelvira. En fechas muy próximas a su propuesta para Caravaca, Román ganó el concurso del primer puente de Toledo (1671) y reconstruyó la Casa de la Panadería (1673) de Madrid.

LA CÚPULA DEL TEMPLO

Cabría preguntarse si Tomás Román pudo ser también el primer tracista de la cúpula, incorporando



Figura 6
Vista actual del cimborrio que envuelve la cúpula de la iglesia

el tambor de piedra e incluso una virtual linterna que a buen seguro no incluía el proyecto original de fray Alberto de la Madre de Dios a la luz de sus obras conservadas y las de otros arquitectos muy próximos a su figura, como Francisco de Mora y su sobrino Juan Gómez de Mora, que disponían directamente la media naranja sobre los arcos torales. Se sabe que Román trabajó en la iglesia madrileña de San Luis Obispo, trazada por Marcos López con un cierre algo primitivo, aunque de estas características. Esta misma obra también inspiró a Melchor de Luzón en 1663 para las Claras de Murcia, donde erigió una «cúpula y media naranja y su linterna que ha de ser conforme es práctico y se ejecuta en las obras de Madrid de presente», hoy desaparecida.

A pesar de las dudas que aún envuelven el diseño del tambor de piedra del templo de la Vera Cruz, articulado con un cuádruple orden toscano de pilastras con 8 ventanales de iluminación, su proyecto debió ser relativamente temprano porque en 1673 se contrató con Bernardo Llop la provisión y labra de 42 quintales de plomo para la cubierta lateral de acceso al angosto corredor que lo circunda y el cimborrio que encierra la media naranja. Ambos elementos se levantaron con el mismo tipo de piedra y sus hiladas muestran, en general, cierta continuidad.

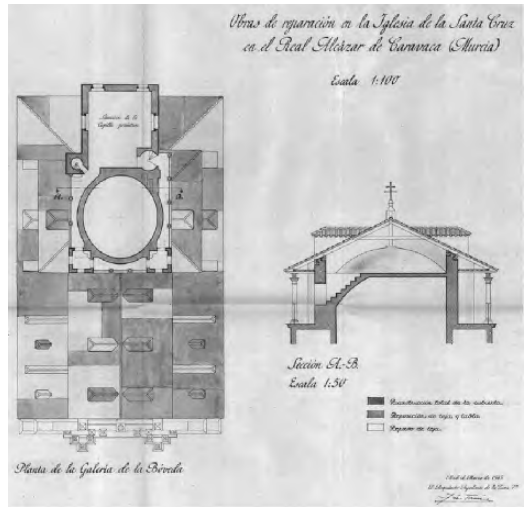


Figura 7
Plano la cubierta de la iglesia, firmado por José Iamés en 1945. Archivo General de la Administración

Además, en julio de 1684 el arquitecto José Vallés firmó un contrato con el Concejo de Caravaca para cerrar con urgencia la cúpula porque los andamios, que habían costado 1.000 reales, se estaban deteriorando. En ese momento se decidió que esta «media naranja» debía hacerse de ladrillo «por estar informada esta Villa es la más ligera y fuerte y menos costosa y se cubra de teja». Y tal fin se acordó buscar un «maestro de cantería y un maestro de yeso que hagan la obra». Aunque el texto no lo aclara, el primero debía aportar la traza —esencial en su doble vertiente formal y estructural— y el segundo aparejarla con ladrillo a rosca. Diez días después se llamó también a un maestro de albañilería de la Villa de Mula «por tener noticia es muy inteligente y gran maestro» (Marín y Pozo 2018).

Aunque no parece que afectará sustancialmente a la idea inicial, la decisión evidencia el tiempo transcurrido desde el comienzo de las obras. La construcción de cúpulas de ladrillo sobre tambor (aparejadas y tabicadas) arrancó a comienzos del siglo XVII, principalmente en Madrid con la erección de la cúpula de San Lorenzo de El Escorial (ca. 1586) y seguidamente en el reino de Valencia con la cúpula del seminario de Corpus Christi (1595), e iniciaba entonces su expansión por Murcia. En Caravaca pudo usarse (sin tambor) primero en la iglesia de los padres Carmeli-

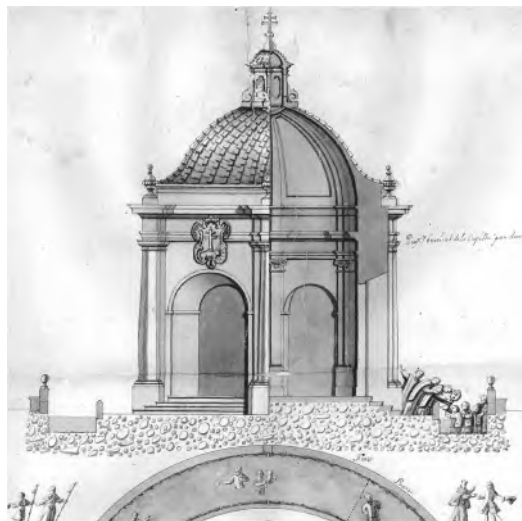


Figura 8
Proyecto del Templete o Bañadero de la Vera Cruz,
de José López Albaladejo (1762). Colección
particular

tas Descalzos, con muchos paralelismos con la fábrica de la Vera Cruz.

En agosto de 1685 se hundió la media naranja del templo de la Vera Cruz por causas desconocidas. Las obras se pararon y se contrató a dos nuevos expertos para que reconocieran la obra: el ingeniero Juan Antonio Pelegrín y Damián Torre, maestro de las Descalzas de Mula. El primero era un técnico reconocido, que compitió con Luzón y Vallés en la adjudicación de la corrección del cauce del río Segura para prevenir inundaciones. Cobraron por su evaluación 8 y 4 reales, respectivamente. (De la Peña 1994, 71).

La cúpula que finalmente ha llegado hasta nuestros días carece de linterna y se resguarda en un cimborrio cilíndrico envuelto por un corredor perimetral y cubierto por una estructura leñosa a cuatro aguas. En la localidad parece que no se coronó ninguna cúpula con una linterna abierta hacia el intradós hasta al menos 1801. De esas fechas son las linternas que coronan el «Templete» o Bañadero de la Vera Cruz y la antigua iglesia jesuítica de la Anunciación. El primero fue iniciado en obra de cantería en 1762 a partir del proyecto conservado del murciano José López Albaladejo y concluido en obra de albañilería en 1801 por el maestro alarife Ángel Moreno (Sánchez

1984, 114-115), que respetó a grandes rasgos la forma y original de la obra, incluido el diseño de la linterna, aunque su proporción real es sensiblemente más esbelta que la proyectada.⁹

La cúpula de los jesuitas, por su parte, debió edificarse durante la importante renovación arquitectónica que experimentó este templo en el primer tercio del siglo XVIII, aunque la linterna parece que pudo ser incorporada (o al menos reconstruida) también en 1801, como reza la inscripción de su anillo exterior. No solo coincide su fecha de factura con la del Templete, también su diseño. Esta cúpula ofrece bastantes similitudes con la del real monasterio de La Encarnación de la cercana ciudad de Mula y la del convento de Santo Domingo de Murcia, ambas representativas de la arquitectura del siglo XVIII en estos territorios.

NOTAS

Rafael Marín es profesor de la Universitat Politècnica de València. Esta contribución forma parte del proyecto “La construcción de bóvedas de ladrillo por hojas. Difusión, usos históricos y evaluación para su actualización” PID2020-116191GB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa.

1. Las Visitas de los delegados de la Orden de Santiago comenzaron a institucionalizarse a partir del maestrazgo del infante don Enrique y se mantuvieron, sin periodicidad regular, hasta bien entrado el siglo XVIII. De Caravaca, se conservan las correspondientes a los años 1468, 1480, 1494, 1498, 1507, 1526, 1536, 1549, 1733 y 1742, aunque hubo otras muchas.
2. AHN OOMM, Uclés, Mss. Santiago, libro 1066C, p.167-205. Relación de la visita de la villa de Caravaca. 1494-XII-22 a 1495-I-3.
3. AHN OOMM, Uclés, Mss. Santiago, libro 1066C, p.167-205.
4. AMC, A.C. 1651-1654, fols. 301v-303r. 1653-XII-09.
5. AMC, A.C. 1651-1654, fols. 183r-183v. 1652-VI-17.
6. Sobre el origen, la evolución y las características constructivas de estas bóvedas, véase Marín (2018).
7. AHN, OOMM, Uclés, Mss. Santiago libro 1069C, p. 296-333. Visita de la villa de Caravaca de 1498-X-30. Los visitantes ordenaron reconstruir muchos lienzos derruidos y se autorizó la sobreelevación de algunas torres para habilitar estancias. Según Indalecio Pozo, dichas obras de reparación debían estar ya concluidas en 1461 cuando tuvo la fortaleza fue asediada. En 1498, se

afirma que se hallaron «dos torres buenas e bien reparadas y en llegando a la torre del esquina que dizen la torre çenteno».

8. Sobre las bóvedas por hojas verticales, véase Rabasa (2021 y 2022).
9. AMC, AC 1801-1802, sesión 5-V-1801, s.f.

LISTA DE REFERENCIAS

- Brotos Yagüe, Francisco. 1999. «Excavaciones arqueológicas en la iglesia de la Sma. y Vera Cruz de Caravaca. El castillo bajomedieval y su santuario tardogótico». En *Memorias de Arqueología*, 9: 440-466. Murcia: Consejería de Turismo y Cultura.
- Cuenca Fernández Piñero, Martín de. 1722. *Historia Sagrada de la Santísima Cruz de Caravaca*. Madrid: Viuda de Juan García Infançon.
- De La Peña Velasco, Concepción. 1995. «Juan Antonio Pelegrín y la riada de 1683 en Murcia». En *Murgetana*, 88: 65-92.
- Jiménez Hernández, Alejandro. 2015. «La metrología histórica como herramienta para la Arqueología de la Arquitectura. La experiencia en los Reales Alcázares de Sevilla». En *Arqueología de la Arquitectura*, 11: e022.
- Marín Ruiz De Assin, Diego. 1998. «Las visitas de la Orden de Santiago a Caravaca, 1468-1507». En *Estudios de la Historia de Caravaca. Homenaje al profesor Emilio Sáez*, 179-432. Murcia: Academia Alfonso X «El Sabio».
- Marín Ruiz De Assin, Diego. 2007. *Visitas y descripciones de Caravaca 1526-1804*. Murcia: Academia Alfonso X «El Sabio».
- Marín Sánchez, Rafael e Indalecio Pozo Martínez. 2018. «Arquitectos que trabajaron en la obra de la Santa Cruz (1614-1703): Datos biográficos y posibles aportaciones a la fábrica del templo». En *Caravaca de la Cruz*, 138-145.
- Marín Sánchez, Rafael e Indalecio Pozo Martínez. 2021. «Evolución histórica y funcional de la fortaleza de Caravaca (ss. XII-XXI)». En *Castillos de España, Extra 2021*: 145-154. Madrid: AEAC Ediciones.
- Marín Sánchez, Rafael. 2018. «La Capilla Tardogótica de la Vera Cruz de Caravaca (1488-1494). Vestigios del gótico levantino en el Antiguo Reino de Murcia». En *XXIV Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia*, 165-172. Cartagena: Tres Fronteras Ediciones.
- Marín Sánchez, Rafael. 2018. *Uso estructural de prefabricados de yeso en la arquitectura levantina de los siglos XV y XVI*. Valencia: Editorial UPV.
- Natividad-Vivó, Pau et alii. 2021. «The brick vaults of the Alfonsina Tower in Lorca Castle. Geometric aspects and possible sources». En *History of Construction Cultures*, 2: 607-614. Londres: CRC Press.
- Pozo Martínez, Indalecio. 2001. «La ermita de Santa María del Castillo». En *Revista de fiestas del Carmen de Caravaca*, 11-13.
- Pozo Martínez, Indalecio. 2002. Cronología de acontecimientos históricos en Caravaca durante la guerra con Francia (1808-1812). En *Revista de Fiestas de la Cruz*, 2-5.
- Pozo Martínez, Indalecio. 2003. «El castillo de Caravaca: una construcción señorial». En *Catálogo de la exposición La Ciudad en lo Alto*, 69-85. Murcia: Fundación Caja-murcia.
- Pozo Martínez, Indalecio. 2012. Aportación sobre el castillo y santuario de la Cruz de Caravaca. La visita general de 1606. En *Caravaca de la Cruz*, 54-57.
- Rabasa-Díaz, Enrique, et alii. 2021. «Geographical and chronological extent of brick vaults by slices». En *History of construction cultures*, 2: 126-133. Leiden: CRC Press.
- Rabasa-Díaz, Enrique. 2022. «Bóvedas sin cimbra: ladrillo autoportante por hojas o recargado». En *Construyendo bóvedas tabicadas II*, 2-14. Valencia: Editorial UPV.
- Robles Corbalán, Juan de. 1615. *Historia del Misterioso Aparecimiento de la Santísima Cruz de Caravaca, e innumerables milagros que Dios N.S. ha obrado y obra por su devoción*. Madrid: Imp. de la viuda de Alonso Martín.
- Sánchez Romero, Gregorio. 1984. *La Capilla del Baño de la Vera Cruz de Caravaca*. Murcia: Caja de Ahorros Provincial.
- Sánchez Romero, Gregorio. 2001. «Ensayo histórico sobre el acontecimiento Religioso de la Vera Cruz de Caravaca y su Santuario». En *Murgetana*, 104: 43-89. Murcia: Academia Alfonso X «El Sabio».
- Torres Fontes, Juan. 1980. *Murcia medieval. Testimonio documental*. Murcia: Academia Alfonso X «El Sabio».

Análisis de los forjados de las torres de las masías fortificadas del Maestrazgo

Beatriz Martín Domínguez
Miguel Sancho Mir

Las masías fortificadas del Maestrazgo documentadas en esta investigación se caracterizan por tener una torre (figura 1) entre el conjunto arquitectónico principal de la masía, tipología históricamente catalogada como arquitectura tradicional, que se caracteriza por conformar un pequeño núcleo residencial, que constituye, a su vez, el centro de una explotación agropecuaria y forestal.

La masía puede estar fortificada debido a la presencia de distintos elementos defensivos, como garitas, aspilleras o almenas, entre otros, pero existe un claro protagonismo de la tipología con torre, vinculada a una minoría privilegiada, al menos en el ámbito mediterráneo de la antigua Corona de Aragón en el que se contextualiza el conjunto analizado.

Más allá del uso de la torre como elemento de defensa, su presencia en estas masías está justificada como símbolo de poder, muy presente en el imaginario colectivo, lo que ha favorecido su mantenimiento a lo largo de la historia, aun cuando ha perdido su función originaria, en una tipología en la que el resto de edificaciones han sido muy transformadas, adaptándolas a las distintas necesidades de uso. De hecho, en muchos casos, las torres presentan cuidados elementos formales que habitualmente suelen relacionarse con la arquitectura civil culta (figura 2).

En la Península Ibérica, es especialmente destacable el fenómeno en la zona costera catalana y en la de las serranías orientales de Teruel y occidentales de Castellón, donde se sitúa la comarca turolense del

Maestrazgo, ámbito de la investigación que se presenta. No obstante, no es un fenómeno exclusivo de esta zona. En el ámbito extrapeninsular de la Corona de Aragón, es notable el caso del sur de Italia, en especial de la región del Salento, donde son reseñables, por su calidad arquitectónica, las torres de algunas de las masías fortificadas (figura 3).

Sin embargo, si por algo destaca el conjunto de masías fortificadas maestracense es por el alto nivel de autenticidad de sus torres, de forma que un número significativo de ellas conserva los principales elementos constructivos significativos de sus distintas etapas de uso, incluidos los forjados.

El sistema constructivo de las torres del conjunto analizado se basa en una estructura vertical de muros de carga perimetrales de piedra, cimentados directamente sobre el estrato rocoso del terreno, sobre los que apoyan forjados de madera (figura 4). Sistema común al entorno de las serranías del sureste de Teruel y el noroeste de Castellón, que ha caracterizado históricamente la arquitectura de este contexto.

En este artículo se presentan los resultados de la investigación de los forjados históricos que han podido ser documentados, así como la metodología utilizada.

CONTEXTO FÍSICO

La comarca del Maestrazgo de Teruel se ubica en la zona más oriental de la Cordillera Ibérica, donde se



Figura 1
Torre Sancho, Villarluengo



Figura 2
Torre del Monte Santo, Villarluengo

encuentran las serranías más elevadas de la provincia. Se trata de un entorno pedregoso, con la piedra caliza como protagonista.

La piedra del Maestrazgo ha sido valorada tradicionalmente para la construcción, así lo indican el considerable número de canteras que históricamente se han explotado en la región, principalmente de lo-

sas o lajas calizas. La facilidad de extracción de esta piedra de calidad ha provocado que la arquitectura tradicional de la comarca se base fundamentalmente en el uso de la piedra como material básico, comple-



Figura 3
Torre de la masía Giudice Giorgio, Lecce, Italia



Figura 4
Planta principal de la Torre Piquer, Villarroya de los Pinares

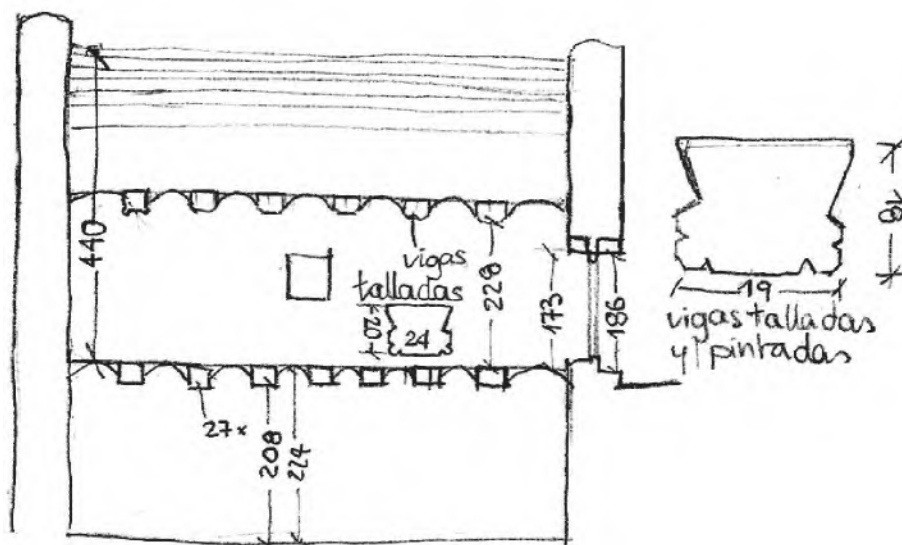


Figura 5
Croquis de uno de los forjados. (Elaboración propia)

mentada con la madera procedente de la explotación forestal también de la región para la estructura horizontal y carpintería.

La vegetación de la región es el resultado de la interacción del clima, con las bajas temperaturas invernales y la disponibilidad hídrica como factores primordiales; del tipo de suelo, cuya composición fundamentalmente calcárea ha determinado el desarrollo casi exclusivo de una flora calcófila; y, por último, el factor más determinante es la acción humana, que ha modificado profundamente los paisajes a través de la potenciación de determinadas especies, fundamentalmente de aquellas que permitan su aprovechamiento forestal o para el uso agropecuario, en detrimento de otras. (Simón, Pérez y Vivó 2003)

Los pinares de repoblación son protagonistas en estas serranías, junto con las laderas abancaladas para su explotación agraria, que han ganado terreno a los árboles más representativos de la región: carrascas y quejigos, típicos del bosque mediterráneo. Así, la madera utilizada en la construcción de la región es fundamentalmente de pino.

METODOLOGÍA

La metodología general de la investigación consta de las siguientes fases: tras la consulta de las fuentes documentales escritas y orales, se procedió al inventario de posibles masías fortificadas, para después documentar in situ aquellas de las que se tenía conocimiento previo de la existencia actual de una torre y, por último, analizar, a través distintos métodos, principalmente gráficos, la documentación obtenida para poder elaborar los resultados y conclusiones de la investigación. (Martín, Sancho y Muñoz 2022)

Los propios edificios han sido la principal fuente de documentación y el dibujo la herramienta de análisis fundamental. De los veintiocho edificios seleccionados para ser documentados in situ, se ha podido acceder al interior de diecinueve de las torres, debido a que, en algunos casos no se contó con el permiso de los propietarios, puesto que todas, excepto una, son de propiedad privada, y, en otros, el deficiente estado de conservación hacía peligrosa su visita. Por lo que son estas diecinueve las torres de las que se pudieron documentar sus elementos constructivos interiores, principalmente a través de fotografías y del

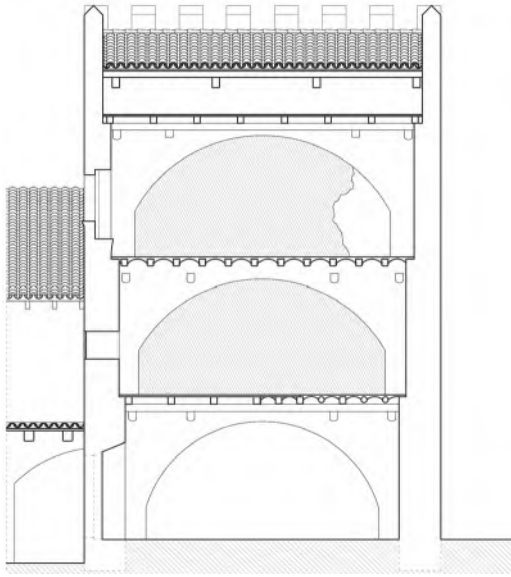


Figura 6
Sección general de la Torre Gorgue, Villarluego. (Elaboración propia)

dibujo de croquis (figura 5), mientras que se pudo registrar el exterior de las veintiocho masías a través de una toma fotográfica y de datos general. Se realizó un levantamiento arquitectónico completo de once conjuntos torreados seleccionados como casos de estudio, en el que se combinó el sistema tradicional de dibujo de croquis y toma de medidas directa, con la fotogrametría terrestre.

Con los datos tomados en esta fase, se elaboró un catálogo en el que se ha incluido, además de los campos habituales en los catálogos de patrimonio cultural, un apartado muy gráfico en el que se reflejan las características arquitectónicas de la torre, según el tradicional análisis en el que se consideran los aspectos formales, funcionales y constructivos por separado, además de los elementos característicos de la arquitectura defensiva. Datos que, además, fueron introducidos en un GIS para su análisis complejo.

Por otro lado, se han dibujado en CAD planos generales de los once casos de estudio (figura 6) y dibujos en detalle de los elementos constructivos de interés para los distintos niveles de análisis, entre ellos los forjados.

RESULTADOS

Según los datos obtenidos del análisis de las diecinueve torres de las que se ha podido documentar su interior, su estructura horizontal se basa en forjados de madera empotrados directamente en los muros.

En general, se pueden distinguir dos tipos de forjado: los conformados por una estructura principal de vigas, sobre la que apoya una secundaria de viguetas, que reciben el material de entrevigado, y los que presentan un solo orden de vigas sobre las que se apoyan directamente las piezas de entrevigado; las vigas principales se disponen paralelas al lado corto de las torres en todos los casos, de forma que cubren la luz más corta.

Es más común el segundo tipo, ya que el primero se ha identificado únicamente en cinco casos: la Torre Sancho y la Casa Sisca, ubicadas en Villarluego; la Torre Piquer de Villarroya de los Pinares; la Torre de la Alimaña, en Cantavieja; y la Torre Nicosi, en La Iglesuela del Cid.

Las tres primeras presentan forjados prácticamente idénticos con vigas de sección rectangular y canto considerable, de entre 25 y 45 centímetros, sobre las que apoyan viguetas también de sección rectangular, de unos 18 centímetros de canto, cada 30 centímetros aproximadamente, que reciben tablas de madera como

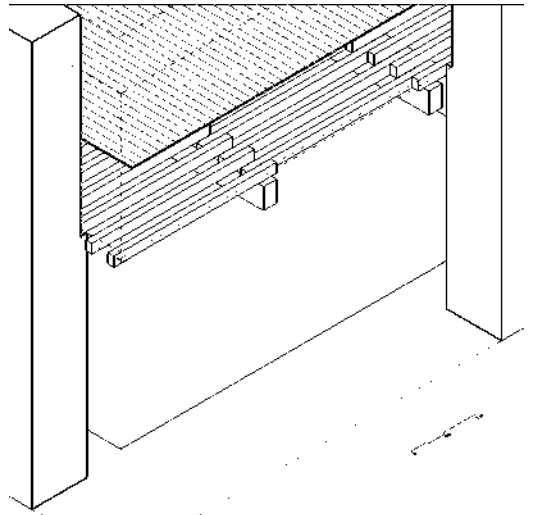


Figura 7
Axonometría constructiva del primer forjado de la Torre Sancho. (Elaboración propia)



Figura 8
Fotografía de la Torre Nicosi, La Iglesuela del Cid

material de entrevigado (figura 7); revoltones de yeso encofrados en la primera planta de la Torre Piquer y en la segunda de la Torre Sancho.

En el caso de la Torre de la Alimaña, el segundo forjado presenta una viga central de sección rectangular y canto considerable sobre la que apoyan viguetas también de sección rectangular, sustituidas por rollizos en algunos puntos, que reciben revoltones de yeso. Sin embargo, el primer forjado no apoya sobre una viga central, sino que la estructura está constituida únicamente por viguetas de sección rectangular, de unos 20 centímetros de canto, empotradas directamente en el muro, que reciben un entablado de madera.

La Torre Nicosi presenta también una viga central de sección rectangular sobre la que apoyan, en este caso, rollizos que reciben el entablado de madera (figura 8).

Es muy posible que los forjados con entablado de madera sean los primitivos de las torres; hipótesis basada en que se corresponden con el tipo de forjado más frecuente en la Baja Edad Media y principios de la Moderna, hasta que comenzara a escasear la madera y se extendiera el uso de otro tipo de sistemas, principalmente los revoltones. En la Corona de Aragón, el uso de los revoltones de yeso ejecutados a partir del vertido del material sobre moldes in situ supuso una

auténtica renovación en la manera de concebir los forjados, que se generalizó a partir del siglo XVI (Zaragoza e Ibáñez 2011, 54; Zaragoza, Marín e Iborra 2019).

Atendiendo a este hecho, el tipo de forjado ofrece información sobre la cronología de la fase constructiva, y, al menos en los casos de la Torre Sancho y la Casa Sisca, identificadas como dos de los ejemplos más antiguos del conjunto, probablemente ya construidas en el siglo XIV, estos forjados con entrevigado de yeso se correspondan con fases de reforma de las torres, en todo caso posteriores al siglo XVI.

En estos casos, se utiliza el recurso de colocar unas pocas vigas de grandes dimensiones —una en los casos de la Casa Sisca, la Torre de la Alimaña y la Torre Nicosi; dos en la Torre Sancho y tres en la Torre Piquer—, de forma que el resto de elementos tienen pequeñas secciones, por lo tanto, son más económicos y de más fácil abastecimiento, además de menos problemáticos frente a ciertas patologías, como la aparición de fendas (Diodato 2009, 401). De hecho, probablemente este fuera uno de los problemas principales que provocaron la colocación en la Torre Julve de una viga transversal apoyada en soportes intermedios, a modo de refuerzo del forjado; solución idéntica a la que presenta la Torre Bono.

En la Torre Gorgue, de Villarluego, se utiliza otro recurso para acortar la excesiva luz, de unos 8 metros

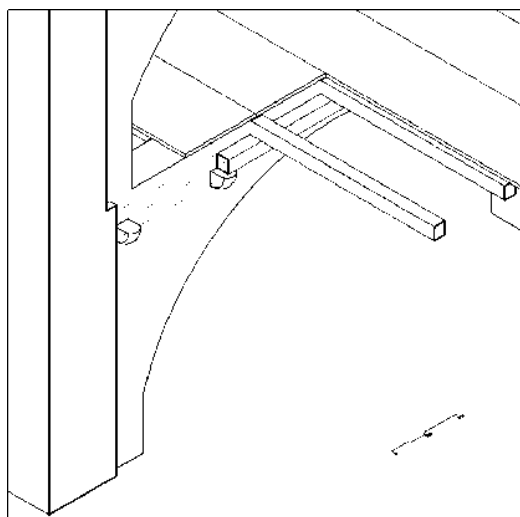


Figura 9
Axonometría constructiva de la estructura de la Torre Gorgue. (Elaboración propia)

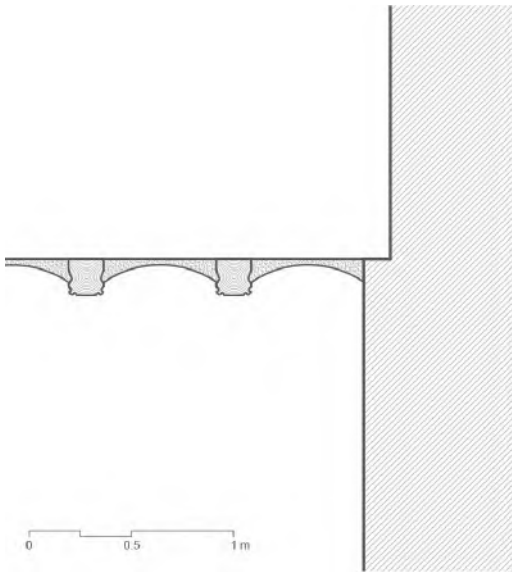


Figura 10
Detalle constructivo del forjado de techo de la planta principal de la Torre del Monte Santo, Villarluengo. (Elaboración propia)

en su planta superior, que habría tenido que cubrir una única viga. En este caso, se interpone un arco diafragma rebajado que divide la estructura en dos crujías, de forma que las vigas más desfavorables han de cubrir una luz máxima de 3,70 metros, por lo que el forjado se pudo resolver con vigas de una modesta sección, en torno a los 18 centímetros, que apoyan sobre un durmiente que descansa sobre las ménsulas de piedra que vuelan de la fábrica de los arcos diafragma, mientras que el otro extremo se resuelve con un empotramiento en el muro. En la planta baja y en la segunda las vigas son de sección rectangular y reciben un entablado de madera (figura 9), mientras que la primera presenta vigas labradas preparadas para el apoyo de revoltones de yeso.

La solución estructural utilizada en la Torre Gorgue es única en el conjunto de torres catalogadas, pero no es exclusiva. Otras torres del ámbito de la masía fortificada del entorno cercano presentan la misma solución, como la Torre Beltrans, en Ares del Maestre, o la Torre del Puerto, de Puertomingalvo, que según los resultados de la investigación arqueológica del Seminario de Arqueología y Etnología Turolense (SAET) re-

solvería su estructura también con un arco diafragma intermedio (Casabona et al 1985, 240).

Así, los forjados más frecuentes en el conjunto que se ha podido analizar son los formados por un solo orden de vigas de madera empotradas en los muros, sobre los que apoya directamente el material de entrevigado. Vigas que son rollizos, de sección rectangular o labrada para facilitar el apoyo de los revoltones.

Únicamente se han identificado dos torres con vigas labradas en todas sus plantas: la Torre Santa Ana, ubicada en Mirambel, y la Torre del Monte Santo, en Villarluengo (figura 10), en ambos casos con revoltones. No obstante, la Torre Piquer de Tronchón, la Torre Gorgue y la Casa Pérez, también de Villarluengo, presentan vigas labradas en sus plantas principales, mientras que en su planta baja los forjados se resuelven con otras soluciones: vigas de sección rectangular en la Torre Gorgue, rollizos en la Casa Pérez y en la Torre Piquer un forjado nuevo a base de vigas de hormigón armado y bovedillas cerámicas.

En el resto de torres sus forjados se resuelven con vigas de sección rectangular o rollizos, de forma que lo más habitual es que presenten soluciones diferentes según plantas. El tipo de viga más frecuente es la de sección rectangular, normalmente asociada a entablado de madera, aunque también aparecen casos con revoltones.

En cuanto a la ejecución de los forjados con revoltones, se ha observado que en muchos de ellos no existe una capa de mortero, a modo de capa de reparo, sobre ellos, sino que apoyaría directamente el pavimento, que en muchos casos se ha perdido, por lo que actualmente el pisado se produce directamente sobre la superficie superior de las vigas y los revoltones.

La longitud de las vigas vendría condicionada por la largura máxima aprovechable del tronco del pino, árbol más empleado en el entorno, y sus cualidades de resistencia. Así, en el conjunto analizado la luz media a cubrir es de 5,2 metros, de forma que la mínima es la de la Casa Ayora, con 3,7 metros, y la máxima, sorprendentemente, es la de la Casa Pérez, con más de 6,6 metros, muy próxima a la de la Torre Piquer de Villarroya de los Pinars, con 6,5 metros de luz libre, longitudes estas últimas que se cubren con un único orden de vigas labradas de unos 20 centímetros de canto cada 90 centímetros aproximadamente, en la Casa Pérez, y con tres vigas de 46 centímetros de canto sobre las que apoya el segundo nivel estructural a

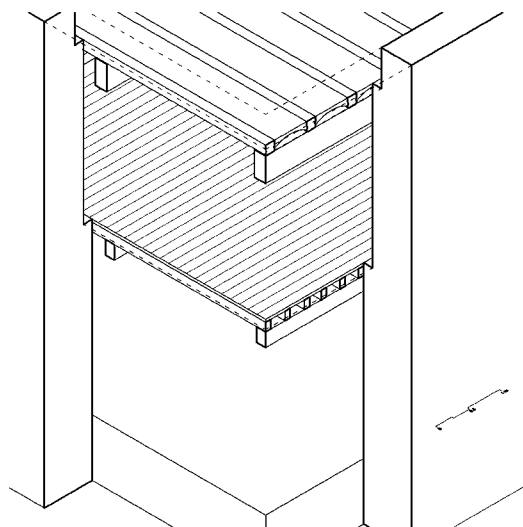


Figura 11
Axonometría constructiva de la Torre Piquer de Villarroya de los Pinares. (Elaboración propia)

base de viguetas de unos 18 centímetros de canto cada 72 centímetros, en la Torre Piquer (figura 11).

Estas son las dimensiones habituales en las torres residenciales que utilizan este sistema constructivo con vigas extraídas de troncos de pino, superadas en el caso del norte peninsular, donde se suele utilizar haya o roble, de forma que sus lados cortos suelen alcanzar una longitud de 11 metros (Luengas y Sánchez 2014, 112).

CONCLUSIONES

Uno de los principales motivos por los que el conjunto de masías fortificadas del Maestrazgo atesora un alto valor patrimonial es el alto grado de autenticidad en el que se conservan las torres que las caracterizan como tal, cuyos elementos constructivos son representativos de las etapas históricas por las que han pasado.

El sistema constructivo de las torres se basa en una estructura vertical de muros de carga perimetrales de piedra sobre los que apoyan forjados de madera que en todos los casos, excepto en unos pocos que han sido sustituidos en fechas recientes por otros de materiales modernos, presentan una estructura principal a base de vigas de madera empotradas en los muros, de forma que cubren la luz más corta, sobre las que

en la mayoría de casos apoya directamente el material de entrevigado, a base de entablado de madera o de revoltones de yeso, en los más modernos, y en unos pocos existe una estructura secundaria a base de viguetas también de madera que recibe el entrevigado. De forma que lo más probable es que los forjados con entablado de madera sean los más primitivos.

Sistema constructivo que condiciona la forma en planta de las torres, ya que la longitud de su lado menor viene determinada por la luz máxima que se puede cubrir con estas vigas, que considerando que son de madera aserrada procedente de los troncos de los abundantes pinares en la zona, es de unos 6 metros, cubierta en los casos más sencillos con rollizos y en los más elaborados con vigas de sección rectangular o tallada con la forma del apoyo del revoltón. De hecho, la máxima luz documentada en los casos catalogados es la que cubren las vigas de madera de una única pieza de sección tallada de unos 20 centímetros de canto del segundo forjado de la Casa Pérez, de más de 6,6 metros, prácticamente igual a la de las vigas de sección rectangular con gran canto, en torno a los 46 centímetros, del forjado de techo de la planta principal de la Torre Piquer de Villarroya de los Pinares, con 6,5 metros; lo que se traduce en una longitud exterior de unos 8 metros de longitud en ambos casos. Dimensiones que coinciden con las habituales en las torres residenciales de otros ámbitos en los que se utiliza este tipo de madera para las estructuras horizontales.

Para conseguir espacios más amplios en planta se recurre a otras soluciones estructurales en las que se interpone una línea estructural de soporte intermedia, como la utilizada en Torre Gorgue, en la que se recurrió al recurso de introducir un arco diafragma intermedio, con lo que se consiguió una longitud exterior de 9,2 metros. Solución observada con cierta frecuencia en otros ámbitos.

Así, el conjunto de torres documentado entre las masías fortificadas del Maestrazgo constituye un catálogo de soluciones constructivas históricas que, debido a su alto grado de autenticidad, ofrecen una valiosa documentación. Un número significativo de forjados parecen ser originales de alguna de las fases significativas de uso de la torre, por lo que su estudio aporta una irremplazable información histórica sobre las etapas de ocupación y las transformaciones de los edificios, las técnicas constructivas utilizadas en cada fase o los modos de trabajo y sus influencias. Por lo

tanto, es fundamental su conservación y, para ello, su documentación y la difusión de los resultados generados son acciones esenciales que favorecen tanto la adecuación de posibles intervenciones futuras, como la posibilidad de generar conocimiento en el ámbito de las investigaciones sobre la historia de la construcción.

LISTA DE REFERENCIAS

- Casabona, J.F.; E. Gargallo; E.J. Ibáñez y J.J. Morales. 1985. Actuación de urgencia en el yacimiento Torre Agustín —Torre del Puerto— Puertomingalvo (Teruel). *Arqueología Aragonesa*, 5: 237-241.
- Diodato, María. 2009. Huellas de artesanía constructiva. Características de los forjados históricos de Valencia. En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Valencia, del 21 al 24 de octubre de 2009, editado por S. Huerta, R. Marín, R. Soler y A. Zaragoza, 395-404. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Luengas Carreño, Daniel y Santiago Sánchez Beitia. 2014. Las residencias señoriales bajomedievales en el País Vasco: Análisis de la evolución del sistema constructivo y sus elementos singulares. En *REHABEND 2014: Congreso Latinoamericano sobre patología de la construcción, tecnología de la rehabilitación y gestión del patrimonio*, Santander, 1-4 de abril de 2014, editado por Luis Villegas, Ignacio Lombillo, Clara Liaño y Haydee Blanco, 110-117. Santander: Universidad de Cantabria, Grupo I+D de Tecnología de la Edificación.
- Martín Domínguez, Beatriz; Miguel Sancho Mir y Gaspar Muñoz Cosme. 2022. Aplicación de distintos métodos gráficos para el análisis de una arquitectura dispersa: las masías fortificadas del Maestrazgo. *EGA: revista de expresión gráfica arquitectónica*, 46: 74-87.
- Simón, José Luis; Alejandro Pérez y Manuel J. Vivó. 2003. El medio natural. En *Maestrazgo, laberinto de silencio*, coordinado por Pedro Rújula, 15-40. Teruel: Asociación de Empresarios Turísticos del Maestrazgo, Ministerio de Economía y Gobierno de Aragón.
- Zaragozá Catalán, Arturo y Javier Ibáñez Fernández. 2011. Materiales, técnicas y significados en torno a la arquitectura de la Corona de Aragón en tiempos del Compromiso de Caspe (1410-1412)". *Artigrama: Revista del Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Zaragoza*, 26: 21-102.
- Zaragozá Catalán, Arturo; Rafael Marín Sánchez y Federico Iborra Bernad. 2019. Hacia una clasificación de los entrevigados cerámicos y de yeso en el área valenciana (siglos XIII al XVI). En *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Soria, 9 – 12 de octubre de 2019, editado por Santiago Huerta, Esther Redondo, Ignacio Javier Gil Crespo y Paula Fuentes, 1133-1142. Soria: Instituto Juan de Herrera/ Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

La Fortaleza de San Juan de Ulúa y la evolución del uso del coral como material constructivo

Gladys Martínez Aguilar

La Fortaleza de San Juan de Ulúa es un conjunto militar representativo de la arquitectura defensiva novohispana; además de su tipología de fortificación permanente abaluartada, una característica relevante de su obra es el uso de la piedra de coral como principal material constructivo. En sus muros, cubiertas y pisos, encontramos variadas especies de coral en diferentes tipos de cortes y combinaciones para conformar los sistemas constructivos. El presente texto tiene por objetivo mostrar el desarrollo de las obras en coral en relación con las diferentes etapas constructivas entre los siglos XVI al XIX a fin de comprender la evolución y declive en el uso de este material y valorarlo como parte del legado de la arquitectura militar.

FORTALEZA DE SAN JUAN DE ULÚA

El Sistema Arrecifal Veracruzano ubicado al este de la República Mexicana en la zona centro sur del Golfo de México incluye entre su topografía marina al arrecife La Gallega, del que sobresale un islote que el español Juan de Grijalva nombrara San Juan de Ulúa en el siglo XVI. Esta elevación arrecifal era ocupada por indígenas para rituales religiosos desde aproximadamente el siglo VI d.C. (Hernández y Ávila 2022, 15) y en 1518 durante la expedición de Grijalva al llegar al sitio se realizaba una ceremonia al dios Tezcatlipoca (Hernández y Ávila 2022, 14). La Gallega al igual que otros cayos o islas arrecifales como Sacrificios tenían funciones religiosas y fune-

riarias por los grupos culturales mesoamericanos de las costas del Golfo de México.

El islote de San Juan de Ulúa resultó el único sitio apto para el fondeadero de las embarcaciones españolas, pues la topografía marina de la zona central del Golfo de México era muy compleja ante la presencia de arrecifes coralinos bordeantes al litoral costero, sumergidos y emergidos en diferentes puntos cercanos. A partir de esta ineludible vocación, se inició la construcción con piedra de coral del puerto más importante para el Virreinato de la Nueva España integrado por: muelle, muros para el amarre de las embarcaciones de no más de tres pies de altura y una torre de vigilancia. Este primer esquema constructivo permaneció sin mayor desarrollo hasta que la agresividad de los eventos climáticos, así como la llegada del pirata John Hawkings en 1568, el primero en asediar al incipiente puerto, revelaran la necesidad de fortificar el acceso a los nuevos dominios de la Corona Española con lo que inició una larga historia constructiva.

El capitán general de la Armada de la Carrera de Indias, Cristóbal de Eraso a su llegada a San Juan de Ulúa en 1570 marcó la pauta para la ejecución de la fortificación bajo un planteamiento de continuidad al muro de amarre de navíos, ampliando sus dimensiones a fin de conformar un lienzo de muralla en cuyos extremos se levantaban dos torres (Calderón 1953, 10). La propuesta estaba condicionada por la situación de escasez de materiales constructivos, los límites y topografía irregular del islote, en su mayoría invadido por agua, así como por la demanda eventual



Figura 1

Ubicación y contexto de San Juan de Ulúa, Veracruz, México. (Representación de la autora)

de embarcadero de las Rutas de Indias que contrastaba los días de intensa dinámica de movilización de mercancías y personas con los extensos periodos a la espera de llegada de navíos. En cuanto a materiales, Eraso sugirió el uso de cantería de Campeche al considerar que la piedra de coral extraída de la propia isla no era eficiente para las obras de fortificación.

En 1590 el italiano Bautista Antonelli llegó a San Juan de Ulúa y realizó grandes aportes. En primer lugar, destaca el registro detallado del estado de la fortificación que permitiera un análisis de las debilidades del sitio y la elaboración de innovadoras propuestas de cerrar la plaza e integrar cuatro baluartes, así como acercar la ciudad de Veracruz sobre la franja continental frente al islote de Ulúa. (Ángulo 1942) La magnitud del proyecto de fortificación en Ulúa no convenció a las autoridades españolas por lo que se optó por adecuar una propuesta conocida

como el Proyecto de Reparos en el que se trazaron dos baluartes rellenos de arena y cubiertos de madera para protección de las torres existentes y que la artillería circulara cómodamente. (Ángulo 1942, 38)

Para la ejecución de las obras, Bautista Antonelli recomendó traer canteros españoles que enseñaran a extraer la piedra a los negros de Guinea, quienes sugiere conformen la mano de obra del proyecto de reparos. Sobre los materiales, además de continuar con el uso de la cantería de Campeche indicó extraer la piedra y cal de la isla de Sacrificios y Alvarado (Calderón 1953, 70).

Sin lugar a duda, aunque el proyecto más completo de Bautista Antonelli no se ejecutó, el impacto del ingeniero militar fue determinante para la configuración del binomio defensivo puerto – ciudad con el desplazamiento de la villa ubicada en orillas del río Huitzilapan a la zona de las ventas de Buitrón en los

arenales frente al islote de San Juan de Ulúa. Este movimiento inducía a fortificar la Nueva Veracruz, trabajos que para el siglo XVII se desarrollaron lentamente y aunque no se concluyó con perfección, se configuró la ciudad fortificada en media luna con baluartes, muelle y puertas de comunicación a los caminos que conducían a la capital novohispana, así como la continuidad en el uso de la piedra de coral como material para las construcciones militares y religiosas, por lo que entre puerto y ciudad se estableció un lenguaje edificatorio común. En cuanto al proyecto de Antonelli para Ulúa, éste es ejecutado en gran parte por el ingeniero militar Adrián Boot como lo han resaltado los resultados de exploraciones de arqueología histórica (Hernández y Ávila 2022,31).

Sin embargo, en San Juan de Ulúa el emplazamiento del muro de argollas y torres aún con los reparos se afectaba continuamente por la agresividad del medio natural tanto por los huracanes como por el golpe constante del oleaje en los arranques de los muros. En consecuencia, durante el siglo XVII también se reconocía que era importante reforzar la estructura recalzando el muro y ampliar el conjunto arquitectónico ante los requerimientos del puerto. En 1670 el ingeniero militar Marcos Lucio elaboró un proyecto de fortificación sobre la superficie firme del islote con una propuesta de planta triangular irregular con baluartes y en 1673 el ingeniero Francisco Pozuelo de Espinosa retomó la idea integrando otros elementos como un foso entre la obra existente y la propuesta.

No obstante, a la evidente necesidad de mejorar Ulúa, no se ejecutaron dichos proyectos y fue hasta el ataque del pirata Lorencillo en 1683, quien causó graves estragos al tomar por sorpresa el puerto y la ciudad con baluartes inacabados y fragmentos de murallas azolvadas, lo que llevaría a tomar decisiones sobre la ampliación del conjunto. Aunque un siglo antes Antonelli vislumbraba la necesidad de cerrar la plaza, fue Jaime Franck quien a partir de su llegada en Veracruz en 1688 (Moncada 1983) trabajó en realizarlo pese a las condiciones geomorfológicas del islote. Jaime Franck logró lo que ningún otro ingeniero había hecho cerrando la plaza en un paralelogramo irregular (Calderón 1953).

El alcance de la obra para 1692 es extraordinario, pues a pesar de los faltantes o deficiencias que se sometieron a discusión posteriormente (Hernández y Ávila 2015), Franck supo aprovechar las preexisten-

cias del muro de argollas y torres, integrando cortinas de muralla estructuradas por bóvedas a prueba de bomba para cerrar el conjunto en rectángulo irregular, en cuyos vértices ubicó semibaluartes y sobre el terreno firme del islote ubicó un único baluarte completo. Con la disposición del conjunto se conformó al centro la plaza de armas, una dársena con acceso sobre la cortina noreste y al sur, sobre el semibaluarte un caballero alto con plaza de armas.

La irregularidad de niveles del islote fue superada por los procedimientos de ejecución de las obras, en primer lugar, la solución de cimentación y rellenos tanto para el desplante de las nuevas cortinas y baluartes como para el recalce de lo existente, el reconocimiento de las posibilidades del coral como material constructivo y la combinación de éste con otros como la cantería de Peñuela que redujeron el tiempo de suministro con relación a la cantería de Campeche. Asimismo, la organización del trabajo en jornadas nocturnas para aprovechar la baja mar y la sistematización de los trabajos permitieron el cambio radical de la obra de arquitectura militar en donde se demuestra la habilidad de Franck para atender las problemáticas de permanencia de las estructuras y la aplicación de sus saberes teóricos y científicos para superar los retos de levantar una resistente estructura portante en San Juan de Ulúa. (Martínez 2021, 225)

Teniendo como base las obras finiseculares del XVII, a lo largo del siglo XVIII, San Juan de Ulúa se consolidó como una fortificación abaluartada gracias a diversas circunstancias que directa o indirectamente incidieron en su desarrollo: la llegada de la dinastía Borbón a la Corona y la reorganización del ejército, la creación de la Academia de Matemáticas y Fortificación de Barcelona, del Real Cuerpo de Ingenieros Militares y el traslado a Veracruz de más de una treintena de ingenieros preparados para elaborar y representar proyectos, ejecutar las obras y garantizar la defensa del territorio novohispano. El trabajo de los ingenieros militares profundizó en el conocimiento del medio físico, aprovechamiento del contexto y perfeccionamiento de las obras a través de la aplicación de teorías modernas de fortificación. (Martínez 2021, 225-226) Además de que se mejoró el uso de la piedra de coral como material constructivo.

El italiano Félix Prósperi, integrante del Real Cuerpo de Ingenieros Militares de la Monarquía Hispánica llegó a Veracruz en 1735 e inició con el reconocimiento de la fortificación de San Juan de Ulúa

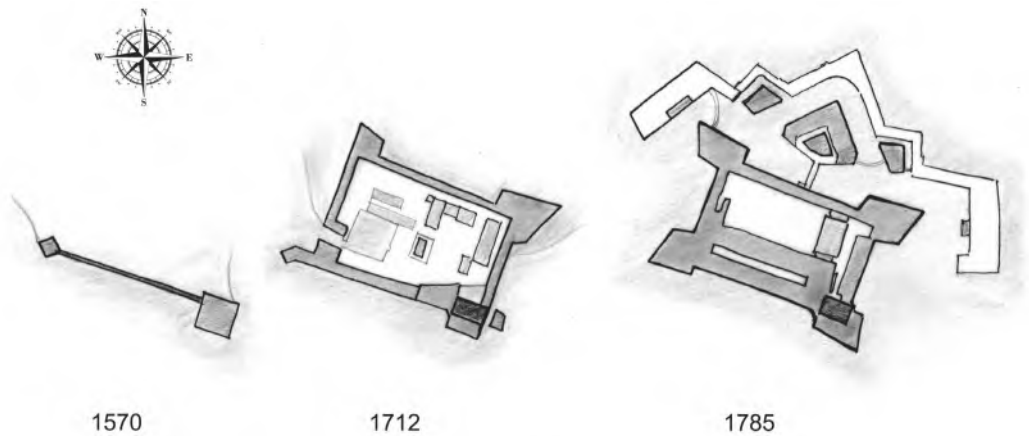


Figura 2

Desarrollo constructivo de la Fortaleza de San Juan de Ulúa identificable en tres etapas: siglo XVI, finales del siglo XVII y siglo XVIII. Esquemas de la autora en base a los planos de Cristobal Eraso (1570), Antonio José Martínez (1712) y autor desconocido (1785)

elaborando la primera propuesta de obras exteriores. Estas obras constan de una contraguardía hacia el islote, zona que se reconocía como la más vulnerable y que era necesario reforzar. Prósperi integró un revellín al centro conectando las obras exteriores con el nuevo acceso de la fortaleza a través de un puente y un cuerpo de guardia, y por otra parte vinculando el revellín a dos baterías que simétricamente reforzaron la defensa norte de San Juan de Ulúa. En estas obras se utilizó piedra de coral de la propia isla.

En 1755 llegó a San Juan de Ulúa el ingeniero militar Agustín López de la Cámara Alta y en 1758 Lorenzo de Solís, quien es nombrado ingeniero director. Ambos ingenieros discutieron los proyectos para mejorar las defensas del puerto de San Juan de Ulúa ante las condiciones de irregularidad del islote y bajo la intención de perfeccionar las obras existentes realizaron trabajos en los que apoyados de canteros muestran una mejor manipulación de la piedra de coral. Entre las obras que dirigió Agustín López fue la construcción del revellín de San José sobre la base preexistente de Prósperi. Además, atendió la prioridad de subsanar los problemas de cimentaciones, reedificación de andén, los problemas comunes de San Juan de Ulúa desde los siglos precedentes.

López de la Cámara Alta junto con los ingenieros Pedro Ponce y Ricardo Aylmer trabajaron en la am-

pliación del baluarte de San Pedro, solucionando una estructura abovedada que denota el dominio de la geometría, estereotomía y la participación de maestros albañiles que conocían el cimbrado de bóvedas de arista irregulares y canteros que aprovecharon las posibilidades del coral como material constructivo.

En la segunda mitad del siglo XVIII los ingenieros militares como Manuel de Santisteban, Miguel del Corral y Pedro Ponce trabajaron en el perfeccionamiento de la fortaleza de San Juan de Ulúa: se ampliaron las cortinas, los semibaluartes de complementaron, se integró una cortadura, construcción de casa del gobernador, reubicación de la iglesia. Como parte de las obras exteriores se demolió el revellín de San José para levantar otra obra acorde a las máximas de fortificación, uno doble con espacios abovedados para cisternas y almacenes de pólvoras entre otros usos. También se integraron dos medios lunetos en cada lado del revellín y se rodeó de un foso con agua todo el conjunto militar. Entre las últimas obras que se realizan durante el virreinato de la Nueva España está la construcción de la torre para faro sobre el baluarte de San Pedro, en 1804 y el glacis sobre la zona norte.

San Juan de Ulúa fue el último reducto de los españoles tras la consumación de la independencia y una vez que fueron expulsados en 1825, la fortaleza

quedó bajo el control de la Secretaría de Guerra y Marina. Bajo esta ocupación, el conjunto albergó diferentes usos como presidio, arsenal y astilleros, entre otras funciones. Estas estructuras se levantaban en su mayoría a base de sistemas mixtos de ladrillo y coral. Un ejemplo existente y concreto es la torre del vigía del baluarte de San Crispín, la cual data de finales del siglo XIX, construida con material de reciclaje de la anterior torre del vigía derribada durante la invasión francesa de 1838. A pesar de que la piedra de coral era un material con larga tradición constructiva, el coral se utilizó de manera burda e irregular, probablemente por la mano de obra o por la calidad del material de recuperación.

EL CORAL COMO MATERIAL CONSTRUCTIVO

El Sistema Arrecifal Veracruzano está conformado por una amplia vida marina en donde los corales son animales de diversas especies entre los que destacan los pétreos o duros porque fueron utilizados como material constructivo. Estos corales conforman extensas colonias, están integrados por pólipos de dimensiones variables y presentan un exoesqueleto de carbonato de calcio (Vargas, Román, Sánchez y Vázquez 2017). También se identifican como corales escleractinios por sus escleritos de consistencia dura gracias a la calcita y carbonato de calcio que les proporcionan una textura dura. Precisamente el esqueleto del coral con las cualidades de dureza es lo que conocemos como piedra múcar o múcar.

Los corales pétreos han sido clasificados en cinco grupos: ramificados, aplanados, de flor y copa, cerebroides y corales montañosos, redondeados y encostantes, (Vargas, Román, Sánchez y Vázquez 2017). Los dos últimos grupos son los más comunes en la construcción de la Fortaleza de San Juan de Ulúa debido a su forma redondeada como cantos rodados. Aunque su forma complicaba la maniobra, las dimensiones y cualidades de cada especie fueron aprovechadas en la obra.

Estudios previos sobre las especies de coral utilizadas en la fortificación de San Juan de Ulúa como los de Pineda Campos (2005) y Palacios Coria (2001) permiten contrastar datos con los registrados por las instituciones públicas.

De esta manera, encontramos que de las 36 especies de corales escleractinios que SEMARNAT



Figura 3
Coral del grupo cerebroides. (Fotografía de la autora)

(2017) registra en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, las referencias coinciden en que para San Juan de Ulúa se emplearon monastreas, porites astreoides, colpophylas, diplorias y siderastreas. (Veáse tabla 1) Por otra parte, las especies presentan variación no solo en su estructura, sino también en su dureza, resistencia y cantidad de calcio. Con respecto al calcio, componente importante para la compatibilidad de las mezclas de cal, Pineda Campos (2005) señala que las especies de *colpophylia natans*, *monastrea annularis* y *Porites astreoides*, son las que contienen mayor cantidad de cal, y esto nos lleva a deducir que también fueron utilizadas como calizas para la obtención del óxido de calcio, pues en la relación de obra se habla de la piedra de cal de mar.

El uso de coral tan característico de la Fortaleza de San Juan de Ulúa, inició en el siglo XVI con las exploraciones en los arrecifes de Hornos, Gallega, Caleta y Lavandera (SEMARNAT, 2017) y en la isla de Gavias (Calderón, 1953). Si bien la extracción del material durante el siglo XVI fue de manera experimental, con el apoyo de canteros se logró el reconocimiento de la morfología y cualidades de las piedras, por lo que para el siglo XVIII la técnica de extracción y uso ha mejorado notablemente, como lo evidencia el uso de la diploria sp y la colpophylia natans.

En la construcción de la Fortaleza de San Juan de Ulúa se han empleado diversas especies de coral en

TABLA 1

Comparativo de especies de coral identificadas como material constructivo del Sistema defensivo de costa: San Juan de Ulúa y la ciudad de Veracruz. (Martínez Aguilar 2021,308)

Especies utilizadas en los siglos XVI-XVII según el Programa de Manejo Parque Arrecifal Veracruzano (2017)	Especies utilizadas en el siglo XVIII según Palacios Coria (2001)	Especies utilizadas según Pineda Campos (2005)	Especies más abundantes actualmente en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano según Pérez y Vargas (2008)
Montastrea annularis	Montastrea annularis	Montastrea annularis	Montastrea annularis
	Montastrea cavernosa	Montastrea cavernosa	Montastrea cavernosa
Porites asteroides		Porites astreoides	
	Colpophyllia natans	Colpophyllia natans	Colpophyllia natans
	Diploria spp	Diploria sp	
	Siderastrea spp		
		Siderastrea radians	
	Acropora palmata		

combinación con piedras sedimentarias provenientes de la región veracruzana, Campeche e incluso La Habana. Sin embargo, estas piedras contienen sedimentos de corales y moluscos por lo que se integran con las texturas de la múcar de manera que en elementos como los muros no son perceptibles las diferencias entre materiales.

EVOLUCIÓN Y DECLIVE DEL CORAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA FORTALEZA DE SAN JUAN DE ULÚA

Las primeras mamposterías de coral

Como se ha señalado, las primeras obras en San Juan de Ulúa se realizaron con el material que se extraía de La Gallega cuyo arrecife se integraba por corales fosilizados combinados con estratos de sedimentos de moluscos, arenas de rocas, corales y algas, por lo que las colonias se compactaron alterando la morfología y endureciendo su composición. Aunado a la cohesión de los estratos, las primeras extracciones de coral se realizaron de forma improvisada sin el conocimiento de explotación de una cantera o el uso de las herramientas adecuadas, ni la capacitación de la mano de obra, por lo que se obtuvieron piezas muy pequeñas e irregulares.

En consecuencia, la ejecución de las primeras construcciones a base de coral pétreo resultó muy

lenta y costosa para la Monarquía, tanto por el pequeño dimensionamiento de las piezas como por el tiempo y dificultad de explotación del arrecife. Esta situación por una parte revelaba la necesidad de mano de obra especializada, específicamente canteros que orientaran sobre el proceso de extracción y por otra, relegó a la piedra múcar como un material de segunda con un uso alterno en la edificación de los elementos, dando prioridad al uso de cantería de Campeche para paramentos exteriores y elementos estructurales. Cabe recordar que la piedra de Campeche es una caliza sedimentaria bioquímica que contiene fragmentos de moluscos y corales, por lo que los sillares obtenidos tienen una apariencia similar en texturas y color a los arrecifes.

Son escasos los testimonios de las primeras obras de mampostería de coral, pues las diferentes etapas constructivas de la fortaleza se basaron en reforzar o complementar los elementos arquitectónicos y estructurales. Pese a los pocos testimonios, se reconoce que las obras de coral del siglo XVI y gran parte del siglo XVII fueron mamposterías irregulares cuya característica común es el dimensionamiento menor de las piezas por la fragmentación de los corales durante la extracción. Incluso en el siglo XVI su uso en muros es similar a las fábricas de mampostería encofradas, como se observa en la figura 4, sin embargo, no se han identificado en sitio testimonios de esta técnica y las descripciones de las primeras obras que co-



Figura 4
Detalle de las mamposterías irregulares que datan del siglo XVI y corresponden con la ejecución de las obras de Cristóbal Eraso según exploraciones arqueológicas de Judith Hernández Aranda. Fotografía de la autora.

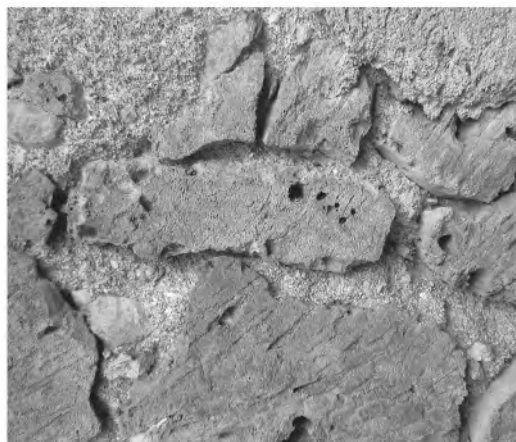


Figura 5
Detalle del núcleo del muro de argollas. (Fotografía de la autora)

responden con el proyecto de Eraso sólo señalan el empleo de cantería de Campeche en los paños exteriores y mamposterías en el interior.

Aunque el uso de las mamposterías irregulares fue común a lo largo de todas las etapas constructivas de la fortaleza, la diferencia estriba en la dimensión de las piezas, la conservación de la figura del coral y la colocación de las piezas como parte del mamposteo. En las primeras obras los fragmentos de coral son variables y combinan escasas piezas de regular tamaño aproximados a los 25 centímetros de largo, con múltiples guijarros y fragmentos entre 7 y 20 centímetros de largo por 5 a 10 centímetros de alto.

En las obras del siglo XVII se identifica la manipulación de los corales por mano de obra con mayor conocimiento de cantería. Por ejemplo, se observa en el núcleo del muro de argollas que la mampostería irregular presenta piezas con cierta escuadría y cuyas dimensiones son mayores a las obras previas, pues predominan las piezas que varían entre 14 a 27 centímetros de largo por 10 a 15 centímetros de alto, como se observa en la figura 5.

A mediados del siglo XVII es evidente la presencia de maestros canteros en Veracruz, por ejemplo, para 1659 se menciona a Manuel Andrés como maestro mayor de cantería y en 1661 Pedro de Astorga ostenta el título de maestro cantero y de albañilería de la ciudad. Además, la extracción de la piedra múcara se ha extendido a la isla de Gavias y Sacrificios, así

como a los arrecifes bordeantes de la ciudad de Veracruz como Hornos y La Caleta.

Como se ha señalado a finales del siglo XVII Jaime Frank logró cerrar la plaza de San Juan de Ulúa levantando cortinas y baluartes estructurados por bóvedas de cañón. Aunque se observan en sus muros interiores e intradós de bóvedas el empleo de mamposterías irregulares de dimensiones variables, se destaca que Franck reconoció las cualidades del coral como material constructivo, pues señalaba que la piedra era ligera y esponjosa, de fácil amarre con las mezclas de cal – arena de mar y al fraguar, los elementos lograban gran resistencia a las balas de artillería (Carta de Jaime Franck al virrey, 20 de mayo de 1960). Este reconocimiento de las cualidades de la piedra múcara también le llevó a considerar que en las bóvedas a prueba de bomba los rellenos se podrían ejecutar con el mismo coral ante la inexistencia de tierra en el islote, material que de acuerdo con la tratadística militar era el indicado para el amortiguamiento del impacto de las balas de cañón en bóvedas.

La aceptación de la forma del coral

En los elementos edificados del siglo XVIII se observa un cambio importante en el empleo del coral pues su figura semiesférica es evidente en la conformación del mamposteo e incluso en la conformación de



Figura 6
Vista de un fragmento de la cara norte y flanco noreste del baluarte de San Pedro en donde se observan las hiladas de piedra de coral. Fotografía de la autora

hiladas, lo que refleja que la extracción del material ha mejorado, así como el conocimiento y aprovechamiento del material coralino. El coral semiesférico se utilizó en su forma íntegra o partido a la mitad, sólo o combinado con ladrillo de barro rojo recocido. Aunque las mamposterías irregulares seguirán ejecutándose, en el siglo XVIII se identifica la valoración y aprovechamiento de la piedra múcara en paramentos exteriores de cortinas y parapetos en perfiles semiesféricos, labrados con relativa escuadría o en corte de sillares.

El ingeniero militar Agustín López de la Cámara Alta elaboró un proyecto de ampliación del baluarte de San Pedro entre los años 1762 y 1763, cuyos paramentos exteriores de la cara norte y su flanco contiguo se trabajaron en hiladas regulares de piedra de coral semiesférico (Figura 6), muy probablemente de la especie *diploria* sp y/o *copophyllia natans*. Quizá esta técnica también se replicó en el revellín de San José, obra dirigida por el mismo ingeniero y que años más tarde fuera demolida por Manuel de Santisteban. Cabe destacar que en los trabajos de López de la Cámara Alta participó también el cantero José Camacho de Mendoza, lo que reafirma que la participación de estos artesanos fue fundamental para el conocimiento de los corales pétreos y su potencial constructivo.

En San Juan de Ulúa, las obras que se preservan de López de la Cámara Alta son prácticamente las únicas evidencias del trabajo impecable en la calidad del mamposteado de la forma semiesférica del coral

montañoso o cerebroide. Para lograr los paramentos descritos fue fundamental el suministro del material en dimensiones similares, la colocación de hiladas regulares con piezas de coral semiesférico partidas a la mitad y absorber las mínimas variantes en altura de las hiladas con rajuelas de coral. Las piezas semiesféricas de coral se emplearon en los paramentos exteriores, pero al interior de los muros Agustín López de la Cámara Alta utilizó mamposterías irregulares, aunque la muca es de dimensiones más grandes que las utilizadas en los siglos precedentes.

A partir de este reconocimiento de las posibilidades de la piedra de coral, posteriormente se utilizaron en combinación con ladrillo a modo de verdugadas para regularizar las hiladas como se observa en la ampliación de la cortina norte, obra ejecutada por Manuel de Santisteban. (Figura 7) El uso de hiladas de múcara con verdugadas de ladrillo se ha localizado en edificaciones militares de la ciudad de Veracruz como Atarazanas y el Hospital Militar de San Carlos, obras también del siglo XVIII; curiosamente, en estas edificaciones la conformación de los paramentos se encuentra de mejor calidad que en la ampliación de las cortinas de San Juan de Ulúa.

Otras variantes en el uso del coral tratando de respetar su forma se reconocen como mamposterías semi irregulares, pues intentan seguir el orden de hilada, pero por las cualidades de la piedra de coral se vuelve difusa en algunas zonas (Figura 8). Esto puede ser resultante tanto por la reutilización de material



Figura 7
Paramento interior de la ampliación de cortina norte en donde se observa el uso de hiladas de piedra de coral alternadas con hiladas de ladrillo a modo de verdegadas. (Fotografía de la autora)

producto de demoliciones como por las características físicas de los corales suministrados. Precisamente, el suministro de materiales depende de la calidad del coral obtenido de los bancos de arrecifes; la alternativa de los ingenieros era solicitar tres dimensiones diferentes que variaban de 6 a 9 pies cúbicos cuyas piezas podrían adaptarse a las demandas de determinados elementos.

Cantería en coral

Como se ha destacado, el trabajo de los maestros canteros fue fundamental en la evolución del uso de coral como material constructivo. En las obras del siglo XVIII se observan dos tipos de conformado que requirieron el trabajo especializado: el corte en sillares o piezas escuadradas y el labrado de elementos ornamentales. Del primer caso encontramos sillares y sillarejos en los lienzos de cortina y paramentos de baluartes, losetas para pisos, escalones, dovelas de arcos adintelados, sillares para pilastras, jambas y columnas. Del segundo caso, se observa un gran repertorio de formas para molduras de cordón magistral, dovelas de arcos, cornisas, capiteles, remates de cupulines entre otros elementos.



Figura 8
Mamposterías semi irregulares de coral. (Fotografía de la autora)

Para el trabajo de cantería en coral se requería contar con material de grandes dimensiones y buena calidad libre de oquedades o cangrejas como comúnmente llamaban a las perforaciones que presentaba el coral cuando albergaba otras vidas marinas en su esqueleto. El coral en su morfología original era como la extracción burda de la piedra que posteriormente pasaba a la talla de desbaste en donde se cubicaba la pieza o careaba o se le daba la forma definitiva. En este proceso se generaba mucho material de desperdicio que seguramente se utilizaba en las mamposterías irregulares.

Finalmente se hacía la talla definitiva de la pieza en base a montes o plantillas, por lo que el resultado, sobre todo en la ornamentación, denota el dominio de la geometría y estereotomía de sus artesanos, así como el arte de la cantería, pues el trazo de la piedra es una labor escultórica de gran complejidad por el diferente tipo de dureza y estructura del exoesqueleto que dependiendo la especie puede presentar una trama más abierta o cerrada. El corte de piezas con formas curvas y mixtas demuestra la mayor evolución del trabajo de cantería en coral. Con el repertorio formal que se trabajó en corales se logró imprimir el lenguaje de la estética neoclásica que los ingenieros del siglo XVIII proyectaron para la Fortaleza de San Juan de Ulúa.

En cuanto a las especies, estas se eligieron en base a la función estructural, arquitectónica u ornamental de la pieza, así como dependiendo del detalle que exigiera el labrado. Por consiguiente, en sillares de grandes dimensiones para base de



Figura 9

Sillares de coral en el baluartes de San Pedro y San Crispin y como rafas en el luneto de Ntra. Sra. del Pilar. (Fotografía de la autora)

paramentos de cortinas o baluartes se utilizó el coral porites astreoides. Esta misma especie también se encuentra en los sillares tipo refuerzo vertical en vértices de los medios lunetos, comúnmente conocidos como “rafas”. Por su estructura compacta, el porites astreoides también fue empleado para lose-

tas de pisos, escalones y en en elementos ornamentales de pequeño tamaño como las ménsulas de la bóveda pasillo a la garita del baluarte de San Pedro. Otras especies como la diploria sp fue empleada para obtener sillares de colocados en paramentos de baluartes, parapetos y pilastras.



Figura 10

En pisos se utilizó el coral de especie porites astreoides por presentar una estructura más cerrada y por tanto menos permeable en comparación con otras especies. (Fotografías de la autora)



Figuras 11

La cantería en coral como medio de lenguaje estético en portadas y enmarcamientos de vanos. (Fotografías de la autora)

El declive en el uso del coral

A partir del México Independiente se conjugaron diversas circunstancias que llevaron al declive del uso del coral como material constructivo. En primer lugar, el conjunto militar se concluyó en las primeras décadas del siglo XIX; la última obra de mayor magnitud fue la torre del baluarte de San Pedro en donde se ubicó un faro. Tras la expulsión de los españoles de la fortaleza, las funciones desarrolladas por la Secretaría de Guerra y Marina tuvieron un carácter más industrial y carcelario, por lo que no se requirió de canteros para el trabajo de las mamposterías y la mano de obra empleada, generalmente eran los mismos integrantes de la milicia o bien, los presidiarios que eran obligados a trabajar en las obras.

En las modificaciones al partido original de la fortificación, cada vez fue más escaso el uso de los corales y predominó el ladrillo producido en fábricas comerciales, además de que se fueron introduciendo

los nuevos materiales que la revolución industrial había puesto en boga, por lo que se encontrará hierro en las estructuras de las naves industriales y concretos en elementos como pisos, balaustres y elementos ornamentales.

Existe un caso excepcional: la torre del vigía sobre el caballero alto del baluarte de San Crispín. La obra original del siglo XVIII y fue derribada tras la invasión francesa en 1838, por lo que la nueva torre que se levantara en la segunda mitad del XIX se ubicó en el otro extremo de la cubierta del caballero y reutilizó el material de la preexistente combinándolo con ladrillo. Esta obra denota una fábrica variable, por un lado, el proyecto está resuelto geométricamente en su volumetría e integra elementos como pechinas, arcos y jambas de ladrillo que se combinan con muros de coral o mixtos de fábrica irregular, en donde se observan las piezas de cantos rodados de múcar, pero no logran mantener la calidad que un siglo antes habían alcanzado los ingenieros militares en coordinación con los canteros.



Figuras 12
Elementos ornamentales labrados en coral. (Fotografías de la autora)

Ya para principios del siglo XX, la ampliación de la ciudad de Veracruz sobre la plataforma continental en donde se ubicaban importantes bancos arrecifales, la apertura de canales de navegación que arrasaron los arrecifes sumergidos, así como el progreso de las vías de comunicación marítimas y ferroviarias que facilitaron el movimiento de materiales industrializados, propiciaron el abandono del coral como material constructivo. En consecuencia, cuando en 1914 San Juan de Ulúa es nombrada sede presidencial del gobierno de Venustiano Carranza, si bien se remodeló la fachada del edificio conocido como Casa del Gobernador, en esa fase ya no se empleó la piedra de coral. Con ello se puede decir que se dio fin a su uso constructivo.

A partir de 1962, año en que la fortaleza se encuentra en custodia del Instituto Nacional de Antropología e Historia se iniciaron labores de liberación de los edificios del arsenal militar y las obras de intervención subsiguientes han aprovechado el coral producto de los retiros, por lo que su uso actual está enfocado a la restauración del propio recinto. Aunado a ello, se destaca que la explotación

de los arrecifes de la zona está prohibida legalmente a partir del nombramiento como Parque Nacional al Sistema Arrecifal Veracruzano en 1992 (SEMARNAT 2017, 13).



Figuras 13
Imagen de la torre del vigía sobre el caballero alto del baluarte de San Crispín. (Fotografía de la autora)

CONCLUSIONES

La Fortaleza de San Juan de Ulúa posee diferentes valores patrimoniales, entre sus cualidades siempre ha destacado el uso del coral en sus elementos constructivos. Pese a que las texturas y coloración proporcionan una monocromía en sus componentes, un estudio a detalle nos revela las variantes en el empleo de la piedra de coral conocida como múcar. Por lo tanto, se ha distinguido un desarrollo evolutivo que permite tener una mejor lectura del conjunto fortificado.

En este análisis se destaca el papel importante de los ingenieros militares, pero sobre todo de la mano de obra como los canteros y ejecutantes de las mamposterías. Con ello se abre una nueva línea de investigación hacia los constructores que trabajaron la cantería de coral.

LISTA DE REFERENCIAS

- Ángulo Íñiguez, Diego. 1942. *Bautista Antonelli. Las fortificaciones americanas del siglo XVI*. Madrid: Real Academia de Historia.
- Calderón Quijano, José Antonio. 1953. *Fortificaciones en Nueva España*. Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla.
- Hernández Aranda, Judith y R.J. Ávila Hernández. 2015. Jaime Franck: autos legales sobre su obra en San Juan de Ulúa (1692-1693). *Revista Ollín*, año 8, número 14, 7-25. Ciudad de México: INAH.
- Hernández Aranda, Judith y R.J. Ávila Hernández. 2022. Ulúa arqueológica. En *Ulúa El fuerte que circunda el mar*, 13-31. Ciudad de México: UNAM.
- Martínez Aguilar, Gladys. 2021. *Las técnicas constructivas de las fortificaciones en el siglo XVIII Factores determinantes en la transformación tecnológica de la arquitectura militar de Veracruz*. Tesis de doctorado. Ciudad de México: UNAM.
- Martínez Aguilar, Gladys. 2022. Ingeniería militar en Veracruz, una visión de conjunto sobre el desempeño de sus protagonistas durante el siglo XVIII y XIX. En *Ingenieros para la paz Militares para la guerra. Del Caribe al Sudeste Asiático (1748-1825)*, coordinado por Nuria Hinarejos y Pedro Luengo Gutiérrez, 191-206. Madrid: Ministerio de Defensa.
- Palacios Coria, Eduardo. 2001. *Composición de especies macrocorales hermatípicos de zonas arrecifales someras de Veracruz, Ver., su uso como material de construcción en el Castillo de San Juan de Ulúa*. Tesis de licenciatura. Izcala, Estado de México: UNAM.
- Pineda Campos, Dolores. 2005. *Investigación de los materiales coralinos utilizados en la construcción y restauración de la Fortaleza de San Juan de Ulúa, Veracruz, México, para su conservación*. Valencia: UPV.
- SEMARNAT, Comisión Nacional de Áreas Protegidas. 2017. *Programa de manejo Parque Arrecifal Veracruzano*. Consultado en https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/135_libro_pm.pdf
- Vargas Hernández, Juan Manuel, M.A.M. Román Vives, J. L. Sánchez Castro y A. Vázquez Machorro. 2017. *Corales pétreos de los arrecifes veracruzanos. Guía de campo para su identificación*. Universidad Veracruzana, CONANP, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Acuario de Veracruz.

Tres proyectos para la catedral de Ciudad Juárez, Chihuahua (1941-1979). Procedimientos y sistemas constructivos. Aciertos, errores y propuestas

Pedro Tlatoani Molotla Xolalpa
Enrique Martín Cano Murillo

ANTECEDENTE DE LAS TRES PROPUESTAS Y DOS INMUEBLES PARA LA CATEDRAL DE CIUDAD JUÁREZ, CHIH

Posterior a la toma de Tenochtitlan el 13 de agosto de 1521, la corona española impulsó diversas incursiones en el territorio recién “obtenido”, con la finalidad de dimensionar su extensión, y conocer los recursos y posibles asentamientos humanos que pudieran ser aprovechados. Después de algunos esfuerzos en la primera mitad del siglo XVI, es hasta finales del mismo siglo que se reanudan las expediciones sobresaliendo la encabezada por Juan de Oñate, quien inició la ocupación formal y permanente de la zona norte del territorio, logro que ninguno de los exploradores enviados con anterioridad había cristalizado.

Es en 1598 cuando en la zona conocida como “El Paso” del río Grande y sus alrededores, se realiza el acto de posesión de esas tierras a nombre de Felipe II y pasan a ser parte fundamental del desarrollo de “Camino Real Tierra Adentro” que iba desde la Ciudad de México hasta Santa Fe de Nuevo México, y que habría de consolidarse con la llegada de los franciscanos a la región quienes erigieron la Misión de Nuestra Señora de Guadalupe de los Mansos de Paso del Norte, estableciéndose en la parte sur del río, con una población que establecería un importante asentamiento el cual incluso se convirtió en el más importante de toda la zona norte de las posesiones españolas, producto de la rebelión de los Indios Pueblo de 1680.

Durante todo el periodo virreinal el Camino Real fue el puente de comunicación hacia el centro del territorio, sin embargo, las distancias obligaron a que los territorios del norte buscaran siempre su autosuficiencia. Finalizando el periodo novohispano, además del establecimiento de Paso del Norte, se habían conformado la de San Lorenzo, Senecú, Isleta, Socorro y San Elizario, que componían en su conjunto, la zona más poblada en lo que posteriormente sería la franja fronteriza del norte México.

Con la Constitución de 1824, México se convierte en un estado federado, y Paso del Norte, que durante el periodo virreinal había pertenecido administrativamente a Nuevo México, pasaría a ser parte del estado de Chihuahua, siendo cabecera de partido lo que daría pie a que se le otorgara la categoría de Villa en 1826. Posteriormente, y después de los tratados de Hidalgo de 1848 se comienzan a conformar nuevos asentamientos al norte del Río Bravo fortaleciendo su nueva condición de frontera y trastocando sus actividades económicas o sociales, entre otras situaciones, asentamientos como San Elizario, Isleta y Socorro quedaron del lado estadounidense.

La lejanía del Paso del Norte respecto al resto del territorio quedó todavía más evidente, y no fue hasta el establecimiento del sistema ferroviario impulsado por el gobierno de Porfirio Díaz que se logró comunicar al norte del territorio con el resto de país con dos líneas fundamentales, el Ferrocarril Central

Mexicano (Ciudad de México-Paso del Norte, Chihuahua) y el Ferrocarril Internacional Mexicano (Ciudad de México-Piedras Negras, Coahuila). Para la Villa de Paso del Norte, significó que se convirtiera en el cruce fronterizo más importante del país y punto más activo de conexiones ferroviarias con el sistema de los Estados Unidos siendo entonces un lugar de atracción para actividades comerciales y transporte de mercancías que conllevaron a un crecimiento poblacional y urbano.

La nueva y prometedora situación económica y social que se había desarrollado con el establecimiento de los ferrocarriles se vio concretada en 1888 cuando el Congreso del Estado de Chihuahua vía decreto la eleva a categoría de ciudad que incluía el cambio de nombre pasando de Villa de Paso del Norte, a Ciudad Juárez.

A partir de ese momento, Ciudad Juárez ha tenido un crecimiento económico-social y poblacional que la han mantenido como una de las urbes más importantes en esos rubros a nivel nacional. La relevancia estratégica desde su fundación con los misioneros franciscanos desde mediados del siglo XVII con la idea de evangelizar a los indios mansos de la región se ha mantenido también en lo que se refiere al ámbito religioso. Terminado las labores apostólicas por parte de los franciscanos se realizó un proceso de secularización y esta región (incluyendo la Misión de Nuestra Señora de Guadalupe) pasó a formar parte de la diócesis de Nueva Vizcaya, hoy Durango que había sido conformada en 1620, así permaneció incluso después de los ya mencionados tratados de Guadalupe-Hidalgo donde se establecieron las nuevas fronteras y que obligarían a reconfigurar tarde o temprano, a los territorios en lo referente a lo administrativo, pero también en lo religioso.

Y fue comenzando la segunda mitad del siglo XX, que el Papa Pío XII, por la Constitución Apostólica "In Similitudinem Christi", del día 10 de abril de 1957, decretó la erección de la Diócesis de Ciudad Juárez (Civitas Juarezensis). La creciente importancia de la ciudad había propiciado que la sociedad juarense buscara reflejar dicha situación con un inmueble religioso acorde a las necesidades físicas y espaciales que se demandaban, por lo que entre 1941 y 1946 se construye un edificio con características catedralicias para dar cabida a más feligreses. A partir de este momento, el sitio fundacional de Ciudad Juárez, dónde se erigió la Misión de Nuestra Señora

de Guadalupe de los Indios Mansos comenzaría un proceso de transformación urbano-arquitectónica que culminaría precisamente en dos inmuebles y tres proyectos para la Catedral de Ciudad Juárez.

PROYECTO, OBRA Y DEMOLICIÓN DE LA PARROQUIA DE CIUDAD JUÁREZ (1941-1956)

Tanto la sociedad juarense como las autoridades religiosas de la diócesis de Durango sabían que el crecimiento poblacional del norte del país y por ende el número de feligreses, era necesario el incremento y la modernización de los bienes inmuebles, por lo que se edificó entre 1941 y 1956 un edificio parroquial, con las dimensiones y características formales y espaciales que denotarían las intenciones de conformar un nuevo territorio diocesano.

Este primer edificio buscaba conservar las características formales y espaciales "tradicionales" de la arquitectura religiosa novohispana, que además se adecuaba todavía a la práctica litúrgica celebrada sin modificaciones sustanciales desde el periodo virreinal. Fue con estas necesidades que el templo fue concebido con un trazo simétrico y una planta basilical como se hizo con las del siglo XVI. (Figura 1)

El primer cuerpo alojaba el arranque de las torres campanario y al centro el sotocoro. Arriba, el coro y la ruta para llegar a los campanarios. Esta crujía que se convertía en la fachada principal (al este) fue proyectada con tres puertas, al centro la jubilar y a los costados las que llevarían a los deambulatorios, aunque en la práctica solamente servían para dar entrada a la parte baja de las torres. En el cuerpo principal, era la nave de los feligreses dividida en tres naves por dos hileras de pilares de sección cuadrangular que junto con los muros laterales sostenían tres bóvedas de cañón corrido. En el crucero, se levantaba una cúpula gallonada sobre un cimborrio de base octagonal rematado con una lintemilla. El sistema constructivo de ambas cubiertas era de losas de concreto armado. (Figuras 2 y 3)

Hacia el poniente, se encontraba el presbiterio cubierto por una bóveda de arista y sacristías con losas planas, ambos sistemas también de concreto armado. (Ver figura 4) Los muros laterales del conjunto fueron realizados con mampostería de piedra volcánica de la región (de tonalidad ocre y considerable resistencia al intemperismo) asentada con un mortero de

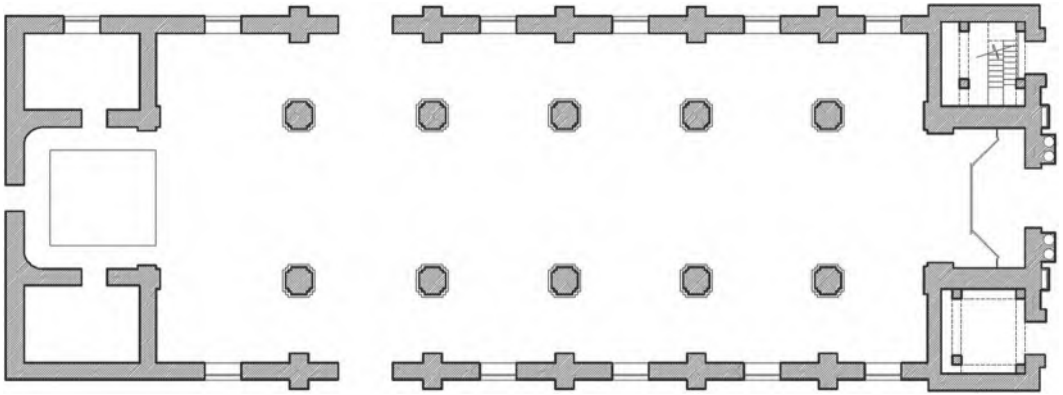


Figura 1

Planta arquitectónica del edificio parroquial de Ciudad Juárez Chihuahua, proyectado como un edificio catedralicio con una planta basilical, deambulatorios y tres entradas frontales. (Elaboración propia)

cemento arena; el espesor promedio de los muros es 90 cm y pilares en los ejes de 190 cm que supondrían al menos para los constructores garantizar la estabilidad de la construcción.

En entrevista con Monseñor Isidro Payán quien fue el párroco que recibió los trabajos del nuevo edificio, a partir de 1961 éste comenzó a revelar fallas

sobre todo en las secciones de los muros norte y sur que comenzaron a separarse del arranque de la bóveda sobre todo en el muro norte hasta 17 cm y a ésta última se le generó una grieta en toda su longitud. El problema se extendió hasta la cúpula presentando también grietas en las nervaduras de los gajos y una grieta horizontal a media altura de este cuerpo. Am-

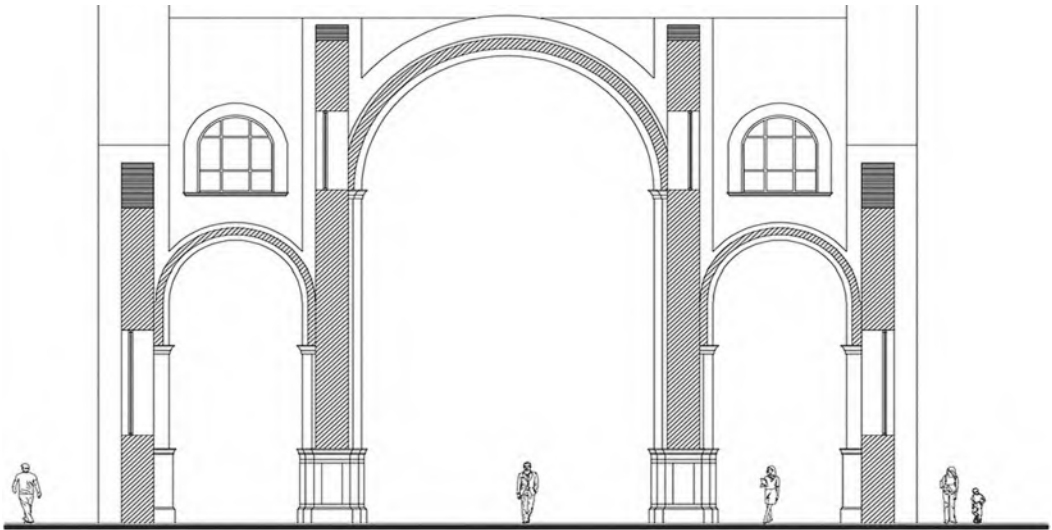


Figura 2

Corte transversal sin escala del primer templo parroquial de Ciudad Juárez donde es posible observar las tres naves con bóvedas de cañón corrido. (Elaboración propia)



Figura 3
Fotografía del edificio en su proceso de construcción, donde es posible observar la cúpula gallonada sobre un cimborrio de base octagonal. (Fuente: <https://diocesisciudadjuarez.com/>)

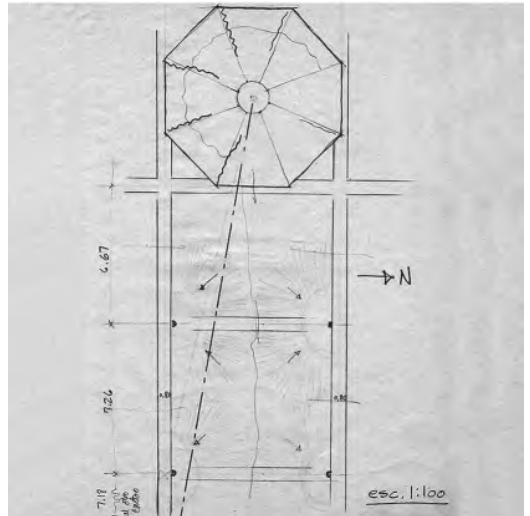
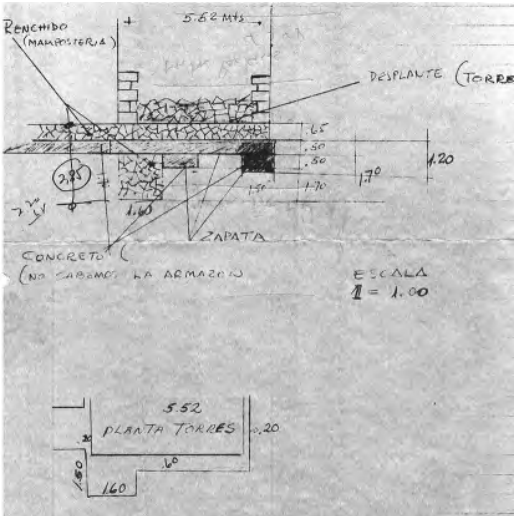


Figura 4
Interior de templo parroquial con vista hacia el presbiterio, todavía con el altar pegado al muro testero y una cubierta de bóveda de arista construida con concreto armado. (Fuente: <https://diocesisciudadjuarez.com/>)

Los diagnósticos fueron plasmados en croquis esquemáticos realizados por el Ing. Adolfo Álvarez quien dictaminó que fuese demolido el edificio ya que estaba en peligro de desplome. El Ing. Álvarez también hizo un diagnóstico de la cimentación del cuerpo de las torres el cual es un sistema mixto de piedra y mampostería con losas y cimientos de concreto armado, se desconocen tanto las características del concreto como las del armado, lo cual también nos

da una idea de lo sucedido con los cuerpos desaparecidos a partir de 1976. (Figuras 5 y 6)

Existe la hipótesis que la construcción no pudo resistir los esfuerzos de “coceo” producto de la geometría de las bóvedas (sobre todo la principal), así como la cúpula que en conjunto generaron esfuerzos que no pudieron ser absorbidos por los muros y que llevaron al fallo de la estructura y que se tomara la decisión de su derribo. Sin embargo, luego de intensas ges-



Figuras 5 y 6
Croquis de las fallas y sistema constructivo del basamento de las torres del cuerpo este. En la figura 5, el Ing. Álvarez muestra las grietas y fracturas observadas en la nave principal, así como en la cúpula del crucero. La figura 6 muestra las medidas generales que pudo observar de los cimientos, así como el desconocimiento de la calidad y cantidad del armado del acero. (Archivo personal del Ing. Adolfo Álvarez A.)

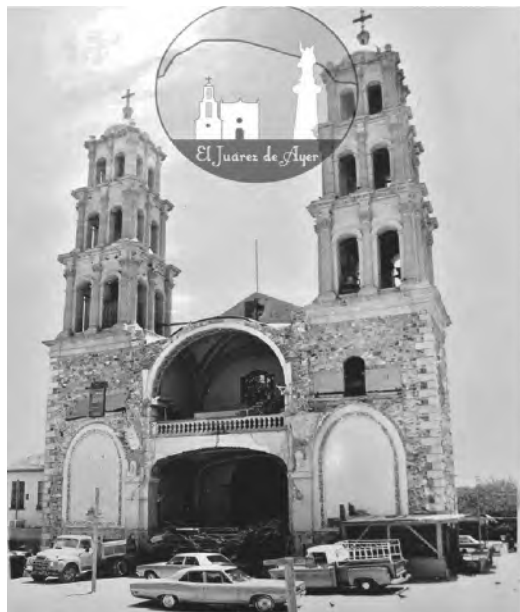


Figura 7

Cuerpo de las torres, coro y sotocoro que fue conservado del primer edificio parroquial. Se observan los arranques de las bóvedas de cañón corrido de las tres naves. Es evidente que los trazos no fueron realizados de manera óptima al igual que la fábrica lo que supone que la falla fue por factores del proceso y calidad de la obra. (Fuente: <https://www.facebook.com/EIJRZdeAyer/posts/3144146878977524/>)

ciones con las autoridades locales y federales en el ámbito urbano y de conservación con los mandos de la diócesis de Juárez, se tomó el fallo de preservar el primer cuerpo (oriente) que además de contener las torres como elementos jerárquicos, mantenía la ubicación privilegiada del sitio fundacional de la ciudad y que para algunos iba en detrimento de la antigua Misión de Nuestra Señora de Guadalupe. (Figura 7)

GESTIÓN Y PROYECTO DEL ARQ. ÓSCAR SÁNCHEZ CORDERO E ING. ADOLFO ÁLVAREZ A. (1975-1976)

Como ya se mencionó, del primer templo erigido en los años 40s del siglo XX, solamente quedó el cuerpo oriente, producto de diversas gestiones relacionadas con la reubicación del nuevo templo que habría de construirse. El principal obstáculo fue (y sigue siendo)

la proximidad con el antiguo templo de la Misión de Nuestra Señora de Guadalupe la cual según la nueva Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas publicada en 1973, por su fecha de erección (siglo XVII) por prescripción de Ley es monumento histórico por la tanto el sitio de la nueva construcción al ser colindante amerita una especial atención.

Esta situación llevó a intensas negociaciones que obligaron a modificar el proyecto aprobado el 7 de abril de 1975 por el Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Dichas modificaciones estaban encaminadas a ampliar la distancia con el templo misional, pero también a demoler construcciones aledañas en la parte poniente del conjunto (estación de bomberos y banco) y en el atrio (hacia el sur oriente) las oficinas parroquiales (*todas* con fábrica del siglo XX) y que para el Instituto Nacional de Antropología e Historia constituían un deterioro para el conjunto religioso, pero sobre todo patrimonial.

Las modificaciones del proyecto rompieron la franca simetría con que se había concebido el diseño original, sobre todo en el área del presbiterio y cuerpo poniente, lo que llevó también a replantear la imagen del nuevo edificio la cual en un principio era de carácter historicista buscando la integración por mimetismo con el cuerpo de las torres y portada principal. Además, esta propuesta tenía comunicación directa con al área de la sacristía del templo de la misión la cual no fue aprobada por lo que la modificación era obligada (Figura 8)

Sumada a las restricciones derivadas por la ley federal de 1973, en el lapso de la demolición y proyección y construcción del nuevo edificio catedralicio, entró en vigor el Concilio Vaticano II, convocado por el papa Juan XXIII en 1962 y firmado por Pablo VI, diciembre de 1963, el cual tendría una importante influencia en el rito litúrgico y por ende en los espacios arquitectónicos destinados para tal fin. Para Peter Hammond en su libro "Liturgia y Arquitectura, publicado en 1960, escribió que "La labor de la arquitectura moderna no es la de diseñar un edificio que parezca una iglesia. Es la de crear un edificio que funcione como un espacio para la liturgia. El primer y más esencial requisito es el de un exhaustivo análisis funcional"¹

En el periodo de la posguerra, fue común la revisión de los conceptos sobre la arquitectura desde el punto de vista formal y la integración de los nuevos

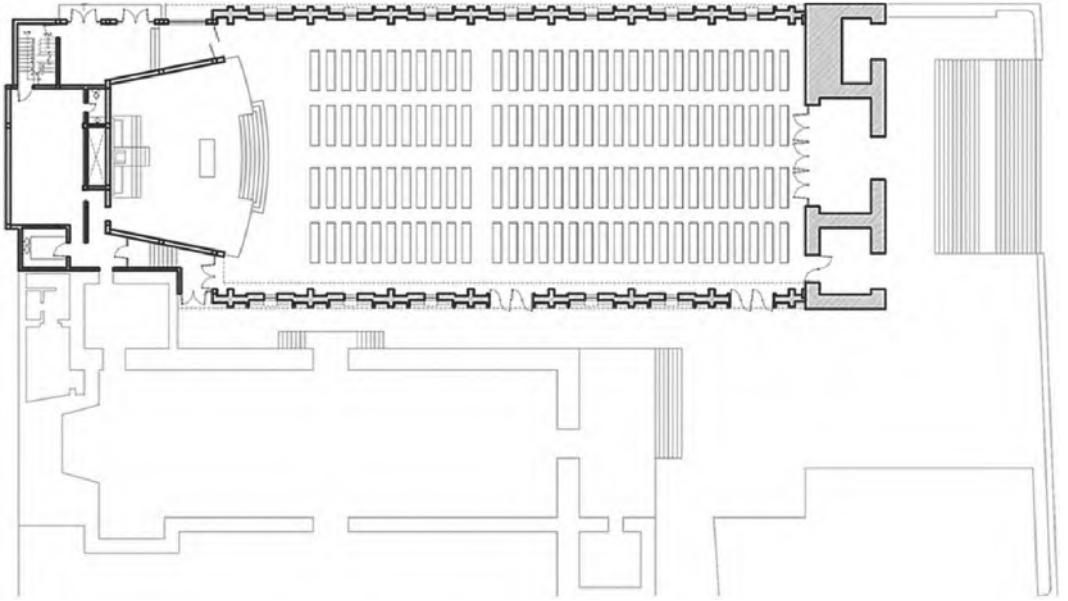


Figura 8

Planta arquitectónica sin escala del proyecto del Arq. Óscar Sánchez Cordero. Es clara la simetría con la que fue concebido y también la comunicación directa con el cuerpo de la sacristía de la misión. También se observa en la esquina inferior derecha el contorno de las oficinas que serían demolidas al momento de construirse el edificio catedralicio actual. (Elaboración propia)

materiales y sistemas constructivos. La frase “menos es más” de Mies Van de Rohe era más vigente que nunca y mostraba concordancia con la nueva perspectiva litúrgica desarrollada con el Concilio Vaticano II. Para Steven J. Schloeder “La visión común para las nuevas parroquias construidas en los albores del Concilio Vaticano II se orientaba hacia edificios mucho más sencillos y de escala más doméstica, a imitación de la *domus ecclesiae* en la que supuestamente se congregaban los cristianos antes de la autorización imperial del cristianismo en el siglo IV”.² Este nuevo escenario tendría eco en el nuevo planteamiento del edificio catedralicio de Ciudad Juárez.

“Si el templo era en las distintas religiones, y de modo eminente en la religión judía, lugar de la presencia de Dios y de la adoración de los hombres, en el Nuevo Testamento el lugar de adoración a Dios es una persona, Jesucristo. Pero el templo somos también todos los cristianos, pues somos asumidos por Cristo haciéndonos miembros de su Cuerpo, constituyendo la Iglesia. De este modo cada acontecimiento de la historia es lugar para la adoración a Dios. El

templo está, entonces, en todas partes”³. Esta reflexión se produjo a partir del renacimiento de la denominada *patrística*, donde los estudios bíblicos florecieron con fuerza conformando un movimiento litúrgico renovador sobre una base teológica que favorecería una espiritualidad cristocéntrica. De estas claves teológicas se desprendieron ciertas directrices para la nueva arquitectura religiosa, tal vez la más relevante, fue la centralidad de Cristo como fundamento dogmático de las nuevas propuestas arquitectónicas y que se vio reflejado con una tipología de planta centralizada y en muchos casos en la centralidad del presbiterio acompañado por una disposición concéntrica de los fieles, que focalizó la vista en el altar y en elementos litúrgicos, como el ámbón y la sede.

Para los autores litúrgicos de mediados del siglo XX se debían construir iglesias para el hombre moderno, o construir para servir a los hombres de nuestra época. Formas y estilos de épocas pasadas fueron desechadas casi de manera automática.⁴ La idea generalizada es que las nuevas propuestas arquitectónicas debían acercar a la feligresía con Dios siendo formalmente pulcras



Figura 9

Imagen de la nave de los feligreses donde se aprecia el sentido focal del conjunto respecto al presbiterio (altar, ambón y sede). La sencillez es notoria, así como el carácter casi iconoclasta donde las esculturas de bulto “rescatadas” del primer edificio fueron colocadas sin una “lectura litúrgica” (Archivo propio).

y sencillas. En ese contexto, en ciertos lugares se generó un “nuevo movimiento iconoclasta” que en Ciudad Juárez se reflejó con la supresión casi total de imágenes de bulto o la integración de retablos y pinturas.

Se concentró en jerarquizar los espacios relacionados directamente con la participación de la asamblea. Así fue como el altar se separa del muro testero y se acerca a la feligresía junto con el ambón y la sede todos como puntos focales y ejes principales de conjunto. (Figura 9)

EJECUCIÓN Y OBRA DE LA ACTUAL CATEDRAL DE CIUDAD JUÁREZ (1976- 1979). DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN

Atendiendo al diagnóstico y dictamen del edificio que determinaron la demolición de las naves originales se elaboró un nuevo proyecto que sustituiría a la estructura anterior.

Este proyecto consistió básicamente en el diseño y construcción de una única nave adosada a las torres de campanario y acceso remanentes de la estructura

original (Figura 10). Complementaban esta intervención los espacios que albergaban el presbiterio, la sacristía y la casa cural; adicionalmente el conjunto incluía espacios para oficinas y talleres los cuales fueron desplantados bajo el piso del actual atrio. En estas líneas nos concretamos al análisis del conjunto estructural de la nave.

Trabajos preliminares

No se cuentan con datos precisos del método de demolición, que debió ser en su mayoría en forma manual y en un cálculo aproximado se estima un volumen de alrededor de 2 350 metros cúbicos de escombros¹, consistente en su mayor parte de concreto, varillas de acero, ladrillos y yeso.

Proyecto de construcción

La mayor parte de la información referente al proyecto y ejecución de la nueva nave ha sido tomada de los planos existentes, toma de datos *in situ* y de hipótesis estructurales de trabajo típico de los elementos portantes.



Figura 10

Detalle fotográfico de los trabajos iniciales de construcción de la nueva nave. (<https://www.facebook.com/EIJRZdeAyer/posts/3208583572533854/>)

La nave y presbiterio tienen en conjunto un área aproximada de 850 metros cuadrados en planta (Figura 11) y alcanza una altura en sus elementos estructurales de más de 12.00 metros.

Sistema estructural

La solución estructural empleada para el proyecto de la nueva nave es un sistema que en su momento fue utilizado frecuentemente para resolver los proyectos de las naves industriales demandadas por la naciente industria maquiladora establecida en la ciudad². El sistema está conformado de la manera siguiente:

Subestructura

Se asume que zapatas aisladas de concreto reforzado son los elementos de soporte de las columnas perimetrales de apoyo de las armaduras de cubierta. Se desconocen detalles sobre la geometría y características de estos elementos.

Supraestructura. Cubierta

El sistema de techumbre del edificio consta de láminas de acero galvanizado calibre 24 (espesor 0.61 mm) sobre las cuales se integran los elementos de aislamiento e impermeabilización (Figura 12).

El sistema anterior es soportado por largueros metálicos, específicamente polín Monten 9MT12 con un espaciamiento de 1.10 metros, que a la vez son soportados por 7 armaduras metálicas tipo Warren que salvan un claro cercano a los 20 metros (Figura 13).

Columnas de concreto

Las columnas que soportan a las armaduras mencionadas son elementos de concreto reforzado con una geometría particular compuesta cada una por un par de elementos longitudinales esbeltos, reforzados a manera de pequeños marcos arriostrados por elementos transversales (losas y viguetas) del mismo material (Figura 14).

En los ejes A e I (Figura 11), los elementos portantes apoyados sobre columnas son traveses de concreto reforzado formando un marco con las columnas.

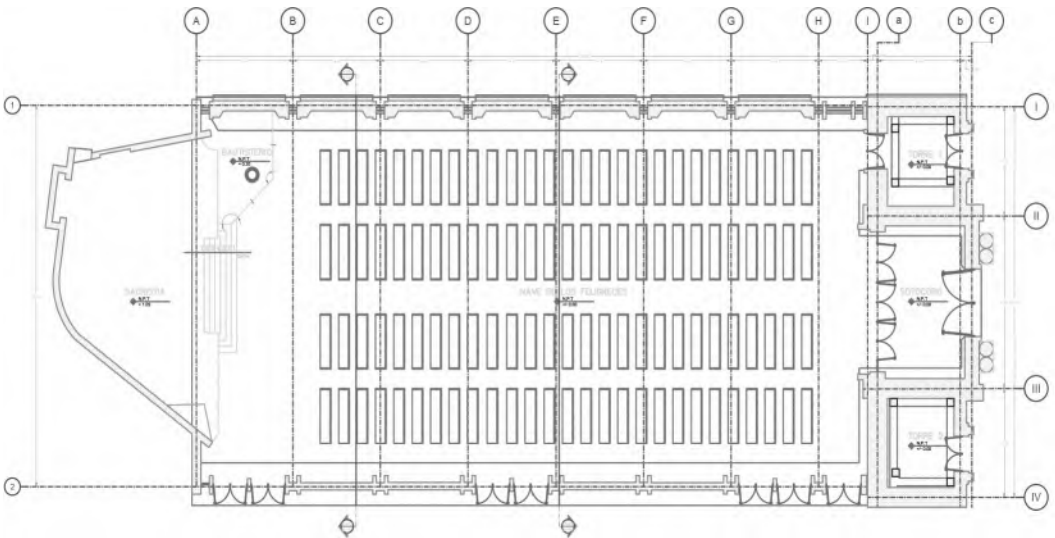


Figura 11
Planta arquitectónica a nivel de feligrases, sin escala (Elaboración propia)

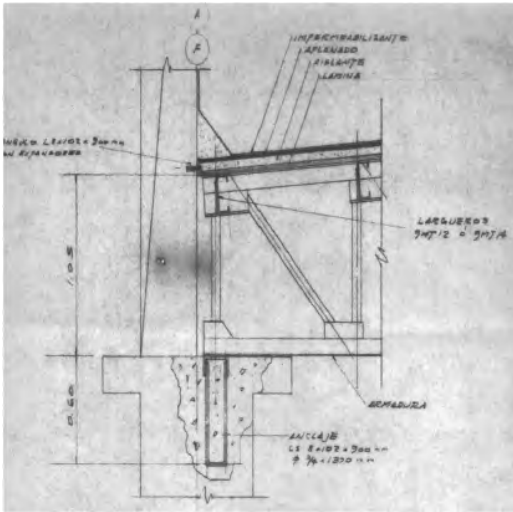


Figura 12
 Detalles del sistema de cubierta de la nave tomados del plano constructivo original (Archivo Ing. A. Álvarez)

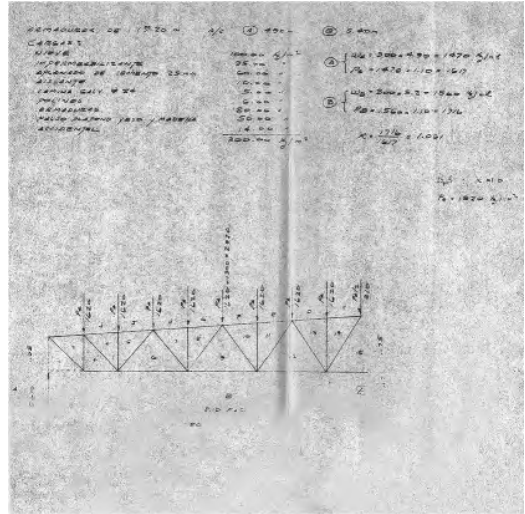


Figura 13
 Detalles de la memoria de cálculo para armaduras de cubierta de la nave (Archivo personal Ing. A. Álvarez)

Además, en el mismo eje A la trabe mencionada sirve de transición a un sistema de cubierta de concreto que forma el área del presbiterio.

Mientras que la trabe ubicada en el eje I forma parte de la junta constructiva entre la nave y las torres de los campanarios.

Presbiterio

Por formar parte del conjunto que alberga cabalmente al edificio catedralicio, se describe brevemente al sistema estructural de ese reducido espacio.

El sistema consta de muros portantes de concreto reforzado apoyados en zapatas continuas, la cubierta está conformada por armadura metálicas apoyadas en los muros mencionados; sobre las armaduras se optó por el sistema de lámina-losa como cubierta estructural (Figura15).

DIAGNÓSTICO DEL EDIFICIO ACTUAL

Actualmente, a través del Laboratorio de Conservación del Patrimonio Arquitectónico perteneciente a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez se han dado

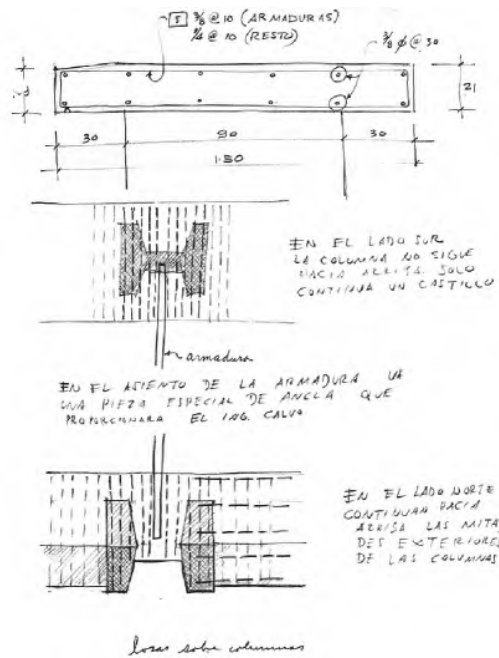


Figura 14
 Detalle de apoyo de armaduras en cabezales de columnas tomado de la memoria de cálculo. (Archivo personal Ing. A. Álvarez)

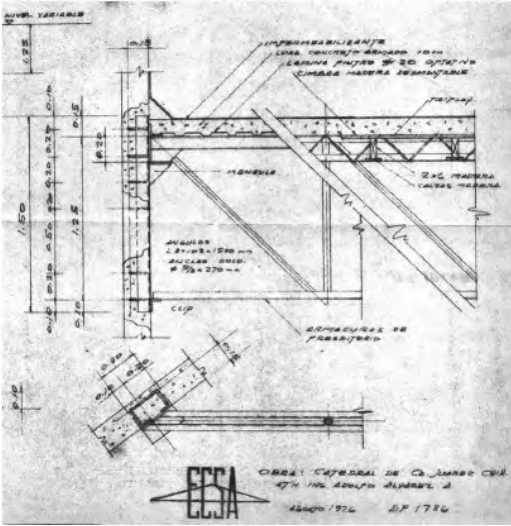


Figura 15
Detalle de sistema estructural en la zona del presbiterio, tomado de los planos constructivos originales (A. Álvarez)

los primeros pasos para hacer el diagnóstico y dictamen del inmueble en sus dos etapas constructivas.

Para su análisis el edificio se ha separado en dos grandes volúmenes estructurales: 1) la fachada principal localizada al Oriente y conformada por las torres y acceso remanentes del edificio original; y 2) La nave construida entre 1976-1979. Las dos estructuras forman de manera integral a la estructura catedralicia; sin embargo, sus características constructivas (materiales y sistemas) son totalmente disímiles.

Por una parte, la fachada principal está formada por las dos torres de campanarios y ligadas por la estructura que forma el acceso y coro. El sistema estructural lo componen columnas, vigas y losas de concreto reforzado. El sistema envolvente es de cantería. Las anomalías visibles son principalmente en los acabados de roca labrada (manchas desprendimientos, fracturas, etc.).

Por otro lado, las lesiones que presenta la nueva nave son manifiestas también en acabados tanto interiores, como exteriores. En el exterior se presentan lesiones por intemperismo, impacto directo y ataque químico. En el interior se han detectado dos agrietamientos transversales al lado largo de la

nave. A la fecha, no se han detectado fallas estructurales notables.

Cabe mencionar que en el costado norte del edificio fue construido un paso a desnivel sobre una avenida con intenso y continuo volumen de tráfico vehicular. Los efectos de vibración y modificación de la masa de suelo en la cual yace la estructura del edificio deberán ser considerados para el análisis mencionado.

COMENTARIOS FINALES

La catedral de Ciudad Juárez y su antecedente, el edificio parroquial de los años 40s del siglo XX, representan el cambio de paradigma constructivo en la región, al utilizar los nuevos materiales (concreto y acero) ya bastante difundido en nuestro país vecino aunque con sistemas constructivos tradicionales que llevaron al colapso del primer inmueble. Lo mismo sucedió con la propuesta del Arq. Sánchez Cordero y del Ing. Álvarez, con la salvedad de que ya existía experiencia acumulada con la construcción de numerosas naves industriales que llevaron a la conformación de empresas y despachos dedicados al proyecto y construcción arquitectónica.

Ambos modelos tuvieron respuestas formales diversas, una historicista y que se conserva con el primer cuerpo de las torres y otra que mantuvo los preceptos sobre la relación de la función-forma con los materiales y sistemas constructivos. En su conjunto, dicha experiencia constructiva que duró prácticamente cuatro décadas ha sido un fiel reflejo de la práctica edilicia de Ciudad Juárez, con la integración de materiales y sistemas constructivos diversos por la cercanía con los EEUU, incluso con la combinación de sistemas de medición. La mano de obra llegada del sur del país se entrelaza con métodos constructivos y tecnología importados, dicho fenómeno se acentúa con las soluciones arquitectónicas que se contrastan con la sencillez de las líneas propias de la “industrialización constructiva” y la búsqueda de la identidad formal arquitectónica muy ligada al centro del territorio.

NOTAS

1. Hammond 2009, 2: 11
2. Schloeder 2009, 2: 11
3. García 2009, 2: 26
4. Schloeder 2009, 2: 9

LISTA DE REFERENCIAS

- Bandelier Adolph. 1892 *Final Report of Investigations Among the Indians of the Southwestern United States, Carried On Mainly in the Years from 1880 To 1885*, Part II. Cambridge: Cambridge University Press.
- García Lozano, Rafael Ángel. 2009 *“De la teología a la identidad en la arquitectura religiosa contemporánea”* en Actas del Congreso Internacional de Arquitectura Religiosa Contemporánea. Entre el concepto y la identidad (comunicaciones) Ourense, 12-14 de noviembre de 2009 número 2-II.
- Gutiérrez, Luis Enrique. 2009. Ciudad Juárez en los sesenta: La estructura urbana en transición. Noésis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades vol. 18, núm. 36. 128-154. <https://www.redalyc.org/pdf/859/85919840007.pdf> (Consultada el 21 de abril de 2022).
- Martínez Félix. S/A *“Datos relevantes de la misión de Guadalupe”*, mimeo.
- Mexico and the Southwest: Microfilm Holdings of Historical Documents and Rare Books at The University of Texas at El Paso Library, 1994. *Guides to Microfilm Collections*. Paper 5.
- Morello, Gustavo. 2007. *“El Concilio Vaticano II y su impacto en América Latina: a 40 años de un cambio en los paradigmas en el catolicismo”* en Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, vol. XLIX, núm. 199, enero-abril, 2007, pp.81-104, UNAM, México
- Sánchez Dario, 1994. *“Ciudad Juárez. El legendario paso del Norte. Orígenes, Ciudad Juárez”*, Congreso del Estado de Chihuahua, Gobierno municipal de Juárez, ITCJ, Ciudad Juárez, 1994.
- Santiago Quijada Guadalupe y Miguel Ángel Berumen. 2005 *“La Misión de Guadalupe”*, Cuadro por Cuadro, Ciudad Juárez.
- Santiago Quijada, Guadalupe. 2018 *“Preservación documental del Archivo Histórico de la Catedral de Ciudad Juárez: Algunos”*, Chihuahua Hoy, v. XVI, pp. 15-34.
- Schloeder, Steven J. 2009. *“La arquitectura del cuerpo místico. Cómo construir iglesias tras el Concilio Vaticano II”* en Actas del Congreso Internacional de Arquitectura Religiosa Contemporánea. Entre el concepto y la identidad (ponencias) Ourense, número 2-I.
- Velasco de Alcázar Ángel y Cleofás Calleros. 1953 *“Historia del Templo de Nuestra Señora de Guadalupe”*, Tipografía Internacional, Ciudad Juárez.

Construcciones prefabricadas en la posguerra española: ensayos de viviendas y escuelas en Bilbao

Francisco Javier Muñoz-Fernández

Tras la devastación de la Guerra Civil, durante el inicio de la dictadura franquista, en enclaves urbanos e industriales como Bilbao la falta viviendas y escuelas fue constante y siguió siendo uno de los principales problemas de la ciudad. Esta situación se agravó con el intenso crecimiento demográfico que desbordó la Villa y su área metropolitana en años sucesivos, que pasó de 196.481 habitantes en 1940, a 216.417 en 1950, y 294.164 en 1960¹.

Ante la falta de efectividad de iniciativas institucionales y la necesidad de respuestas inmediatas, algunos arquitectos, con la ayuda de empresarios locales y el consistorio municipal, optaron por propuestas diferentes, como las construcciones prefabricadas, que tras la Segunda Guerra Mundial fueron habituales en Reino Unido, Estados Unidos y otros países, y se conocieron, principalmente, a través de publicaciones profesionales (figuras 1 y 2).

En 1947 el arquitecto Eugenio María de Aguinaga erigió viviendas de la patente inglesa Uni-Seco para la empresa de neumáticos Firestone Hispania, en Basmari, un municipio industrial del área metropolitana de Bilbao, para tratar de dar respuesta a la falta de alojamientos de su trabajadores, además de probar un posible negocio. Seguidamente, a partir de 1959, el arquitecto municipal de Bilbao Germán Aguirre se decantó por escuelas municipales prefabricadas para hacer frente a una comunidad escolar en constante crecimiento. En este caso se utilizaron también las patentes de Uni-Seco, que se había establecido en

Madrid, y de la empresa suiza Durisol, con sede en Barcelona.

Se trató de soluciones rápidas y temporales a las necesidades inmediatas de proveer casas y aulas, a la vez que fue una alternativa a los procedimientos constructivos convencionales que necesitaban de más tiempo para su ejecución. No obstante, no fue la primera vez que en Bilbao se ensayaban ideas similares, ya que en los años treinta se erigieron viviendas y escuelas desmontables es madera para intentar dar respuesta a los mismos problemas.

VIVIENDAS PREFABRICADAS: LA POSIBLE SOLUCIÓN A UN PROBLEMA Y UNA IDEA DE NEGOCIO.

Después de la Guerra Civil y durante los primeros años de la dictadura franquista, la falta de viviendas fue uno de los principales problemas de Bilbao (Santas 2007, Muñoz Fernández 2019b, Bilbao 2012). En un contexto de grave crisis, la paralización y retraso de las obras fueron constantes debido a la falta de todo tipo de recursos: económicos, energéticos, de transporte, de mano de obra y, especialmente, de materiales, cuyo precios estaban en constante fluctuación. Las instituciones no supieron afrontar el problema y con el paso del tiempo éste se agravó y motivó, en el contexto de una férrea dictadura, un silencioso descontento y un debate sobre cómo afrontar la falta de alojamientos, para lo que se reclamaron

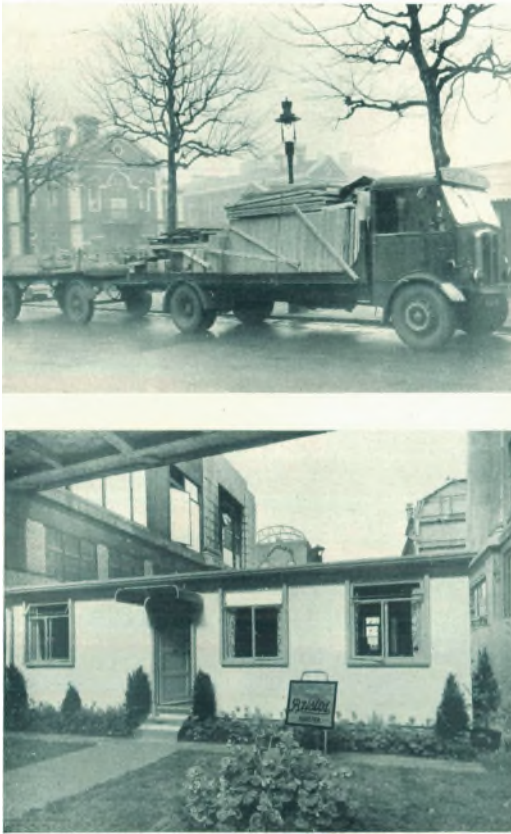


Figura 1
Casas prefabricadas en Reino Unido. (Muguruza 1946)

más ayudas, se ensayaron alojamientos de diferentes superficies, y se adoptaron nuevos sistemas constructivos como la prefabricación que a partir de la Segunda Guerra Mundial se estaba utilizando de manera constante, como ya hemos adelantado, en Estados Unidos y Reino Unido.

La prefabricación se utilizó durante la Segunda Guerra Mundial con fines militares y residenciales y, a partir de 1942, en el Reino Unido se previó que la reconstrucción tendría que seguir un plan de viviendas prefabricadas subvencionadas. Desde el Ministerio de Trabajo el arquitecto George Burt dirigió un comité desde el que se fijó un modelo de vivienda prefabricada, que en 1944 ensayaron diferentes empresas (ARCON, Tarran y Uni-Seco), fijando así los prototipos que se siguieron en años posteriores. A ello se sumó la financiación a través de la Ley de

Alojamiento Temporal de Vivienda (Housing Temporary Accommodation Act), aprobada en octubre del mismo año, y un Programa Temporal de Viviendas (Temporary Housing Programme) (Blanchet 2014, Bullock 2002, Davies 2006, Finnimore 1989, Stevenson 2003, Vale, 1995). El programa se acompañó de una importante campaña favorable para su desarrollo, a pesar de la oposición de muchos arquitectos por considerar que se trataba un gasto innecesario de tiempo, de trabajo y de recursos materiales.

El resultado fue que, entre 1944 y 1949, se erigieron 156.623 viviendas prefabricadas, también conocidas como *prefabs*, de la mano de empresas que había contribuido a la industria de guerra. Se trató de 11 modelos diferentes, aunque los más comunes fueron: Tarran (19.014), Uni-Seco (28.999), Arcon (38.849) y Aluminium (54.500), el único completamente prefabricado. Las viviendas se erigieron formando barriadas en los suburbios de grandes ciudades, principalmente en aquellas que más habían sufrido la guerra. Fueron fáciles y rápidas de montar por una mano de obra no especializada en la ubicación deseada, con una esperanza de vida entre diez y quince años, aunque algunas de ellas siguen todavía en uso.

Siguiendo las indicaciones del Ministerio de Trabajo, tenían una superficie mínima de 59 m² en una única planta y se organizaban en dos dormitorios, sala de estar y una “unidad de servicio” (service unit), que consistía en una cocina prefabricada junto con un baño completo. La vivienda se completaba con una parcela, que junto con el baño en el interior de la casa, el agua caliente, la calefacción y la presencia de una nevera, fueron un lujo en la época.

La prensa local bilbaína, como el rotativo *La Gaceta del Norte*, y revistas profesionales editadas en España (*Revista Nacional de Arquitectura*, *Obras o Cortijos y Rascacielos*), y en el extranjero, como *Architectural Review*, *Architectural Record*, *Architectural Forum* o *Baumesiter* a las que Aguinaga estaba suscrito, publicaron algunas de éstas experiencias. Asimismo, en 1946 el arquitecto Pedro Muguruza, Director General de Arquitectura, publicó algunas de los alojamientos prefabricados que visitó en el viaje que realizó a Reino Unido en ese año (Muguruza 1946).

El empresario local Antonio Menchaca de la Bodega, solicitó a Aguinaga que proyectase viviendas para sus trabajadores de manera rápida y con una renta asequible. El arquitecto entendió que las vi-

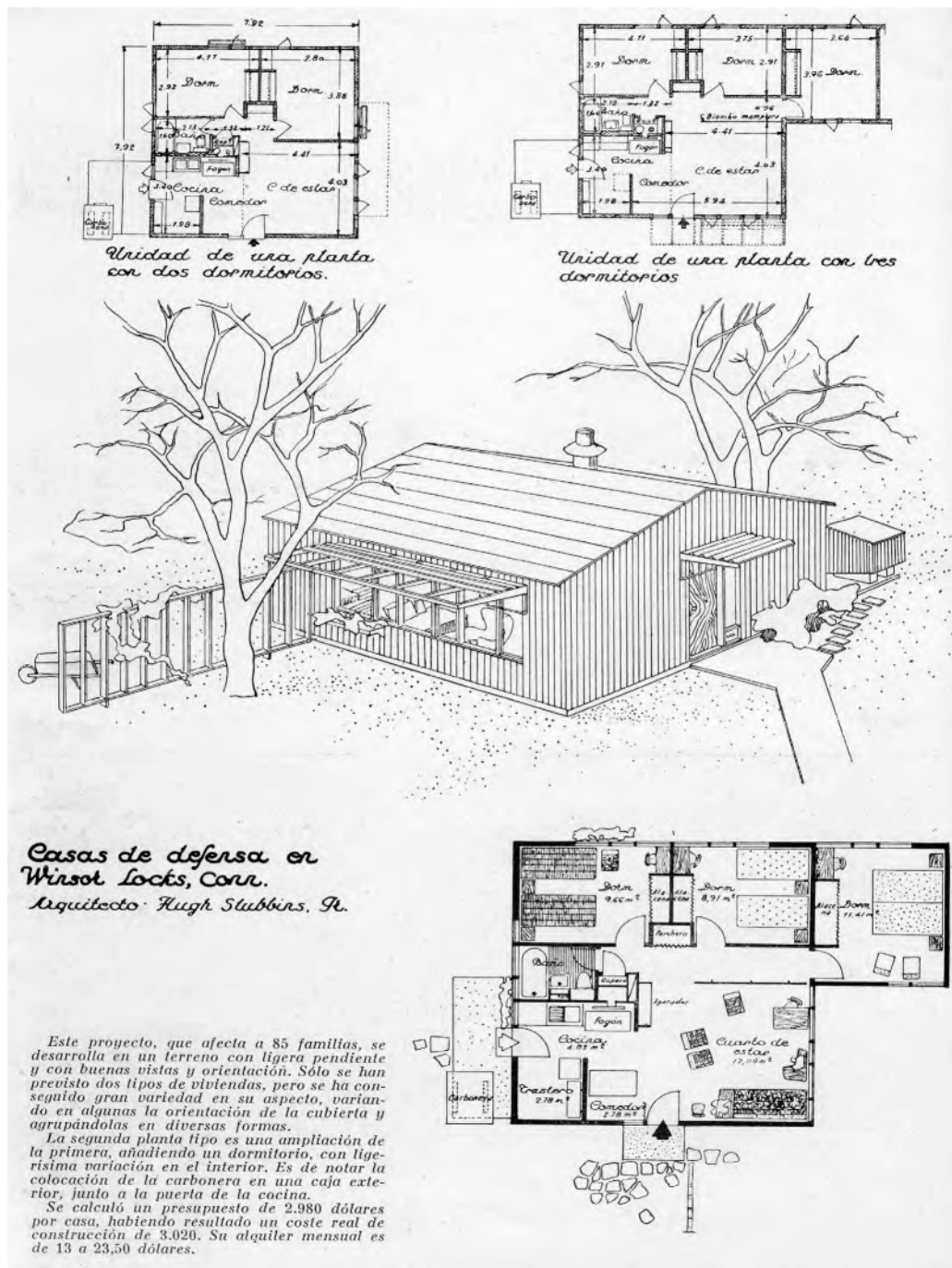


Figura 2
 Casas de defensa en Windsor Locks (Connecticut). Arquitecto Hugh Stubbins Jr. (Revista Nacional de Arquitectura 14, 1943)

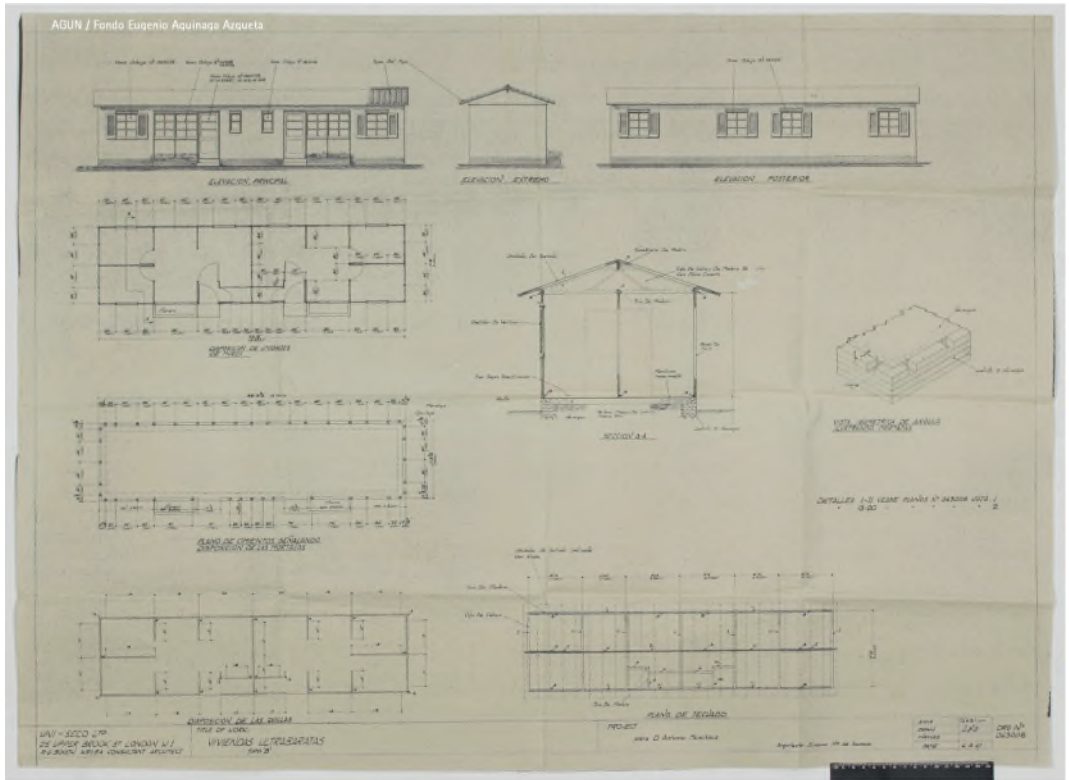


Figura 3

Plano de la vivienda adosada prefabricada Uni-Seco firmado por R. G. Booth y Eugenio de Aguinaga. (Archivo General de la Universidad de Navarra. AGUN. Eugenio de Aguinaga)

viviendas prefabricadas podrían ser la solución. Inicialmente, en 1946, se decantó por alojamientos en madera, interesándose por propuestas de otros colegas españoles y realizando diseños propios que finalmente descartó². Hemos de recordar que en 1932 el arquitecto municipal de Bilbao Pedro de Ispizua diseñó unas viviendas municipales desmontables en madera con la misma vocación de urgencia y provisionalidad³.

Seguidamente, en mayo de 1947 Aguinaga se interesó por la patente Uni-Seco, una empresa afincada en Londres que estaba consiguiendo gran éxito y estaba considerando establecerse en Madrid adaptándose para ello a las necesidades locales. Aguinaga contactó con la empresa y expuso la posibilidad de instalar una fábrica, que bajo la licencia inglesa fabricara las casas prefabricadas. No en vano, las viviendas prefabricadas, gracias a la inversión pública,

se habían convertido en un negocio rentable que tal vez se podría replicar en España, un país que necesitaba construir alojamientos de manera urgente.

En junio de 1947 Aguinaga envió a la empresa el diseño de una vivienda “ultra-mínima” y “ultra-económica”, que se concretó en una vivienda adosada firmada por Aguinaga y el arquitecto de Uni-Seco R.G. Booth (figura 3). Meses más tarde, en diciembre, erigió una “vivienda mínima prefabricada”⁴ para Firestone Hispania, la empresa de al que era director su tío, Restituto de Azqueta, y para la que desde el mes de septiembre estaba construyendo el poblado Firestone. De esta forma, podía comparar la construcción prefabricada y la convencional.

El bungalow Uni-Seco, con una estructura de madera y cemento, refuerzo de acero y cubierta de Uralita en un tejado a dos aguas, no utilizado en Reino Unido, fue construido en 182 horas por la empresa



Figura 4
Casa prefabricada Uni-Seco en Basauri. (Archivo General de la Universidad de Navarra. AGUN. Eugenio de Aguinaga)

local Esteban Macazaga (figura 4). Se trató de dos viviendas en un bloque rectangular (14,22 x 3,55 m) de 50,48 m² y 2,44 metros de altura, que en el interior se distribuía en un espacio central cocina-comedor desde el que se accedía a dos dormitorios y un pequeño WC, con solo un retrete, por lo que alejaba del modelo inglés.

En enero de 1948 el arquitecto, el constructor y varios empresarios se reunieron con la intención de ofrecer a la empresa Firestone Hispania las viviendas que necesitaba utilizando la licencia Uni-Seco. Pero desecharon la propuesta porque la industria local no estaba adecuada para ello, necesitarían maquinaria y apoyo técnico, y carecían de algunos materiales. Además no contaban con el apoyo económico que tenían otras iniciativas de vivienda, y eran propuestas desconocidas para profesionales y usuarios que posiblemente serían reacios a este tipo de alojamientos temporales. Mientras que una vivienda tradicional, construida en hormigón y ladrillo, era permanente y

más barata, tal como se pudo comprobar con la construcción de poblado Firestone.

La barriada, encargada en 1944 y proyectada en 1945, se inició en 1947, una vez que contó con las ayudas del Estado, y se terminó entre 1949 y 1954 (figura 5)⁵. En total se construyeron 60 casas adosadas, 120 viviendas, con una superficie media de 103 m², con dos o tres pisos de altura, que contaban con una entrada, comedor, cocina y despensa en planta baja, baño y tres o más dormitorios en las plantas altas. Por lo que se trataba de viviendas más amplias que las prefabricadas.

Escuelas municipales prefabricadas: soluciones temporales

Como ya hemos señalado, junto con la falta de viviendas, la falta de escuelas de educación primaria también fue un problema destacado en Bilbao. Du-



Figura 5

Viviendas del poblado Firestone Hispania de Eugenio María de Aguinaga. (Archivo General de la Universidad de Navarra. AGUN. Eugenio de Aguinaga)

rante los primeros años de la dictadura franquista la actividad constructiva de centros escolares fue prácticamente nula. Se finalizaron dos escuelas iniciadas en la II República (Luis Briñas 1942 y San Francisco en 1945), y en 1946 se acordó un convenio entre el consistorio y el Ministerio de Educación para construir diez grupos escolares. De todos ellos se erigieron los grupos de Astrabudua (1955-1959) y Basurto (1955-1960) diseñados por los arquitectos del ministerio Guillermo Díaz Flórez, Manuel Moreno Lacasa, Daniel Zavala Aguilar y el arquitecto municipal Hilario Imaz. Pero ante el aumento constante de la población, que llegó a 348.501 habitantes en 1965 y 405.908 en 1970, parte del estudiantado se quedó sin escolarizar y la población, a través de las asociaciones de vecinos, empezó a reivindicar la urgencia de construir escuelas⁶.

La respuesta del consistorio, el principal promotor de las escuelas de la ciudad, se concretó a partir de

1959, en un destacada actividad constructiva de centros escolares a través de diferentes planes que se beneficiaron de las ayudas económicas de los ministerios de la vivienda y educación (Agirreazkuenaga y Urquijo 2008, 291-340 y 341-389, *Plan de construcciones escolares* 1973). Los arquitectos municipales Germán Aguirre y Ricardo Beascoa, con quienes colaboraron otros profesionales, lideraron las iniciativas que apostaron por escuelas prefabricadas, que en los primeros años combinaron con la construcción de proyectos tradicionales. Gracias a las escuelas prefabricadas se dio una respuesta rápida y temporal a una necesidad urgente, que fue común a otros municipios en España en esta época, y también en años precedentes en Bilbao.

Durante la II República se erigieron en la capital vizcaína los colegios desmontables en madera de Errotatueta (1932-1933) y Rekaldeberri (1934)⁷. El primero, desaparecido con la Guerra Civil, fue pro-



Figura 6
Escuela prefabricada de Ribera de Deusto en 1960. (BUA/AMB. Fondo Ayuntamiento de Bilbao. 01_013611_F-000168-003)

yectado por el arquitecto Luis Vallejo para la Federación de Escuelas Vascas-Eusko Ikastola Batza, siguiendo una estructura de peine. El segundo fue un proyecto municipal en torno a un bloque horizontal que todavía en 1964 fue objeto de reformas antes de su desaparición, cuya autoría desconocemos, pero que nos remite a la propuesta, ya comentada, de viviendas municipales realizadas por Pedro de Ispizua en la misma época.

Años más tarde, Germán Aguirre se encargó de realizar los proyectos de escuelas prefabricadas para la ciudad, para lo que contactó las empresas especializadas Durisol y Uni-Seco. Ésta última también estaba erigiendo viviendas siguiendo el mismo procedimiento, algunas de ellas en Bilbao, aunque sin mucho éxito debido a su alto coste.

En total se erigieron ocho escuelas, seis en la periferia industrial de la ciudad (Altamira, Arangoiti, Bazarro, Ribera de Deusto, Rekaldeberri, Otxarkoaga) y

dos municipios anexionados en 1966 (Derio y Loiu). El primer proyecto se concretó en el colegio de Ribera de Deusto (1959-1960), un centro construido en 1887 pero que tuvo que derribarse de manera parcial debido a su mal estado, al que se anexó un pabellón prefabricado (figura 6). Le siguió la escuela del populoso barrio Rekaldeberri (1965-1967), quizás para sustituir a la de madera erigida en los años treinta. En su diseño también participó Ricardo Beascoa, y en 1969 se trasladó a la plaza de la Casilla, donde se amplió ocupando una amplia superficie en base a cinco bloques longitudinales de una planta. Por otra parte, Arangoiti (1965-1966) se construyó para dar respuesta a las necesidades de escolarización del barrio del mismo nombre que se estaba construyendo para acoger la migración que llegaba a la ciudad. Otxarkoaga (1967-1968) completó la oferta educativa del barrio homónimo, inaugurado en 1961, que contaba con tres escuelas y 3.642 viviendas (figura 7).



Figura 7.

Escuela prefabricada de Otxarkoaga (filial Francisco de Goya) en 1968. (BUA/AMB. Fondo Ayuntamiento de Bilbao. 01_013384_F-000143-002)

La barriada fue promovida por el Ministerio de la Vivienda dentro del Plan de Urgencia Social de Bizkaia de 1959, para hacer frente a la falta de alojamientos de más de 26.000 personas que vivían en alrededor de 5.000 chabolas diseminadas por la capital (Bilbao 2008, Varela 2018). En los mismos años se terminaron los grupos de Bolueta y Altamira (1967-1968), donde se había construido otra barriada, y les siguieron las escuelas de los municipios anexionados de Derio y Loiu (1968-1969)⁸.

Las escuelas se componían de un bloque horizontal que podía contar una o dos plantas y una cubierta a dos aguas. En él se albergaban las clases, los aseos y también podían disponer de espacios para la administración. Su tamaño podía ser de mayor o menor dimensión, dependiendo de las necesidades. Las escuelas más grandes (Bolueta, Elejabarri, Altamira, Arangoiti y Otxarkoaga), de 354 m², contaban con dos

pisos de altura y llegaron a contar entre las 900 y 1.200 estudiantes (figura 8). En estos casos, la planta baja disponía de un porche de entrada que daba acceso a un hall desde el que se articulaban: por un lado la portería, la secretaría, la dirección, los aseos y las escaleras; y por el otro, un pasillo que daba acceso a tres clases, en una única orientación. El piso superior se completaba con tres clases más y un espacio adicional señalado en el plano como de usos múltiples, que seguramente también se destinó a aula. Asimismo, por exigencia del Ministerio de Educación estos grupos se completaron con un edificio auxiliar, también diseñado por Germán Aguirre, que albergó el comedor-salón, la cocina y los aseos. Todos los proyectos se completaron con patios escolares para el recreo.

Las escuelas se construyeron con una provisionalidad estimada de diez años, mientras se erigían los proyectos definitivos. Aunque la falta de aulas y su

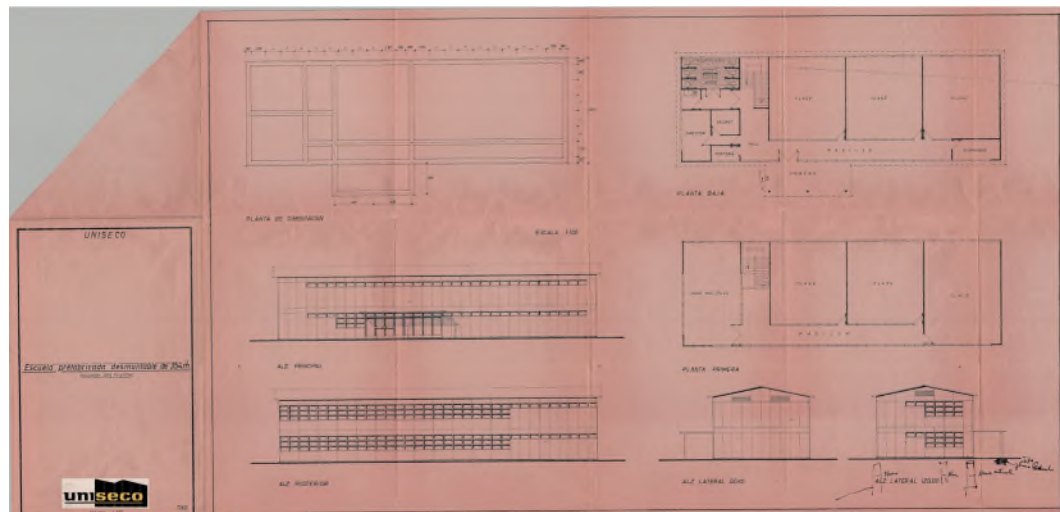


Figura 8
Uniseco. Escuela prefabricada desmontable de 354 m². Solución dos plantas. (BUA/AMB. Fondo Ayuntamiento de Bilbao. 1969-464_66-4-62)

precio de construcción hizo que estuvieran en uso hasta los años ochenta. Así la de Deusto siguió abierta hasta 1975 y las de Rekaldeberri, Otxarkoaga, Altamira y Bolueta, al menos hasta inicios de la década de los ochenta.

LIMITACIONES DE UNA RESPUESTA PROVISIONAL Y RÁPIDA EN UNA ÉPOCA DE CRECIMIENTO.

En 1952 Aguinaga visitó las viviendas prefabricadas de Firestone y confirmó que nunca habían sido ocupadas, y que la estructura estaba en buenas condiciones⁹. El arquitecto se interesó por las viviendas prefabricadas erigidas en Reino Unido por su rapidez y facilidad en la construcción y producción, y porque no necesitaban de una mano de obra especializada. Seguramente ignoraba que se trataba de viviendas cuya construcción no era tan rápida y eran menos baratas de lo imaginado. Incluso en 1944 los informes del gobierno británico apuntaban que la construcción convencional proporcionaría la mayoría de las viviendas necesarias porque eran más baratas. De hecho, el gobierno subvencionó las casas prefabricadas para evitar el colapso de las fábricas de la industria de guerra, especializadas en ingeniería de acero, ma-

terial que usaban las viviendas, y que empleaban a un gran número de trabajadores. Además, las prefabricadas mostraban comodidades, considerados lujos para la época, que se publicitaron como los cambios y las nuevas oportunidades propias de la época de paz y del desarrollo del estado del bienestar que estaba por llegar, ofreciendo así un nuevo modo de vida, confort y recompensa tras la guerra (Finnimore 26, Vale 167, Blanchet 44). Por lo tanto, la construcción de las viviendas prefabricadas en Bilbao, se concretó en un contexto totalmente diferente al británico, pero que Aguinaga quiso ensayar para hacer frente a los retrasos en la construcción y el constante aumento de precios de los materiales, así como iniciar un posible negocio.

Aunque el intento de Aguinaga no fue exitoso, el arquitecto previó que la prefabricación sería el futuro de la construcción porque podría ser más barato y podría proporcionar viviendas a un mayor número de personas. De hecho, cuando la situación económica mejoró y la industria de la construcción pudo afrontar nuevos retos, a partir de los años sesenta, se implementaron nuevas propuestas y negocios de construcción prefabricada permanentes, y la prefabricación se concretó como una realidad en la construcción de viviendas¹⁰. Asimismo, la prefabricación, como ya he-

mos analizado, a partir de esta misma época se utilizó en la construcción de escuelas, lo que ayudó a que se construyeran centros educativos de manera más rápida que siguiendo procedimientos constructivos convencionales. Con el tiempo, una vez que hubo medios necesarios para ello, las escuelas provisionales se fueron sustituyendo por otros de carácter permanente en ocasiones utilizando incluso, al igual que en las viviendas, determinados elementos prefabricados.

NOTAS

- Francisco Javier Muñoz-Fernández es profesor de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) y el presente artículo se empezó a gestar durante una estancia de investigación en la Real Academia de España en Roma durante el curso 2021/2022 (Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. AECID), y se inscribe en el proyecto de investigación “El mapa de la desigualdad: las ciudades en la primera mitad del siglo XX” (Ministerio de Ciencia e Innovación. AEI. FEDER. UE. PID2020-116797GB-I00), y el grupo de investigación de la UPV/EHU “Historia Urbana. Población y patrimonio” (Eusko Jaurlaritza/Gobierno Vasco. IT1618-22).
- Archivo General de la Universidad de Navarra. AGUN. Eugenio de Aguinaga. (Muñoz Fernández 2016, Casinello 2013).
- Archivo Histórico Foral de Bizkaia. AHFB. Fomento. 1932-F-119-443. (Muñoz-Fernández 2011, 404-405, 342-346).
- Carta de Eugenio de Aguinaga al director general de Uni-Seco Bernard Brunton fechada el 21 octubre de 1947. AGUN. Eugenio de Aguinaga.
- Firestone Hispania SA. Grupo de 124 viviendas en Urbi. 1945-1959. AGUN. Eugenio de Aguinaga. (Aguinaga 1954, Fernández Per 2002, 89-93).
- Biblioteca Foral de Bizkaia. BFB. Archivo de la Asociación de Familias de Rekaldeberri. AAFR. REK-AR-TX 2/8 y 2/9. 1961 y 1962. (*El libro negro de Rekaldeberri* 1975, Muñoz Fernández 2019a)
- AHFB. Fomento, 1933-EE-92-73. (Eusko Ikastola Batza-Federación de Escuelas Vascas 1933, Egiraun y del Vigo 2001, 38 y 46, Egiraun y del Vigo 2002, 323 y 325).
- Los proyectos de pueden consultar en el Bilboko Udal Artxiboa/Archivo Municipal de Bilbao. BUA/AMB: C-732-16, C-17351-13, C-55626-1, C-2214-1, C-17490-1, C-7255-4, C-17492-8, C-17626-19.
- Cartas de Bernard Brunton a Eugenio de Aguinaga fechadas el 9 de abril y el 17 de noviembre de 1952. AGUN. Eugenio de Aguinaga.
- En 1960 José Luis Calvo Casas fundó la compañía Previcasa (Prefabricados de Vizcaya SA) y empezó a construir viviendas prefabricadas en Bilbao y otros municipios. En años sucesivos empresas como Precosa, Prefabricados Ygla SA (1963), Poly-Plac Iberia y Preycon (1964) se dedicaron a la construcción de viviendas y elementos constructivos prefabricados (Bilbao 2006).

LISTA DE REFERENCIAS

- Agirreazkuenaga, Joseba y Urquijo, Mikel, eds. 2008. *Bilbao desde sus alcaldes. Diccionario biográfico de los alcaldes de Bilbao y su gestión municipal en la dictadura*. Bilbao: Ayuntamiento de Bilbao.
- Aguinaga, Eugenio de. 1954. Poblado Firestone Hispania, Bilbao. *Revista Nacional de Arquitectura* 153: 5-10.
- Bilbao, Luis. 2006. Algunas consideraciones sobre la historia de la industrialización de la construcción de viviendas durante el Desarrollismo (1960-1975): la aportación bilbaína al debate de la industrialización de la vivienda. *Informes de la Construcción* 502: 49-62.
- Bilbao, Luis. 2008. *El poblado dirigido de Otxarkoaga: del Plan de Urgencia Social de Bizkaia al primer Plan de Desarrollo Económico. La vivienda en Bilbao (1959-1964)*. Bilbao: Ayuntamiento de Bilbao.
- Bilbao, Luis. 2012. *Urbanismo en Bilbao 1959-1979*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Blanchet, Elisabeth. 2014. *Prefabs Homes*. Oxford: Shire Publications.
- Bullock, Nicholas. 2002. *Building the Post-War World. Modern Architecture and Reconstruction in Britain*. London. New York: Routledge.
- Cassinello, Pepa, ed. 2013. *Eduardo Torroja 1949. Strategy to Industrialise Housing in Post-World War II*. Madrid: Fundación Eduardo Torroja. Fundación Juanelo Turriano.
- Davies, Colin. 2006. *The Prefabricated Home*. London: Reaktion Books.
- El libro negro de Rekaldeberri*. Barcelona: Editorial Dirosa (1975).
- Egiraun, Javier y Del Vigo, Javier. 2001. *Rekaldeberri en imágenes*. Bilbao: BBK.
- Egiraun, Javier y Del Vigo, Javier. 2002. *Rekaldeberri historia y conflicto*. Bilbao: Beta.
- Eusko Ikastola Batza- Federación de Escuelas Vascas. *Informe de la gestión del primer ejercicio presentado por la junta de Gobierno de Eusko Ikastola Batza, 1932-1933*. Bilbao: Talleres Gráficos E. de Verdes Achirica.
- Fernández Per, Aurora. ed. 2002. *Eugenio Aguinaga*. Vitoria-Gasteiz: Gobierno Vasco.
- Finnimore, Brian. 1989. *Houses from the Factory. System Building and the Welfare State, 1942-74*. London: Rivers Oram Press.

- Muguruza, Pedro. 1946. *Notas de un viaje por Inglaterra*, Madrid: EPESA.
- Muñoz Fernández, Francisco Javier. 2011. *Arquitectura racionalista en Bilbao (1927-1905). Tradición y modernidad en la época de la máquina*. Bilbao: Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Muñoz Fernández, Francisco Javier. 2016. Home Delivery. English prefabricated houses in Bilbao: the testing for a new construction system in 1947. En *Further Studies in the History of Construction* editado por J.W.P. Campbell, 393-406. Cambridge: Construction History Society.
- Muñoz Fernández, Francisco Javier. 2019a. Arquitectura escolar de educación primaria en Bilbao (1876-1975): propuestas municipales para una ciudad industrial. *Artigrama* 34: 159-185.
- Muñoz Fernández, Francisco Javier. 2019b. Vivienda pública y posguerra en Bilbao. Experiencias y reflexiones en torno al hábitat mínimo durante los primeros años de la dictadura franquista. *Sancho el Sabio* 42: 63-104
- Plan de construcciones escolares 1966-1973*, Bilbao: Imprenta Industrial (1973).
- Santas, Asier. 2007. *Urbanismo en Bilbao. Veinte años de posguerra*. Bilbao: COAVN.
- Stevenson, Greg. 2003. *Palaces for People. Prefabs in Post-War Britain*. London: Batsford.
- Vale, Brenda. 1995. *Prefabs. A History of the UK Temporary Housing Programme*. London: E & FN Spon.
- Varela, Miriam. 2018. *Otxarkoaga. El polígono de las flores amarillas*. Bilbao: Ayuntamiento de Bilbao.

Lecciones y saberes de la producción habitacional estatal en La Habana entre 1959 y 1964

Ruslan Muñoz Hernández

En 1959 La Habana enfrentaba un déficit acumulado de 27 000 viviendas, lo que representaba el 67.5% del déficit total nacional (*El problema de la vivienda*, 1959). Cuba había quedado rezagada en relación con otros países de Latinoamérica en la construcción de vivienda social. En Chile, Brasil, México, Venezuela, Uruguay, Colombia y Perú, se habían impulsado políticas habitacionales y concretado grandes planes de construcción de viviendas, sobre todo a partir de la década de 1940, mientras que en la isla solo se habían acometido acciones muy escasas. Las preocupaciones sobre estas carencias quedaron en su mayoría en el plano teórico, en leyes y proyectos que no se llevaron a la práctica (Zardoya, 2012).

Con la llegada al poder de la Revolución Cubana en 1959 se produjo un vuelco radical en el campo de la vivienda para trabajadores, buscando reducir las brechas de desigualdad y de injusticia social en el acceso a una vivienda digna. La necesidad de materializar con urgencia los planes constructivos llevó a un ímpetu sin precedentes de ejecución de obras sociales. En La Habana este impulso tuvo su momento cumbre entre 1960 y 1962, hasta que disminuyó considerablemente para priorizar otros territorios del país, por lo que este análisis se concentra en el lustro comprendido entre 1959 y 1964, periodo significativo de la historia arquitectónica y urbana nacional. (Muñoz, 2021)

En medio de un gran auge constructivo se materializaron diferentes alternativas de vivienda bajo la

premisa de lograr equidad social, amparada por una voluntad planificadora del territorio. De igual forma, fueron puestos en práctica otros programas de la mano de entidades municipales en función de lograr un equilibrio de centros educacionales, deportivos y mercados entre las áreas centrales y las descalificadas periferias que habían crecido exponencialmente (Muñoz, 2017).

La dispersión de las fuentes documentales y de las obras construidas, así como el tiempo transcurrido, ha provocado vacíos historiográficos. El presente artículo dirige su atención a identificar y caracterizar los modos de actuación del Instituto Nacional de Ahorro y Vivienda INAV y el Ministerio de Obras Públicas, MINOP, con el propósito de esclarecer sus roles, dentro de un quehacer simultáneo e identificar las principales lecciones y saberes que dejó su producción habitacional entre 1959 y 1964.

LA HABANA, VIVIENDA Y CIUDAD 1930-1958. ANTECEDENTES INMEDIATOS

A lo largo de la primera mitad del siglo XX, La Habana se expandió en una extensa y variada trama reticular, resultado de un proceso especulativo llevado a cabo a lo largo de varias décadas, que absorbió y enlazó núcleos urbanos dispersos heredados del periodo colonial, conformando una gran ciudad. Pero el crecimiento demográfico no fue en paralelo a la con-

strucción de viviendas por lo que se produjo un gran hacinamiento en las áreas centrales y un crecimiento anárquico hacia las periferias, donde se ubicaba una treintena de asentamientos insalubres, llamados en la época «barrios de indigentes» (Zardoya, 2020). Para mediados de la década de 1950, la expansión incontrolada, hizo impostergable la necesidad de una planificación urbana integral, de ahí que se emitiera la Ley de Planificación Nacional, que derivó entre otros resultados en la creación de la Junta Nacional de Planificación (JNP) creada en enero de 1955. En general, la enorme especulación del suelo y el libre mercado habían provocado una situación de inequidad territorial que reclamaba adecuadas respuestas de políticas públicas para intentar recomponer y equilibrar el hábitat.

Según el censo de 1953, el 50% de las viviendas urbanas del país se concentraban en La Habana. Los edificios de apartamentos de alquiler canalizaban la mayor parte de las inversiones urbanas, lo que absorbió el 74,5% de las viviendas de la ciudad. Por otro lado, en 1959 un estudio sobre el pago del alquiler arrojó que, en La Habana, para las familias de salarios mínimos, el costo del alquiler representaba entre un 20 y 30% de sus gastos (Jacobo, 1959).

La presión demográfica, y la exigencia de inversionistas y propietarios de fincas urbanas y edificios, obligó al Estado a establecer mecanismos legales que sirvieron de estímulo al mercado inmobiliario con el fin de paliar la difícil situación. Las más importantes y que cambiaron el paisaje de la ciudad fueron la Ley No. 402 de Propiedad Horizontal de 1952 y la Ley del Seguro Hipotecario conocida por Fomento de Hipotecas Aseguradas, (F.H.A) de 1953 (Muñoz, Rouco y González, 2023). Sin embargo, pese a estas iniciativas oficiales, la demanda se mantenía sumamente elevada y el grueso del proletariado más humilde, excluido del mercado inmobiliario, se hacinaba en precarias viviendas.

La más trascendente de las experiencias cubanas en materia de vivienda para trabajadores fue el barrio Parque Residencial Obrero de Luyanó, construido al sur de la bahía de la ciudad entre 1947 y 1953, concebido para alojar un millar de familias, única realización a escala urbanística de gran envergadura de un conjunto de viviendas económicas realizado en medio siglo. La distribución urbana del vecindario alternó bloques de apartamentos y manzanas de casas unifamiliares, complementados

con un mercado, un centro escolar, un campo de deportes, un asilo y una guardería infantil. Desde el punto de vista urbano-arquitectónico, su construcción favoreció la asimilación del lenguaje de la arquitectura moderna.

UN LUSTRO DE CAMBIOS 1959-1964

La década del sesenta en Cuba fue políticamente convulsa e intensa, debido a logros en diversas esferas, una redistribución del ingreso nacional, así como al acceso a servicios sociales básicos, en favor de los sectores más pobres. El júbilo popular que despertaron las medidas en los sectores más vulnerables coexistió con el rechazo de las capas más solventes, en medio de una profunda lucha ideológica y clasista.

Tempranamente los arquitectos fueron convocados por el propio Fidel Castro para sumarlos a los planes constructivos del gobierno (Castro, F., 1959). Ante el nuevo enfoque que tomaría la práctica arquitectónica en el país, donde no habría espacio para intereses ajenos a los fines colectivos, muchos prefirieron marcharse. La monumental obra constructiva fue protagonizada por una masa de profesionales muy variada, integrada tanto por experimentados arquitectos como por quienes habían sido sus alumnos o aprendices, graduados entre 1950 y 1957. A ellos se les unieron los egresados a partir de 1960 y un valioso grupo de arquitectos extranjeros, algunos de los cuales se integraron además al nuevo claustro de la Escuela de Arquitectura. (Alfonso, A.; Matamoros, M. 2019)

Nuevas leyes del mercado inmobiliario

Desde fines de los años cincuenta ya eran visibles los efectos negativos de la expansión irregular de la ciudad. Para implementar políticas encaminadas a favorecer a la mayor parte de la ciudadanía, fundamentalmente a los estratos populares, se transformó de manera radical la estructura legal que amparaba solo al sector de la burguesía propietaria de terrenos. Sumamente trascendente fue la Ley No. 135 de 10 de marzo de 1959, que redujo el precio de los alquileres. La última de las leyes que puso fin al mercado inmobiliario privado fue la Ley de Reforma Urbana emitida el 14 de octubre de 1960, con la prescripción del arrendamien-

to de inmuebles urbanos y de cualquier otro negocio o contrato afín. De esta manera se les otorgó el derecho de propiedad de la vivienda a los inquilinos mediante la amortización mensual de su valor. Bajo el principio rector: Toda familia tiene derecho a una vivienda decorosa, se archivaron todos los juicios de desahucios y se proscribió tal práctica. El estado asumió la amortización mensual de la casa que habitaba cada familia, con lo que pagaba por renta en un periodo que no fuera inferior a los cinco años ni mayor a los veinte, fijado según el año de construcción del inmueble, cuyos pagos mensuales, descontados del sueldo, no podrían exceder del 10% del ingreso familiar. (Bell, J., López, D. y Caram, T. 2007)

A estas medidas se sumaron otras con alcance a nivel territorial, pues hubo necesidad de organizar lo que se estaba ejecutando y, a su vez, contar con una visión de planificación a corto, mediano y largo plazos. En esencia, la ciudad mantuvo sus dimensiones y su transformación urbana descansó en la recualificación de su trama por medio de cambios de uso. Las medidas que transformaron la matriz del mercado inmobiliario y el uso de suelo urbano, si bien resultaron insuficientes para revertir la fuerte segregación geográfico-espacial heredada, contribuyeron a mitigar la prolongación de sus negativos efectos durante el periodo, mediante la sincronización de diversas políticas. No obstante, hubo otras decisiones radicales y polémicas, como la congelación de los precios de los terrenos urbanos y su control absoluto por el Estado, así como la nacionalización e intervención de las empresas constructoras privadas y la anulación de créditos hipotecarios para la construcción de viviendas por el sector privado (*Leyes del Gobierno...*, 1963b) cuyos impactos llegan hasta el presente.

POLÍTICAS Y PROGRAMAS PARA LA VIVIENDA URBANA. ESTRUCTURAS ADMINISTRATIVAS Y ENTIDADES EJECUTORAS

En paralelo a las medidas sobre el control del suelo urbano, se aplicaron algunas leyes dirigidas hacia el fomento de la vivienda. El 17 de febrero de 1959 se creó el INAV, cuya obra se identificó como las casas de "Pastorita", por el nombre de su presidente, Pastora Anastasia Núñez y González, una carismática y exigente mujer que rápidamente conquistó el aprecio de la ciudadanía.

Entre 1959 y 1964, los planes habitacionales de las áreas urbanas de La Habana se desarrollaron de forma simultánea por dos entidades ejecutoras: el INAV y el MINOP. La labor del MINOP, se dividió en dos frentes esenciales a partir de 1960: la Dirección de Viviendas Urbanas (DVU), y el Programa de Ayuda Mutua y de Esfuerzo Propio (PAMEP), este último acompañado del Ministerio de Bienestar Social (1960-1961). A pesar de la unidad que impuso un contexto social común, resulta imprescindible discernir las variantes de gestión, las localizaciones en la ciudad, los estándares, los materiales y tecnologías, y los aspectos expresivos que identifican el quehacer de ambas entidades.

Gestión

El INAV marcó un viraje dentro de la política habitacional en el país. En sólo 27 meses, desde su creación en 1959 hasta junio de 1962, terminó más de 8 500 unidades de viviendas (*Presencia del INAV*, 1962), de las cuales el 65 % se construyó en La Habana (5 921 obras) del total nacional (Muñoz y Zardoya, 2016). Su gran producción habitacional fue financiada con los fondos de la Renta de la Lotería Nacional, gracias a la transformación de sus billetes en bonos de ahorros, práctica sin precedentes en la historia nacional (Muñoz y González, 2015). La pro-

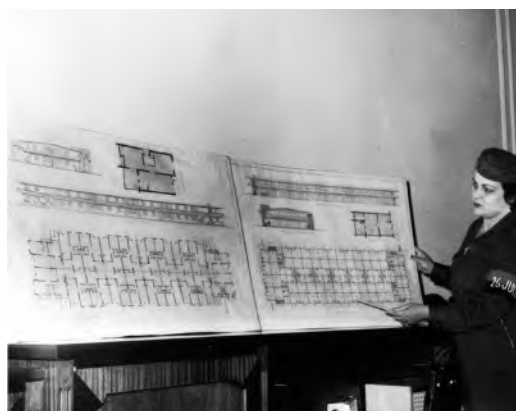


Figura 1
Presidenta del INAV, presenta proyectos de viviendas 1960.
Fuente: *Departamento de Publicidad del INAV*. Cortesía de José Manuel García Rebastillos

ducción del INAV descansó en un sistema de administración y contratación de brigadas privadas de construcción, de las muchas que aun existían, tanto anónimas como las de grandes contratistas de prestigio. Mediante un intenso plan de propaganda y divulgación se estimuló la participación profesional con la celebración de concursos y subastas públicas para la ejecución de las obras.

En el MINOP, la gestión e inversión de las obras se dio de manera centralizada y en coordinación con los municipios. Al frente de la Dirección de Viviendas, y como jefe del Departamento de Edificaciones Públicas, estuvo el consagrado arquitecto Antonio Quintana, mientras que el joven arquitecto Mario Gonzalez Sedeño dirigió el Departamento de Erradicación de Barrios Insalubres. Merece destacarse que el MINOP le otorgó gran importancia a las investigaciones en el campo de las tecnologías constructivas para industrializar la producción habitacional, con la estandarización de elementos prefabricados de pequeño y mediano formato como tabiques de cierre, elementos de cubiertas o escaleras. (Muñoz, 2019)

Bajo la premisa de beneficiar con justicia a la mayor cantidad de ciudadanos, cada entidad tuvo mecanismos propios de adjudicación de las viviendas que partieron de entender y asumir las diferencias de los segmentos sociales a quienes destinadas. De ahí que cada una aplicara diversidad de precios y estándares de dimensionamientos de los inmuebles. Las viviendas fueron entregadas en propiedad mediante planes de amortización que podían llegar hasta los 30 años según el poder adquisitivo de la familia, aunque el término más frecuente fue de 20 años.

Técnicas constructivas

La principal diferencia entre ambas entidades se dio en las técnicas constructivas empleadas, debido en parte a la propia organización e inversionistas de cada una. El INAV solo empleó las técnicas tradicionales de la construcción. Por su parte el MINOP, con la creación de la DVU, en aras de acelerar el ritmo constructivo y reducir los costos económicos, comenzó a implementar de manera gradual una incipiente industrialización de la construcción, mediante la prefabricación de pequeños elementos constructivos que se complementasen con la construcción tradicional. Ese rol lo asumió el Centro de Investigacio-

nes Técnicas, entidad creada por el propio MINOP en 1961, que constituyó el primer centro dedicado a la investigación en el sector de la construcción (D'Acosta, 1964).

La prefabricación, aunque había dado sus primeros pasos en algunas obras aisladas desde la década de los cincuenta, no formaba parte aun de la cultura tecnológica en Cuba. Hasta ese momento la mayoría de las empresas constructoras ejecutaban con técnicas tradicionales. En ese periodo, solo el MINOP utilizó la prefabricación con las primeras experiencias del conocido Sistema Tradicional Mejorado, y los de la serie "E" (Experimental), usados en bloques de apartamentos de construcción artesanal, que incorporaron elementos industrializados de pequeño formato, como escaleras, vigas, losas de piso y cimentaciones que, a su vez normalizaron el estándar de la vivienda.

REALIZACIONES

La obra realizada se concentra en 61 intervenciones en zonas urbanizadas en cinco de los seis antiguos municipios de La Habana, cifra que representa el 31% del total de las 184 intervenciones. Esta cuantificación no alude a la cantidad de viviendas, sino a las acciones constructivas relacionadas con el tema, que pueden tener diferente alcance, o sea, incluye conjuntos de edificios multifamiliares, repartos de viviendas individuales o edificios singulares, que contienen un número variable de unidades habitacionales.

A nivel urbano, según el contexto, se identificaron tres alternativas de intervenciones: inserción en áreas centrales, parcelaciones heredadas de la periferia y nuevos desarrollos. A escala arquitectónica en el tema de la vivienda se identificaron dos modalidades: viviendas individuales y edificios de apartamentos.

Tanto el INAV como la DVU actuaron sobre áreas centrales y también en parcelaciones heredadas de la periferia, empleando indistintamente viviendas individuales y edificios de apartamentos, ya fuesen en medianos conjuntos o de forma aislada. Solo el PAMEP se enfocó en los nuevos desarrollos urbanos, con trazados ortogonales, de escala reducida, que formaron pequeñas manzanas con viviendas individuales. El 88 % de las realizaciones, usaron lotes y trazados heredados, el 67% de ellos en zonas periféricas. (Muñoz, 2021) Si bien el completamiento de



Figura 2

Conjunto Bellavista y Colón, Plaza de la Revolución. (DVU-MINOP 1961-1963) Arq. Antonio Quintana, Raúl González Romero (Diseño Urbano y Viviendas) y Rafael Mirabal (Centro Escolar). Fuente: Archivo fotográfico del MINOP-MICONs, procesado por el Lic. Juan de las Cuevas Toraya

las parcelaciones existentes fue sumamente positivo dentro de la recomposición del hábitat -al dotarlas de escuelas, mercados, centros deportivos y parques, no se logró en todos los casos una exitosa articulación con el resto de la ciudad. Su lejanía y la dependencia del uso de transporte, perpetuaron su carácter aislado, lo que restringió la movilidad de sus ocupantes más allá de sus límites.

Arquitectura. Soluciones Tipológicas

En el periodo de estudio persistieron las alternativas de vivienda individual y colectiva que se habían dado en los años 50 para los sectores de clase media

y media baja. Los referentes con los que se comenzó a trabajar fueron los modelos del hábitat que disfrutaba una parte de estos sectores sociales. Si bien no se ha podido documentar la fundamentación del porqué de la selección de una variante u otra, la lógica apunta a que lo determinante fue el uso y ocupación racional del suelo y la disponibilidad y vocación de los terrenos. De todo el universo de lo construido en la etapa que se analiza, las viviendas individuales representan el 40,49%, mientras que los edificios de apartamentos el 59,50%.

Al analizar el quehacer de las entidades, se aprecia una mayor diversidad tipológica y creativa en las soluciones del INAV. En la vivienda aislada desarrollaron un amplio repertorio con 47 modelos de viviendas a partir de tres esquemas básicos de distribución espacial, lo que refleja la intención de satisfacer al mayor espectro social posible. En el caso de la DVU se usaron menos modelos, pero con esquemas y estándares similares, que se diferencian de las del INAV, por sus cubiertas abovedadas cerámicas, mientras que el PAMEP desarrolló dos modelos básicos de viviendas aisladas dispuestos en tira o hilera.

Los edificios de apartamentos significaron una optimización racional del suelo, sobre todo para los terrenos de áreas centrales. Para el INAV, esta modalidad constituyó el 66% de su quehacer y casi el 80% de la DVU-MINOP. Aunque teóricamente los estudios abogaban por edificios de 15 niveles para las áreas centrales, la limitada capacidad para instalar ascensores, obligó a que muchas propuestas fuesen desechadas y se optaran por bloques de cuatro niveles (Estévez, 1959).

ENTIDAD	VIVIENDAS INDIVIDUALES		APARTAMENTOS		TOTAL	
	UNIDADES	%	UNIDADES	%		%
INAV	1 722	34.58	3 257	65.41	4 979	53.16
DVU-MINOP	617	21.03	2 316	78.96	2 933	31.31
PAMEP-MINOP.	1 454				1 454	15.52
TOTAL	3 793	40.49	5 573	59.50	9 366	

Tabla 1

Unidades de viviendas ejecutadas en La Habana entre 1959 y 1964 Tipo de unidades.

Fuente: (Muñoz, R. 2021,84)



Figura 3
Vista de parte de la Unidad Vecinal no.1 del Habana del Este. 1961. Archivo fotográfico del MINOP-MICONS, procesado por el Lic. Juan de las Cuevas

La necesidad de dar respuesta de manera rápida a la alta demanda conllevó a la adopción de soluciones típicas y estandarizadas. Sin embargo, se manejó con una moderada repetición los proyectos para crear una adecuada armonía. Los conjuntos construidos, al ser de pequeña y mediana escala, de entre dos y once edificios y con una ubicación dispersa, se integraron sin grandes contrastes dentro de la ciudad. Los bloques de apartamentos (forma rectangular, con el frente mayor que el ancho), poseían las cajas de escaleras expresadas de forma diferente, semi exentas, adosadas, o ligeramente sobresalientes del resto del bloque de apartamentos. A muchas se les incorporaron paños de ladrillos de diferentes combinaciones, otorgándoles una particular expresividad que contrastaba con la regularidad de los volúmenes.

Los arquitectos destacaron los contrastes de texturas del ladrillo a vista, del hormigón y de la madera. Asimismo, la utilización de pisos cerámicos en las áreas exteriores, recubrir paredes con ladrillo, crear terrazas interiores o emplear lucetas de colores en los vanos atestiguan el nexo de esa arquitectura con la herencia de los años 50. Las cubiertas también evidenciaron la exploración creativa y la conciliación entre lo tradicional y lo industrializado. Varios de los modelos se cubrieron con bóvedas de cerámicas, estableciendo así un perfil diferente en el contexto.

LECCIONES Y SABERES DE UN QUINQUENIO REVOLUCIONARIO

Desde los inicios, las enormes aspiraciones comenzaron a chocar con limitaciones económicas. Varias de las propuestas habitacionales resultaron demasiado ambiciosas para una nación que se debatía entre la supervivencia misma y el avance hacia el desarrollo en medio de un contexto hostil. El sostenido incremento demográfico de las ciudades medias del resto del país demandó mayores recursos humanos y materiales para su desarrollo, por lo que la producción habitacional de la capital comenzó a descender significativamente a partir de 1962 y muchos proyectos quedaron en el papel.

Haber concretado estos proyectos en el periodo hubiera representado más de 41 mil unidades adicionales a la producción realizada (Muñoz, 2021). Esto ilustra la enorme voluntad de soñar y de hacer, aun cuando no se contaba con todos los recursos. Lo ejecutado representó un 22.5% de lo inicialmente concebido, y se benefició a alrededor 56 mil personas. No obstante, el universo construido fue amplio y abarcó toda la ciudad, marcando un antes y un después en la historia de la vivienda social en Cuba.

Los años 1963-1964 cerraron un quinquenio estremecedor en todos los sentidos. A mediados de 1962, en transmisión televisiva a nombre del gobierno revolucionario, Fidel Castro hizo un llamado a: «lograr un ajuste entre nuestros deseos y nuestras realidades», (Castro F, citado por Hernández, 1962,3) apostando por la reducción de estándares



Figura 4
Pastora Núñez evalúa la maqueta de la Unidad Vecinal no.2
Fuente: Museo Municipal Habana del este.

que se imponía ante los visibles impactos de la escasez de materiales. Poco después, en el VII Congreso de la UIA, celebrado en La Habana, con relación a la experiencia nacional Fidel señaló: «lo subjetivista que fuimos cuando en los primeros años de la Revolución, muchas veces confundíamos las realidades con nuestros deseos» y que las viviendas de la etapa eran: «un exponente de los sueños de los primeros meses de la Revolución» (Castro F, 1964). No es casual que en junio de 1962 la Dirección de Viviendas del INAV fuera absorbida por el MINOP. Esto marcó el fin de la entidad que mayor alcance había tenido en la ciudad. En 1963 se creó el Ministerio de la Construcción (MICONS), que sustituyó al MINOP e integró a otras entidades que se habían creado entre 1959 y 1960 (*Leyes del Gobierno...*, 1963a). Tocaba a su fin esta etapa de transición, calificada tempranamente en 1966 por Mario Coyula haciendo un balance del lustro como «los años que llevaron el sello de una mentalidad romántica generosa pero inexperta». (Coyula 1966).

Las realizaciones de este quinquenio revolucionario, abrazaron los paradigmas sustentados por un torrente de ideas nuevas y empeños frustrados de la década anterior. Las principales virtudes y aciertos de este quehacer se basan fundamentalmente en la pequeña escala de los conjuntos, la variedad formal y expresiva de los modelos de edificios y viviendas, la integración con las áreas exteriores y la diversidad en la gestión, con soluciones diferentes en función de los usuarios, que constituyen lecciones a tener en cuenta para los posteriores programas habitacionales.

La identificación de las características de los modos de actuación de las entidades que asumieron la dirección de la producción habitacional estatal en La Habana entre 1959 y 1964 permite lograr no solo una mejor comprensión de sus formas de gestión, roles asumidos y escalas de trabajo, sino, además, constituye una enseñanza y una reflexión con vistas a entender que el diseño de la vivienda debe ser integral, flexible y evolutivo. El complejo abordaje del problema de la solución del déficit de viviendas debe tener en cuenta como premisa conceptual que la vivienda no es un fenómeno aislado, así como responder a las particularidades del emplazamiento, sus condiciones específicas, y a los planes estatales de recuperación de la ciudad.

CONCLUSIONES

La obra habitacional desplegada entre 1959 y 1964 transformó el territorio urbano capitalino con el propósito de equiparar el acceso a servicios y oportunidades, lo cual benefició a amplios sectores sociales, gracias a un trabajo coordinado entre varios actores, amparado por un marco legal que permitió crear en cinco años una producción habitacional que impactó cuantitativa y cualitativamente en positivo para la ciudad.

Los planes habitacionales se acompañaron de otros programas arquitectónicos de carácter social: centros educacionales, comerciales, deportivos y parques públicos los que incidieron en el mejoramiento del hábitat. El análisis demuestra la intensidad del ritmo constructivo y su amplio despliegue ciudadano, reflejo de la enorme capacidad de trabajo de las entidades involucradas. Las cifras reflejan la rapidez y masividad constructiva, aun en medio de un complejo escenario. Asimismo, ilustran la coexistencia temporal de diversos modos de gestión y trabajo, que probó ser efectiva. Por un lado, el INAV orientó y supervisó a la empresa privada para la ejecución de las obras, estimulando a los arquitectos mediante concursos, mientras que el MINOP implementó investigaciones de las tecnologías constructivas en pos de una agilización de los planes.

La vivienda fue asumida como un bien social, y entendida en su más amplio concepto en relación con el hábitat en general. Su comprensión a la luz de 60 años, en pleno momento de reformas y perfeccionamiento del modelo económico y social cubano multiplica el interés de investigar y extraer lecciones aun no aprendidas.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alfonso, Alfonso. y Matamoros, Mabel. 2019. *La Escuela de Arquitectura de La Habana en los años '60*. Arquitectura y Urbanismo, 40(3), 45-60. Recuperado de <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/540/510>
- Bell, J., López, D. y Caram, T. 2007. *Documentos de la Revolución cubana 1960*. La Habana: Ciencias Sociales. Recuperado de http://www.fidelcastro.cu/sites/default/files/fichero_libros/Documentos--de--la--Revolucion--cubana--1960.pdf

- Castro, Fidel. 1959. Intervención del Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz en el Colegio de Arquitectos, el 16 de febrero de 1959. *Fidel Soldado de las Ideas. Discursos e intervenciones*. 6, marzo, 2017. <http://www.fidelcastro.cu/es/discursos/intervencion-en-el-colegio-de-arquitectos>
- Castro, Fidel. 1964. Discurso de clausura del VII Congreso de la UIA. *Arquitectura-Cuba*, 30(331): 42-54.
- Coyula, Mario. 1966. *La arquitectura en Cuba revolucionaria*. Arquitectura-Cuba, 22(336), 2-4.
- D'Acosta, Hugo. 1964. *La investigación y el desarrollo técnico en las construcciones de Cuba después de la Revolución*. Arquitectura-Cuba, 30(332): 37-51.
- El problema de la vivienda. 1959. *Revista Nacional de la Propiedad Urbana*, 26(306): 10-11.
- Estévez, Reinaldo. 1959. *Densidades en las metrópolis*. Arquitectura-Cuba, 27: 311-317, 201-207.
- Hernández, G. 1962. *Las viviendas en Cuba. Cómo las distribuye la CTC-R*. Bohemia, 54(41), 94-98.
- Jacobo, Juan. 1959 *Viviendas y alquileres*. Revista Nacional de la Propiedad Urbana, 2(300), 8.
- Leyes del Gobierno Provisional de la Revolución. 1963a. En: *Folletos de Divulgación Legislativa 47*: 120-125. La Habana: Finanzas al día.
- Leyes del Gobierno Provisional de la Revolución, 1963b. En: *Folletos de Divulgación Legislativa 50*: 34-38. La Habana: Editorial Nacional de Cuba.
- Muñoz, Ruslan. 2017. *La arquitectura habanera de los años 60. Edificios y espacios públicos para todos*. Arquitectura y Urbanismo, 40(1): 61-74. Recuperado de <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/399/374>
- Muñoz, Ruslan. 2019. *La vivienda social desarrollada por el Ministerio de Obras Públicas en La Habana (1960-1964)*. Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, 12(24): 89-120. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu12-24.vsdm>
- Muñoz, Ruslan. 2021. *La producción del hábitat construido por el estado en La Habana entre 1959 y 1964*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
- Muñoz, Ruslan y González, Gabriela. 2015. *Labor desarrollada por el Instituto Nacional de Ahorro y Vivienda (INAV) en La Habana (1959-1962)*. Revista INVI, 84(30): 89-120. Recuperado el 14, julio, 2023. <http://www.revistainvi.cl/index.php/INVI/article/view/941>
- Muñoz, Ruslan. y Zardoya, M.V. 2016. *Las casas de Pastorita en La Habana*. Arquitectura y Urbanismo, 38(1): 37-50. Recuperado el 4, abril, 2023. <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/356/331>
- Muñoz, R., Rouco, A. y Paneca, C. 2023. *El impacto de la FHA en el crecimiento urbano de La Habana (1953 -1963)* Ciudad y territorio. Estudios territoriales 55(216), verano 2023: 467-486 Recuperado el 20, agosto, 2023. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2023.216.11>
- Presencia del INAV en la Revolución Cubana*. 1962. La Habana: Instituto Nacional de Ahorro y Vivienda.
- Zardoya, M.V. 2012. Por unas casas dignas. La vivienda social en La Habana, 1930-1962. En *Ciudad y vivienda en América Latina 1930-1960*, Carlos Sambricio (Editor.), (316-339). Madrid, Gustavo Gili.
- Zardoya, M.V. 2020. *Entre crónicas y críticas. Los barrios de indigentes de La Habana vistos por la prensa. 1930-1959*. Arquitectura y Urbanismo, 41(1), 6-20. Recuperado el 20, marzo, 2021. <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/563>

Los constructores indígenas durante el siglo XVI en Huejotzingo y Tlaxcala

Pedro A. Muñoz Sánchez

La llegada de los europeos al territorio que hoy es México a principios del siglo XVI puso en contacto a personas que habían llevado vidas completamente ajenas entre sí. Naturalmente, unos y otros habían desarrollado formas muy distintas de abordar sus necesidades diarias. La tecnología de construcción fue una de las áreas del conocimiento que había experimentado un desarrollo diferente a ambos lados del océano. Las primeras obras construidas como resultado de la colaboración entre los habitantes originarios de América y los europeos fueron simples, lo que refleja las dificultades iniciales para aprovechar los conocimientos que ambos grupos podían aportar. Sin embargo, hacia mediados del siglo XVI, los proyectos se volvieron mucho más ambiciosos, lo que refleja que los artífices involucrados en su construcción habían encontrado compatibilidades en cuanto a sus respectivas competencias técnicas, aprendiendo sin duda unos de otros.

Para llevar a cabo las grandes obras construidas durante el siglo XVI, fue necesaria la participación de diversos actores. Sin duda, los frailes evangelizadores de las distintas órdenes jugaron un papel central, tanto como mediadores en las relaciones entre europeos e indígenas, como promotores de la difusión de la cultura occidental a través de su labor doctrinal. También fue importante la participación de las élites indígenas, quienes buscaban que las nuevas obras arquitectónicas constituyeran una demostración de su renovado poder como señores cristianos. De igual manera, se ha documentado la participación de maestros canteros españoles, contratados usualmente por los propios gobernan-

tes indígenas en colaboración con los frailes, quienes se encargaron de difundir las técnicas de construcción europeas, hasta entonces desconocidas en América. Sin embargo, hay un último grupo que participó en la construcción de estas edificaciones cuyo estudio ha resultado más problemático: el de los trabajadores indígenas. Su aporte en la edificación de las obras arquitectónicas del siglo XVI novohispano fue atestiguada por varios de los más importantes cronistas de ese entonces. Un ejemplo lo encontramos en Jerónimo de Mendieta, quien en su célebre obra *Historia Eclesiástica Indiana*, menciona: “¿Quién ha edificado tantas iglesias y monasterios como los religiosos tienen en esta Nueva España, sino los indios con sus manos y propio sudor, y con tanta voluntad y alegría como si edificaran casas para sí y sus hijos, y rogando a los frailes que se las dejaran hacer mayores?” (Mendieta 2011, 426). Sin embargo, este tipo de testimonios no permiten que sea la propia voz de los indígenas quien exprese cómo interpretaban los acontecimientos de los que tomaban parte.

Es por eso que resulta necesario recurrir a fuentes de tradición indígena, que permitan establecer una contraparte a la documentación consultada hasta ahora, que usualmente sólo permite escuchar sólo la versión de los acontecimientos tal como la interpretaron los cronistas europeos. Con ese propósito en mente, en esta disertación me propongo presentar los avances en mi investigación respecto a los especialistas para la construcción indígenas, basándome en documentos producidos por ellos mismos. Centraré mi estudio en dos fuentes de información hasta ahora poco

aprovechadas para estos objetivos: la *Matrícula de Huexotzinco* y los *Padrones de Tlaxcala del siglo XVI*. Se trata de dos censos de tributarios de los respectivos altépetl coloniales, en los que se destacan, entre otras cosas, los nombres y los oficios de cada uno de los empadronados. Por tanto, representan fuentes de sumo valor para el estudio de los trabajadores de una gran diversidad de oficios, si bien este proyecto se enfocará en los trabajadores de construcción. Como veremos, el estudio de estos documentos permitirá profundizar en el conocimiento del entorno social que permitió las campañas constructivas de las obras arquitectónicas de la segunda mitad del siglo XVI, un tema relevante porque es testimonio de la agencia de los pueblos indígenas en los procesos de edificación. Las obras en las que los trabajadores que estudiaremos habrían participado no necesariamente se habría limitado a la arquitectura conventual construida en los pueblos indígenas recientemente congregados, sino que abarcaba una gama más amplia de edificios civiles y obras de infraestructura. Por tanto, considero que el enfoque que propongo ayudará a arrojar luz sobre los procesos de construcción al interior de los pueblos indígenas durante el turbulento siglo XVI novohispano.

FUENTES PARA EL ESTUDIO DEL TRABAJO INDÍGENA COLONIAL

El estudio de los trabajadores para la construcción ha presentado muchos retos para la investigación académica. Una primera dificultad la representa el carácter colaborativo de los procesos de edificación, en los que intervenían tanto especialistas europeos como indígenas. El ya mencionado predominio del estudio de fuentes en castellano o producidas por cronistas europeos suele tener como resultado que la visión de estos eclipsa a la del resto. Aunado a ello, la necesaria participación de equipos integrados por muchas personas de distintos orígenes y con diferentes niveles de calificación: desde maestros canteros, especialistas en talla de piedra, carpinteros, hasta personas que sólo contribuían en el acopio y acarreo de materiales, etcétera, dificulta prestar atención a todos los actores implicados en la ejecución de las obras. Sin embargo, quizás el principal obstáculo ha sido la dificultad para aprovechar las diversas fuentes de tradición indígenas que suelen presentarse en formatos

muy diversos, tales como códices de tradición mesoamericana -que suelen combinar el empleo de elementos de escritura pictográfica con texto con caracteres latinos- o documentos escritos en lenguas indígenas.

Una de las fuentes más comúnmente consultadas para este fin es el *Códice Florentino*. La riqueza de información de esta obra, además de la belleza intrínseca de un documento que combina diferentes tradiciones escriturarias, lo han hecho objeto de muchas investigaciones y, por tanto, es uno de los más accesibles para adentrarnos en el universo nahua del siglo XVI. En este documento aparecen descritas a detalle las labores que realizaba cada especialista en construcción. No obstante, en él no aparece reflejada la multiplicidad de actores y procesos sociales involucrados en las obras, pues no da constancia de la disponibilidad de dichos especialistas, de cómo se organizaban para llevar a cabo las tareas de obra, la participación de mano de obra menos capacitada, etcétera.

Por ello, he propuesto el estudio de un par de documentos del siglo XVI, mediante el cual pretendo contribuir a complementar la información obtenida a partir de otras fuentes. Se trata de dos censos coloniales, el primero conocido como *Matrícula de Huexotzinco* y el segundo como *Padrones de Tlaxcala*. Ambos documentos son contemporáneos entre sí, de finales de la década de 1550. Al tratarse de padrones indígenas, reflejan ciertas características de la organización de la mano de obra que casi con toda seguridad tienen origen en el periodo prehispánico, tales como la conformación en cuadrillas de veinte trabajadores, la organización celular de los altépetl en Pueblos, y estos a su vez en barrios o *calpulli*. Además, ambos tienen la particularidad de haber señalado los oficios de los trabajadores, por lo que es posible obtener a partir de ellos datos estadísticos respecto a la disponibilidad de la mano de obra para la construcción. La principal diferencia es que los *Padrones de Tlaxcala* es un documento en náhuatl escrito con caracteres latinos, mientras que en la *Matrícula de Huexotzinco* se emplean a la par el texto escrito con caracteres latinos y una escritura pictográfica.

Estos documentos tienen similitudes que vuelven pertinente su estudio en conjunto. En primera instancia, ambos tienen una afinidad temporal, pues mientras que los *Padrones* fueron redactados en una fecha

Glifo que indica el nombre del barrio, con glosa en alfabeto latino. (En este caso es Tlachichilco).

Centecpanpixqui o guardián de veintena

El punto rojo sobre la cabeza de algunos individuos indica que es un terrazguero



Cada persona tiene su nombre en escritura pictográfica con glosa en alfabeto latino

Indica el oficio de los empadronados. En este caso todos son tetlapanqui (cantero)

Cada lámina está organizada en grupos de veinte personas

Figura 1

Fo. 488r de la *Matrícula de Huexotzinco*. *Matrícula de Huexotzinco*. (Consultado el 5 de julio de 2023. <https://www.loc.gov/item/2021668124>)

estimada de 1557 (Rojas Rabiela 1987: 1), la *Matrícula* está fechada en 1560 (Prem 1974). Como he mencionado, ambos constituyen un censo de tributarios; es decir, su énfasis está en contar a la población masculina que tenía familia, y por tanto estaban sujetos a tributo. Adicionalmente, de manera similar en ambos documentos, se cuenta a las mujeres viudas, los viejos, enfermos, etcétera. La organización de ambos documentos es también similar. En el caso de los *Padrones*, el primer nivel de organización son las cabeceras, que se dividen a su vez en *tequilt*: estos se subdividen en pueblos que se subdividen en barrios o cuadrillas. En el caso de la *Matrícula*, el nivel de organización más alto es el del pueblo, que se subdivide en barrios y estos a su vez en cuadrillas. Aunque se sabe que el Huejotzingo de mediados del siglo XVI

contaba con cuatro cabeceras, al igual que Tlaxcala, la preponderancia de dichas cabeceras no se ve tan claramente reflejado en la *Matrícula* como en los *Padrones*. De cualquier manera, ambos documentos ponen de manifiesto la organización celular de ambos altépetl, típica del siglo XVI, en la que se daba continuidad a las estructuras sociales prehispánicas, mientras atravesaban un proceso de transformación al insertarse en el entramado político del gobierno colonial.

Además del aspecto organizativo, ambos documentos ofrecen información similar de cada uno de los pueblos, barrios e individuos. En ambos casos, cada pueblo cuenta con un nombre compuesto, constituido por el nombre de un santo y un topónimo en lengua náhuatl. Los barrios, en ambos casos, sólo tie-

nen el topónimo en náhuatl. Estas pequeñas sutilezas respecto al cambio en la denominación de los pueblos dan cuenta de los reacomodos por los que atravesaban las comunidades indígenas y de las transformaciones de sus identidades colectivas. A su vez, en el nivel de los barrios, están empadronados todos los jefes de familia. Para cada uno de ellos se indican su nombre en español, su nombre en náhuatl y su oficio, en caso de que tuvieran uno además del trabajo de sus tierras. Por ejemplo, en la foja 484r de la *Matrícula de Huexotzinco* se encuentra una persona referida como *agustin ueuen texinqui*, donde Agustín sería su nombre en español, *Huehuen* el nombre en náhuatl y *texinqui* su oficio (en este caso era cantero). Además, tanto en la *Matrícula* como en los *Padrones* se hace una división manifiesta de los dos principales estamentos en que se dividía la sociedad: el de la nobleza o *pilli* y el de la gente común, a los que en ambos documentos se les denomina como *tlacatl* (personas). Estas similitudes en cuanto a la organización del documento y al tipo de información que contiene dan cuenta de que ambos seguían un modelo común, probablemente con una marcada influencia de censos similares del mundo prehispánico, pero incorporando los datos específicos requeridos por la autoridad colonial para el fin que los necesitaba, el cual era la recolección de tributos. En cuanto a sus diferencias, además de la ya mencionada disparidad en cuanto a los niveles más altos de la organización de los *altépetl*, la más notoria es que en el documento de Huejotzingo se combina una escritura alfabética con una pictográfica, mientras que el documento de Tlaxcala solo está escrito en escritura alfabética. Como puede notarse, ambos documentos reflejan una sociedad en tránsito, en donde coexistían las costumbres, la estratificación social, los modos de organización y los oficios de tradición mesoamericana con nuevos oficios y nombres de origen europeo. El propio uso del sistema de escritura alfabética en documentos que tienen una organización aparentemente prehispánica es un reflejo del acelerado cambio cultural que vivían las personas que quedaron registradas allí.

LOS ESPECIALISTAS INDÍGENAS EN CONSTRUCCIÓN

La importancia de este tipo de documentos para el estudio de las sociedades indígenas coloniales ya ha sido reconocido por varios autores. Pedro Carrasco comen-

tó en su introducción a la publicación de la transcripción de la *Matrícula de Huexotzinco* que esta constituye “la mejor información disponible acerca de la división del trabajo en una comunidad mexicana del siglo XVI. En comparación con los datos del libro X de Sahagún, los informes de la Matrícula tienen la ventaja de que nos dan el tamaño de cada grupo de artesanos y su distribución en los distintos pueblos y barrios de la provincia” (Carrasco 1974: 9). Como se ha mencionado ambos documentos permiten vislumbrar los niveles de organización para el trabajo que empleaban los habitantes de Huejotzingo y Tlaxcala en el siglo XVI, particularmente desde el nivel del pueblo, que se subdivide en *calpulli*, y estos a su vez se organizan en torno a cuadrillas de veinte individuos, una estructura que como afirman Carmen Herrera y Marc Thouvenot era anterior a la presencia española (Herrera y Thouvenot 2018: 125-161). Cada veintena estaba a cargo de un individuo que recibe a veces el nombre de *centecpanpixqui* o *tequiltato*. En la figura 1 puede verse la organización de una lámina típica de la *Matrícula de Huexotzinco*, conformada por veinte individuos: en este caso todos tienen el oficio de canteros y un *centecpanpixqui* que se encargaría de coordinarlos. Es relevante para esta disertación el notar que se conservaban las cadenas de mando tradicionales para la organización del trabajo, pues “no fue necesario trastocarlas para producir las nuevas edificaciones necesarias para dar inicio al proceso de evangelización. Por el contrario, probablemente fue más conveniente apoyarse en la organización previa para acometer las tareas con mayor celeridad” (Muñoz Sánchez 2022: 232).

Por otro lado, ambos documentos ofrecen información respecto a los trabajadores que, además del cultivo de la tierra, practicaban algún oficio especializado. Para identificar a estos artesanos en los *Padrones* se usa su nombre en náhuatl, mientras que en la *Matrícula* se utilizan elementos pictográficos así como glosas en náhuatl y en español. En la Matrícula, cada especialista en cualquier oficio está identificado por tres elementos pictográficos, usualmente siguiendo el siguiente orden (ver figura 2): el pictograma para la palabra *tlacatl* que lo identifica como una persona común o macehual (A), un pictograma que indica su nombre en náhuatl (B) y un pictograma que señala su oficio (C); además se integra una glosa que señala el nombre de la persona - con un componente en castellano y uno en náhuatl- seguido del nombre en náhuatl de la profesión. Por medio de esta información

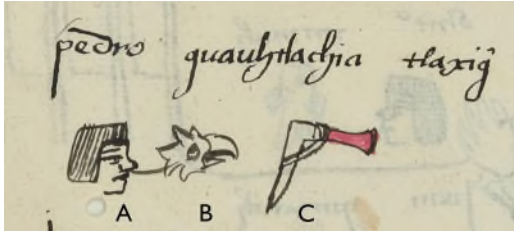


Figura 2
Detalle del Fo. 602v de la *Matricula de Huexotzinco*. *Matricula de Huexotzinco*. La glosa dice: "Pedro quauhtlachia tlaxinq[ui]" (carpintero). (Consultado el 5 de julio de 2023. <https://www.loc.gov/item/2021668124>)

podemos conocer cómo se transformaba la sociedad indígena luego del contacto con los españoles, pues aunque la mayoría de los oficios proceden del mundo prehispánico (pintores, *tlacuilo*; floristas, *xochimantqui*; plumajeros, *amanteca*; tabaqueros, *acayetl*) encontramos varios que ejercían oficios que no existían antes de la conquista (panadero, labrador con bueyes, *quaquauhtlaxque*; cantores de la iglesia, *teopan nemi* o *cuicanime*). En cuanto a los oficios que tienen que ver con tareas constructivas, se identifican los siguientes: el *tenextlati*, calero o quemador de cal; *tetlapanqui*, el que saca y corta la piedra de la cantera; *tetzotzonqui*, el cantero que labra piedra; *texinqui*, el labrador de piedra; y dos formas de denominar al carpintero: *cuauhxinqui* y *tlaxinqui*. Como se ha mencionado, una de las diferencias entre ambos documentos es que, mientras que los *Padrones de Tlaxcala* sólo incluyen textos con caracteres latinos, la *Matricula de Huexotzinco* es un documento pictográfico, por lo que las imágenes que se presentaran pertenecen a la *Matricula*.

Así como Pedro Carrasco propuso que a través del análisis de los glifos puede obtenerse una visión del desarrollo tecnológico alcanzado por los huexotzincas en esa época (Carrasco 1974: 9), podemos extender esta idea y pensar que también pueden ofrecer una ventana a cómo estos se habían apropiado ya de ciertas formas arquitectónicas, herramientas y técnicas constructivas europeas. Respecto a los *cuauhxinqui* (carpinteros), es notable que la herramienta que se representa es casi siempre la misma. Se trata de lo que parece ser un hacha o azuela con mango de madera curvo. Es tal esa homogeneidad en la represen-

tación que es casi seguro que refleje la herramienta real utilizada por los trabajadores (figura 3). En cuanto al *tetzotzonqui* o *tetlapanqui* (canteros) el glifo que los representa es una herramienta para el trabajo de la piedra, la más común es una almádena aparentemente de piedra (figura 4a) pero también las hay aparentemente metálicas (figura 4b); en el pueblo de *Tlatenco* esta herramienta parece ser una piqueta o escoda metálica (figura 4c), mientras que en *Ocotepc* existen las dos variantes (figuras 4d y 4e). En varios casos a la herramienta la acompaña una representación de la pieza labrada, que es generalmente una especie de bloque o sillar (figura 4e), aunque también existe un ejemplo con una piedra aún sin forma (figura 4f) o una pieza cuadrada que parece tener un relieve en ella (figura 4g). Esta diversidad hace pensar que el trabajo de estos artífices no estaba lo suficientemente estandarizado como para que la escritura pictográfica los representara de manera homogénea, muy al contrario de lo que ocurre con los *cuauhxinqui*. Por otra parte, la diversidad en el tipo de herramientas podría representar diferentes grados de especialización.

Finalmente, al contrario de los anteriores, los *texinqui* (labradores de piedra) se representan generalmente con una herramienta metálica (figuras 5d, 5e y 5f), con solo algunas excepciones (figuras 5a, 5b y 5c). En un caso (figura 5e) se representa una escoda metálica junto al glifo que simboliza la palabra *tetl*, piedra. Sin embargo, los *texinqui* del pueblo de

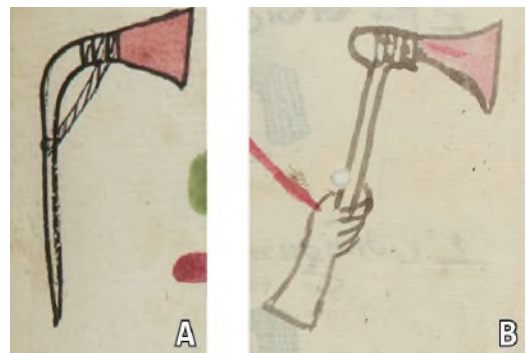


Figura 3
Detalles de herramientas de los *tlaxinqui* en la *Matricula de Huexotzinco*. A) Fo. 520r. B) Fo. 544r. *Matricula de Huexotzinco*. (Consultado el 5 de julio de 2023. <https://www.loc.gov/item/2021668124>)

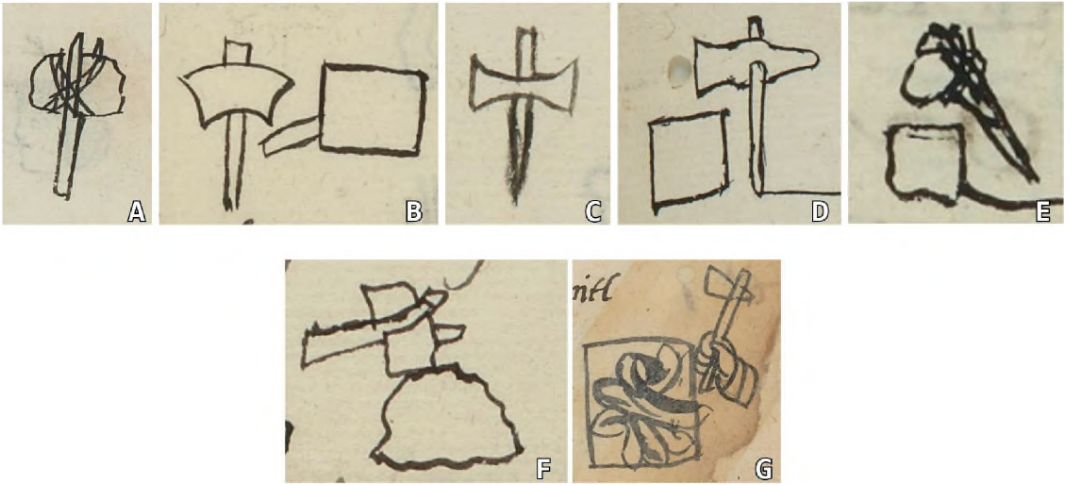


Figura 4

Detalles de las herramientas de los *teclapanqui / tezotzonqui* en la *Matricula de Huexotzinco*.

A) Fo. 519r. B) Fo. 594v. C) Fo. 559r. D) Fo. 529r. E) Fo. 525v. F) Fo. 594v. G) Fo. 488r. *Matricula de Huexotzinco*. (Consultado el 5 de julio de 2023. <https://www.loc.gov/item/2021668124>)

Huexotzinco merecen una atención particular. Los tres están encuadrados en distintas cuadrillas, y el glifo se conforma tanto de una herramienta como de la basa de una columna (figuras 6a, 6b y 6c). Las diferencias en el trazo de los tres hacen suponer que se trata de la obra de tres tlacuilos distintos. Por lo tanto, habría que preguntarse si se trata solo de un modo de representación difundido entre los escribanos de ese pueblo, o si esto indica que los *texinqui* del pueblo de *Huexotzinco* estaban más especializados en el labrado final de las piezas (Muñoz Sánchez 2022: 241-248).

De la información preliminar obtenida de la *Matricula de Huexotzinco* y los *Padrones de Tlaxcala* se

puede concluir, en primer lugar, que en ambos altépetl durante el siglo XVI se contaba con una cantidad de mano de obra especializada suficiente para la edificación, lo que permitió a ambas poblaciones emprender las ambiciosas campañas de construcción de diversas obras arquitectónicas y de infraestructura. Refleja también que, si bien las herramientas metálicas de origen europeo ya estaban presentes en los ámbitos indígenas de mediados del siglo XVI, estas se habían difundido con lentitud, lo que se dio como resultado la coexistencia de herramientas de origen europeo y mesoamericano (Rojas Rabiela 2008: 121 y 135). Además, el grado de especialización de algunos de los obreros mencionados da cuenta de un



Figura 5

Detalles de las herramientas de los *texinqui* en la *Matricula de Huexotzinco*. A) Fo. 568v. B) Fo. 628v. C) Fo. 641v. D) Fo. 519v. E) Fo. 535v. F) Fo. 602r. *Matricula de Huexotzinco*. (Consultado el 5 de julio de 2023. <https://www.loc.gov/item/2021668124>)

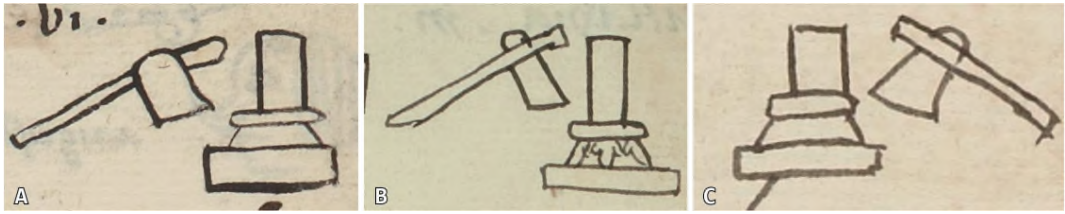


Figura 6

Detalles de las herramientas de los *texinqui* en la *Matrícula de Huexotzinco*. A) Fo. 484r. B) Fo. 484v. C) Fo. 489r. *Matrícula de Huexotzinco*. (Consultado el 5 de julio de 2023. <https://www.loc.gov/item/2021668124>)

avanzado proceso de aprendizaje de las técnicas necesarias para la construcción de las obras que estaban por comenzar. Por último, los glifos expuestos en las figuras 6a, 6b y 6c dan cuenta también de un importante grado de apropiación por parte de los indígenas de los elementos arquitectónicos importados de Europa. Esta apropiación era tal que dichas formas habían hecho su aparición, con cierto lujo de detalle, en el lenguaje pictográfico. Esto también manifiesta que los canteros indígenas estaban habituados a trabajar este tipo de formas arquitectónicas. Finalmente, no se debe menospreciar que la matrícula da cuenta de la continuidad del modo de organización prehispánico para el trabajo en cuadrillas de veinte individuos, así como los mandos que dirigían dichas cuadrillas.

Todo lo anterior permite visualizar un amplio panorama social respecto a las personas que participaban en las obras de construcción de Tlaxcala y Huejotzingo durante el siglo XVI. La información documental revela que existía una fuerza de trabajo ideal para llevar a cabo una construcción así, que incluía una mano de obra especializada y organizada, con conocimiento de las técnicas y los modelos formales que se requerían, además de maestros canteros españoles capaces de colaborar con los trabajadores indígenas de la manera más eficiente posible.

LA ORGANIZACIÓN PARA EL TRABAJO: EL COATEQUITL

Si bien se ha señalado hasta ahora cómo se organizaba la mano de obra en veintenas, y cómo estas se articulaban a través de cadenas de mando, falta explicar el mecanismo social por medio del cual se hacía uso de esta mano de obra. Para ejercer su autoridad y canalizarla a la realización de trabajos de diversa índole, las élites nahuas contaban con el *coatequitl*.

Este era un tributo en forma de trabajo colectivo que era usado para obras públicas que se suponía que debían beneficiar a la comunidad. Además de la utilidad que supondría para los macehuales la construcción en turno —particularmente si eran edificaciones civiles como acueductos, o en su caso obras para su provecho espiritual—, estos se veían beneficiados del acceso a las tierras de los nobles como compensación por sus trabajos. Para presentar un breve ejemplo de cómo funcionaba, tomaré un pasaje de otro documento del siglo XVI, las *Actas de cabildo de Tlaxcala*, que recuenta cómo el cabildo negoció con el virrey el usufructo del trabajo de los macehuales. En primer lugar, el texto en náhuatl traducido al español explica que el cabildo rogó al virrey “que no era necesario pagarles a los *maceualli* que construirán iglesias y monasterios ya que es muy necesario que los *maceualli* construyan las iglesias y monasterios ya que allí están cada uno de ellos”; en la parte del texto en español se añade: “no abía para que pagar a los que trabajasen en la obra de las yglesias pues hera para que ellos hoyecen misa y se les administrace los sacramentos” (Celestino Solís et al 1985: 421). Esta descripción refleja una de las principales características del *coatequitl*, el cual era un trabajo no remunerado pero de ninguna manera gratuito: las obras que se construían gracias a este sistema debían de ser para el provecho de la comunidad (Crewe 2019: 190). Más adelante se agrega que no apresurarían el trabajo para no sobrecargar a los macehuales, pues estos no debían de abandonar sus tierras de cultivo, además de sentenciar que “para la construcción, sólo estarán unos cuantos trabajadores, pero nunca faltarán, diariamente habrá trabajadores” (Celestino Solís et al 1985: 422). De nuevo, este pasaje expresa otra de las conocidas características del *coatequitl*, el trabajo rotativo entre los diferentes barrios, que per-

mitía contar siempre con trabajadores pero no sobrecargar el trabajo en unos pocos individuos. Finalmente, para terminar esa misma solicitud al virrey, el cabildo solicitó que los ayudara “con todas las herramientas con que se trabajará; azadones, picos, barretas, almadanas y otros instrumentos de trabajo” (Celestino Solís et al 1985: 423). Esta última cita no sólo refleja otra de las características esenciales del *coatequitl*, la cual era que los gobernantes deberían de proveer de los instrumentos necesarios para que los trabajadores relajarán sus labores, sino que también deja de manifiesto la escasez de las herramientas y los equipos de trabajo necesarios para la realización de las obras. La continuidad del *coatequitl* es relevante porque constituía el principal mecanismo por el cual las élites indígenas continuaban ejerciendo su autoridad como principales gestores de las obras públicas. Esto reafirmaba su legitimidad de gobernar, pues estaba implícito que las obras realizadas debían de tener como resultado el beneficio de toda la comunidad.

CONCLUSIONES

A través de esta disertación he buscado exponer los avances de un trabajo que se encuentra en una etapa inicial. Se ha demostrado que las diversas fuentes de tradición indígena constituyen un *corpus* documental que resulta de gran utilidad para profundizar en el estudio de la arquitectura novohispana del siglo XVI. En particular estas fuentes permiten escuchar la voz de uno de los actores centrales en la construcción de estas obras: la de los constructores indígenas. La información obtenida difícilmente puede encontrarse en las fuentes tradicionales en castellano, que sólo tocan este tema de manera superficial. Además ha podido demostrarse que en el Huejotzingo y Tlaxcala del siglo XVI existía una vasta cantidad de mano de obra, con la preparación técnica necesaria, que además contaba con eficaces mecanismos de organización, para llevar a cabo los amplios programas constructivos que se llevaron a cabo durante esa centuria. Finalmente, el estudio de los glifos de la *Matrícula*

de *Huexotzinco* ha permitido vislumbrar el afanoso proceso de apropiación tecnológica de las herramientas, formas y técnicas constructivas europeas por parte de los trabajadores indígenas. Sin duda, queda claro que es necesario profundizar en el estudio de documentación de esta índole para tener un panorama más claro de cómo la arquitectura del siglo XVI novohispano se materializó por medio del aporte creativo de las comunidades indígenas en las que fue construida.

LISTA DE REFERENCIAS

- Carrasco, Pedro. 1974. Introducción: la Matrícula de Huexotzinco como fuente sociológica. En Hans J. Prem, *Matrícula de Huexotzinco (Ms. mex. 387 der Bibliothèque Nationale, Paris)*. Graz, Austria: Akademische Druck-u. Verlagsanstalt.
- Crewe, Ryan Dominic. 2019. *The Mexican Mission: Indigenous Reconstruction and Mendicant Enterprise in New Spain, 1521-1600*. Denver: University of Colorado.
- Herrera, Carmen y Marc Thouvenot. 2015. Tributarios en la escritura indígena de la *Matrícula de Huexotzinco*. *Dimensión Antropológica*, Año 22, Vol. 65, septiembre/diciembre.
- Mendieta, Jerónimo de. 2011. *Historia Eclesiástica Indiana*. Barcelona: Red ediciones.
- Muñoz Sánchez, Pedro Alfonso. 2022. Construcción y uso de los complejos conventuales de Huejotzingo y Tzintzuntzan. La arquitectura como escenario de las negociaciones e intercambios culturales hispano-indígenas. Tesis Doctoral. México: UNAM.
- Prem, Hanns J. 1974. *Matrícula de Huexotzinco (Ms. mex. 387 der Bibliothèque Nationale, Paris)*. Graz, Austria: Akademische Druck-u. Verlagsanstalt.
- Rojas Rabiela, Teresa. 2008. De la madera al hierro. Antiguos y nuevos instrumentos agrícolas en la Nueva España. En *Patrimonio y paisajes culturales*, editado por Virginia Thiébaud, Magdalena García Sánchez y María Antonieta Jiménez Izarraraz. Zamora, Michoacán: El Colegio de Michoacán.
- Rojas Rabiela, Teresa ed.. 1987. *Padrones de Tlaxcala del siglo XVI y padrón de nobles de Ocotelolco*. Ciudad de México: CIESAS.
- Solís, Celestino, Armando Vaelncia R. y Constantino Medina Lima. 1985. *Actas de cabildo de Tlaxcala, 1547-1567*. México: CIESAS

La artificiosa estructura dieciochesca en la capilla de la hacienda San José de Nasca en Perú

Sandra Negro
Samuel Amorós

LAS PROPIEDADES DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS EN LA REGIÓN DE ICA

Desde la llegada de la Compañía de Jesús al Virreinato del Perú en 1568, sus miembros desplegaron una serie de actividades que estaban estrechamente vinculadas con la pastoral y la educación. Tomando en cuenta que sus Constituciones no les permitían recibir estipendio alguno, su establecimiento y desarrollo en los primeros años, dependió exclusivamente de las limosnas y el decidido apoyo de los vecinos.

Para cumplir con objetivos que iban más allá de la simple caridad cristiana, la Compañía de Jesús fue obteniendo entre 1579 y 1767 una serie de donativos bien fuera en metálico, como en una significativa cantidad de propiedades rurales, situadas tanto en la franja costera, como en las estribaciones andinas. Estas fueron complementadas con otras propiedades urbanas y rurales que adquirieron a través del tiempo. Según el historiador jesuita Rubén Vargas Ugarte, en 1767 cuando se produjo la expulsión de la Orden del virreinato del Perú, el número de propiedades rurales en manos de la Compañía ascendía a 203 (Vargas 1947, 4: 318).

La comarca de Nasca —situada a 448 km al sur de la ciudad de Lima— en la región de Ica, está conformada por una extensa llanura desértica, surcada por la hoya fluvial del río Grande y sus afluentes, los ríos Palpa, Viscas, El Ingenio, Nasca y Santa Cruz. A partir de comienzos del siglo XVII y hasta mediados del siguiente, el desarrollo agrícola en el valle de El Ingenio —ubicado a 28 km al norte de la actual ciudad

de Nasca— estuvo condicionado en gran medida por la existencia de dos grandes haciendas jesuíticas. Ambas tuvieron una significativa gravitación en la economía de una región, situada en los límites del desierto y con permanente carestía de agua. Estas fueron la hacienda San José, perteneciente al Colegio de la Transfiguración del Cusco y la hacienda San Francisco Xavier, perteneciente al Colegio Máximo de San Pablo de Lima, ambas con sus propiedades accesorias y dedicadas a la vitivinicultura (Negro 2005, 470-474).

La hacienda San José, contaba con una casa principal de morada y otras secundarias, la capilla para los servicios religiosos, las enfermerías de varones y mujeres para atender las necesidades de salud de los esclavos, así como las edificaciones asociadas con la producción y fermentación del mosto, destilado del aguardiente de uva o pisco, taller de elaboración y empegado de botijas de arcilla y bodegas de almacenamiento de los productos terminados.

LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN EL NÚCLEO ARQUITECTÓNICO DE LIMA DESDE FINALES DEL SIGLO XVII Y SU IRRADIACIÓN.

Las edificaciones civiles y religiosas permanentes en la capital del virreinato del Perú, iniciaron en la segunda mitad del siglo XVI, con el empleo generalizado de adobes de grandes dimensiones para los muros. En menor medida y debido a su costo, se utilizaron los ladrillos, ya sea como rafas de refuerzo en los

muros de adobes o estructurando arcos, bóvedas y cúpulas. Las piedras no fueron una alternativa, ya que algunas eran duras de labrar, otras de mala calidad o las canteras estaban en lugares de difícil acceso y transporte.

Al hallarse la costa peruana en el Cinturón de Fuego del Pacífico, los movimientos sísmicos fueron frecuentes y aquellos de notable intensidad, causaron graves daños con el subsecuente derrumbe de muchas edificaciones (Seiner 2017). Los primeros cambios constructivos se dieron en las viviendas, en los muros divisorios o atajos, que a principios del siglo XVII se resolvieron con tabiques acitarados de madera, con pies derechos y codales horizontales, estabilizados con tornapuntas diagonales y rellenos con ladrillos asentados con cal y arena. En algunas viviendas se documentaron los telares de tablas, mientras que el empleo de tabiques de madera escuadrada, revestidos con carrizos trenzados en los codales o alternativamente por cañas partidas, fijadas sobre los codales con clavos sobre una tira de cuero sin curtir, conocidos como telares de quincha, solo se usaron en viviendas del más bajo nivel económico (San Cristóbal 2003a, 519).

En Lima, la transición en la construcción de las bóvedas y cúpulas con materiales rígidos a materiales ligeros y flexibles, como las estructuras encamionadas de madera con cerramiento de cañas, inició a finales del primer tercio del siglo XVII, aplicándose a los cupulinos de media naranja que remataban los campanarios en forma de torre. A mediados de siglo, su uso fue aplicado a las bóvedas de medio cañón corrido en algunas capillas. Después del terremoto de 1678, fueron construidas diversas bóvedas de madera con cerramiento de listones del mismo material y revestimiento en obra de yesería (San Cristóbal 2003b, 211-242).

Los tres graves seísmos del 8 de diciembre de 1687, en el término de poco más de dos horas no dejaron iglesia, convento o vivienda habitable en Lima y sus alrededores (Silgado 1985, 87-91). En las reconstrucciones de las viviendas, si bien mantuvieron los muros de adobes en el primer nivel, en los segundos pisos se extendió el uso de los telares de quincha, simples y dobles, por ser más económicos y causar menos estragos durante un movimiento sísmico. De manera similar en las iglesias y capillas, las paredes continuaron siendo de adobes, aunque con frecuencia se incorporó el sistema estructural de arcos ciegos,

con pilares de adobes o ladrillos y cerramiento con adobes. En aquellos muros con poco esfuerzo estructural, comenzaron a ser incorporados los telares de quincha.

En las cubiertas planas, utilizaron los cuarterones escuadrados de madera, con cerramiento de entablado o con tarima de cañas, sobre el que se dispuso una alfombra de hojas de plátano o esterilla de carrizos, acabando el exterior con una capa de barro. En las coberturas curvas se generalizaron las soluciones encamionadas o fingidas, con cerchas de madera y cerramiento con tarimas de cañas enteras o partidas, clavadas a la estructura con la ayuda de tiras de cuero sin curtir. El acabado de los intradoses fue con obra de yesería, mientras que en los extradoses se aplicó una gruesa torta de barro, ya que en toda la región costera hay una permanente ausencia de lluvias.

El núcleo arquitectónico de Lima, inició con una etapa de Barroco formativo en 1630, a partir de la reconversión de la planta de la Catedral y la propuesta de portada retablo en el frontispicio. Este continuó floreciendo como Barroco de apogeo a partir de 1660, prolongándose hasta el catastrófico seísmo de 1746, terminando en una breve fase de Barroco final que concluyó en 1780. Fue notorio su influjo en la costa al sur de la ciudad, llegando hasta la comarca de Nasca como límite. Dicha ascendencia abarcó en la arquitectura religiosa de iglesias y capillas, el diseño de las plantas, los frontispicios, la traza de las portadas principales y secundarias, así como las soluciones constructivas y el empleo de materiales propios de la región. Entre las principales que han llegado al presente y se han documentado, se hallan la capilla de la hacienda San Juan Bautista de Villa en Lima (1720), la capilla del colegio menor San José de Pisco (1724), la capilla de la hacienda San Juan Grande de Lima (1752), la iglesia de San Luis Gonzaga en Ica (1754), la iglesia del Carmen Alto (1761) y la capilla de la hacienda San José, ambas en Chíncha (1774), así como la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Chilca (1780) en la periferia de Lima, que agota el Barroco limeño en la costa sur.

EL DISEÑO DE LA CAPILLA Y SUS ESPACIOS COMPOSITIVOS

Fue una obra de considerable tamaño, volumetría y ornamentaciones arquitectónicas, que acogía a los

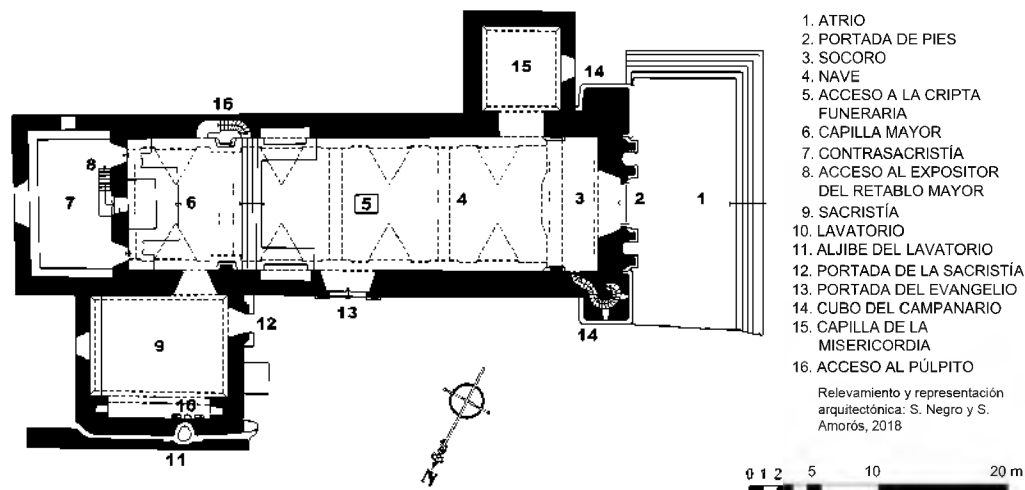


Figura 1
 Planta de la capilla de la antigua hacienda San José de Nasca. (Negro y Amorós 2018)

más de 280 individuos que trabajaban en la hacienda, tanto esclavos, como asalariados.¹ La construcción de la actual capilla comenzó a finales de 1740, concluyéndose tres años y medio más tarde, siendo inaugurada el 19 de marzo de 1744, como parte de las celebraciones del día de San José.²

Exteriormente el imafronte fue orientado al suroeste y ostentaba una portada de pies, flanqueada



Figura 2
 Exterior de la capilla. (Negro 2018)

por dos voluminosas torres campanario y una portada secundaria en el lado del evangelio. Su volumen impresionaba frente a las restantes edificaciones de un piso de la hacienda. La profusa y menuda decoración en yesería aplicada a todo el frontispicio era sobreabundante y única en los alrededores.

El desarrollo arquitectónico interior, equilibraba el delirio ornamental exterior. Si bien las decoraciones no están del todo ausentes, el gran protagonista es el espacio arquitectónico y las soluciones constructivas ideadas. La planta fue resuelta de forma rectangular alargada, con 32,79 m de longitud y 9,15 m de latitud, sin crucero y sin capillas hornacinas laterales. Se ascendía a la capilla mayor mediante cinco escalones. Detrás fue adicionada la contrasacristía de planta rectangular. Desde la capilla mayor se accedía a la sacristía, donde en el interior de un arco cobijo se construyó un arco trilobulado en relieve, sustentado en pilastras colgantes en cuyo centro se dispuso un lavatorio, alimentado con el agua proveniente de un canal que transitaba en el exterior, el cual tenía un pequeño aljibe circular, que facilitaba la desaceleración del agua y promovía su llegada a la taza.

A los pies del templo fue erigido un coro alto de tan solo 2,46 m de longitud, al cual se ascendía mediante una estrecha escalera curvada, que fue hurtada dentro del cubo bajo del campanario del evangelio. Desde el socoro se podía acceder a una espaciosa habitación cuadrangular, que era empleada como capilla de la misericordia, para la vigilia de los difuntos, que posteriormente serían inhumados en el atrio-cementerio.³

En el piso del segundo tramo de la nave se dispuso mediante una escalinata, la embocadura a la cripta funeraria que alcanza una profundidad de 3,12 m. Esta tuvo una planta rectangular que ocupaba en el subsuelo buena parte del tercer tramo de la nave. A lo largo de los tres muros, fueron dispuestos diez nichos para enterramiento en tres niveles, uno en el subsuelo, otro dispuesto como arcosolio y un tercero encima, en forma de banco. Un osario fue adicionado en el centro de la habitación.

EDIFICACIÓN DE LOS CERRAMIENTOS VERTICALES.

Cimentaciones y muros

La edificación de la capilla comenzó con la nivelación del suelo y el delineado de la planta, para luego excavar la cripta y los cimientos. Se desconoce la profundidad de estos últimos, pero es presumible que cuando menos fuesen similares al ancho de los muros, es decir, 2 m en promedio. Teniendo en consideración a los voluminosos y masivos campanarios, es probable que allí la hondura fuera mayor. Era común que los cimientos de una fábrica importante, estuvieran constituidos por una mezcla de cal, arena, piedras de río y/o de cerro y agua, a veces con el añadido de ripio de ladrillo. Todos los materiales se obtuvieron en la misma propiedad, a excepción de los ladrillos empleados en los muros, que compraron en 1772 a la vecina hacienda de San Francisco Xavier.⁴

Después de fraguados los cimientos y casi al mismo nivel del suelo, se construyó un plinto corrido de ladrillos de 35 x 18 x 10 cm, hasta los 1,15 m de alto sobre los lados longitudinales, tan igual como también lo hicieron en la capilla de la misericordia. En todos los casos, se dispusieron los ladrillos en un aparejo incierto, asentándolos con mortero de cal y arena que conformaban llagas que oscilaban entre los 2,50 y 3,50 cm. A partir de esa altura, erigieron pila-

res de ladrillos de variable longitud, que dejaban entre sí luces libres de 3,50 m en promedio, las cuales procedieron a cubrir con arcos de medio punto también de ladrillos. Los espacios entre pilares, así como los ojos de los arcos fueron cegados por muros de adobes de 60 x 40 x 15 cm, también dispuestos en aparejo incierto y con las llagas rellenas con mortero de barro. Solamente en los casos del muro testero y del muro de pies de la capilla, así como en los que componen la sacristía y la contrasacristía, se optó por hacerlos completamente con ladrillos unidos con mortero de cal y arena.

Con este sistema constructivo se logró un arriostre eficaz entre todos los lados de los espacios interiores, que comenzaba en los cimientos, se prolongaba en los plintos y continuaba en los arcos. Sobre ellos, superpusieron las hiladas de ladrillos necesarias hasta los 6,80 m del suelo, donde comenzaban las impostas de las bóvedas de los tramos de la capilla. Por otra parte, en la capilla de la misericordia, sacristía y contrasacristía, las hiladas de ladrillo solamente alcanzaron los 6,45 m en promedio de altura.

Para acceder a la tribuna del púlpito, que estuvo situado en el lado de la epístola, los constructores se valieron de un ingenioso recurso de diseño. Desde la capilla mayor se accedía a un ingreso que conducía a una escalera hurtada 0,75 m de ancho, compuesta por nueve pasos enlucidos con mortero de cal y arena, con mampelranes de madera. De esta manera, el sacerdote desaparecía del área sagrada de la capilla mayor para surgir desde una puerta en el respaldar del púlpito, lográndose un contundente efecto teatral en la percepción de la población esclava reunida en la nave.

El uso de los arcos ciegos no solo permitió un ahorro significativo de ladrillos y mortero de cal y arena. También resultó efectivo para facilitar el acceso a la nave desde la portada lateral, los ingresos a otras habitaciones y hasta la inclusión de ventanas en el caso de la capilla de la misericordia, sin menoscabar la estructura. Además, en el tramo anterior a la capilla mayor el grueso del muro de adobes fue reducido a 0,90 m, para posibilitar la adición de retablos laterales.

El acabado final de los pisos se hizo con ladrillos, que en el atrio alcanzaron los 40 x 40 x 10 cm, disponiéndose en hileras sucesivas, abarcando inclusive los peldaños de la escalinata de acceso. Todas las habitaciones interiores estuvieron soladas con ladrillos



Figura 3
Nave única con el acceso a la cripta y la capilla mayor elevada por cinco escalones. (Negro 2019)

de 27 x 13.5 x 6 cm colocados en espinapez. De otro lado, los muros de ladrillos y adobes fueron recubiertos por una capa de yesería que en promedio alcanza poco más de 1 cm de espesor.

Campanarios

Tienen forma de torre y delimitan la portada de pies, en la usual traza del Barroco de apogeo en el área de difusión del núcleo arquitectónico de Lima. La planta cuadrangular mide 3,16 m de lado. Los cubos bajos iniciaron con un pedestal, seguido de un cuerpo con una saetera en forma de huso en los lados frontal y lateral exterior, terminando en un voluminoso entablamento. Constructivamente fueron erigidos con ladrillos asentados con mortero de cal y arena. Estructuralmente forman una unidad con el muro de pies, otorgándole estabilidad y resistencia al conjunto. A partir del arranque del entablamento, se emplearon listones de madera, sobre los que se clavaron cañas partidas para lograr el voladizo diseñado para cada moldura, el cual fue luego modelado con una mezcla de yeso y arena fina, cocida con cola de pezuñas.

El cubo bajo del evangelio contenía una escalera de 0,66 m de ancho, que arrancaba en un vano en el socoro, con un desarrollo retorcido y 24 pasos de ladrillos con mamperlanes, que ascendían hasta los 3,56 m de altura, entregando en el nivel del coro alto. Una segunda escalera, esta vez con los pasos de ado-

bes, estuvo situada en el exterior, anclada en el muro longitudinal de la nave. Esta conducía de forma directa al coro mediante un vano, sin tener que ingresar a la capilla. En la actualidad solamente ha quedado visible el vano indicado y la impronta de la gradería. El cubo bajo de la epístola se construyó totalmente cerrado, debiendo haber sido rellenado con adobes y tierra.

Los dos cuerpos de campanas tuvieron alturas en disminución. Ambos fueron construidos anclando gruesos troncos de algarrobo (*Prosopis pallida*) toscamente escuadrados, en el cubo bajo de ladrillos, teniendo una altura de 2,90 m en el primer cuerpo y 1,55 m en el segundo. Los troncos fueron ocultos con dos tablones de madera en los lados frontal y posterior, mientras que en los costados, el cerramiento se realizó con cañas partidas clavadas con tiras de cuero sin curtir. Este recurso facilitó el desarrollo de los vanos en los cuatro lados. En el primer cuerpo, fueron vanos únicos, de 0,97 m de ancho, mientras que en el segundo cuerpo, se dispusieron vanos pareados de 0,46 m. Los tablones de madera, fueron revestidos también con cañas partidas clavadas, sobre los cuales se desarrollaron pilastras con profusas ornamentaciones de almohadillados, cartelas, mascarones y fruteros, todo mediante relieves de yesería. Empleando vigas horizontales escuadradas configuraron pórticos, que en el remate de cada cuerpo posibilitaron adosar voluminosos entablamentos, con almas de madera, cerramientos de cañas partidas y acabados en yesería.



Figura 4
Nave vista desde la capilla mayor con el coro alto a los pies y flanqueada por los campanarios en forma de torre. (Negro 2019)



Figura 5
Detalle de la estructura del segundo cuerpo de campanas con el tambor coronado por un cupulino de media naranja en obra de madera y cañas partidas. (Negro 2018)

Encima del segundo cuerpo de campanas, sin uso funcional más allá de lograr una volumetría destacada, ya que interiormente presenta una doble altura que se prolonga desde el primer cuerpo, se erigió un tambor cuadrado de madera de 0,91 m de alto, con un acabado similar a los antes señalados, el cual a su vez sustenta el cupulino de media naranja que concluye en una linterna de madera, comprendiendo todo el conjunto 19,70 m de altura.

Los campanarios, a la par que la portada principal, resuelta a manera de un retablo con tablonces de madera anclados al muro de pies, con tres calles definidas por columnas salomónicas y dos cuerpos delimitados por entablamentos, es también una notable obra de carpintería, con cerramientos de cañas partidas y modelados ornamentales en obra de yesería, que genera una percepción visual impactante, si bien su construcción en la mayor parte es una obra del ingenio local, en el empleo de la arquitectura fingida.

DEFINICIONES Y CARACTERIZACIÓN DE LAS COBERTURAS: ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y MATERIALES CONSTRUCTIVOS

Los constructores de la capilla privilegiaron el uso de las superficies curvas para cubrir la mayoría de los espacios interiores, demostrando un amplio conocimiento de las técnicas constructivas imperantes en el siglo XVIII y que se difundieron desde el núcleo arquitectónico de Lima. Pese a ello, la excepción estuvo representada por la techumbre plana que existió



Figura 6
Cripta funeraria excavada debajo del tercer tramo de la nave. Los muros y bóvedas han sido construidos con ladrillos. (Amorós 2019)

en la contrasacristía, de la cual solo han quedado los mechinales de los ocho cuarterones que la sustentaron.

Bóvedas de ladrillo

Esta fue utilizada en la cripta funeraria, erigida en el subsuelo. Su empleo estuvo en relación directa con la mayor sobrecarga que debía soportar la cobertura, así como por su ubicación en el nivel más bajo de la obra. Para esta finalidad, utilizaron el mismo ladrillo y el mortero de cal y arena con los cuales fabricaron los muros. Como acabado final, los intradoses fueron revestidos con yesería.

La escalinata que desciende hasta el sepulcro mortuario está cubierta por una bóveda de medio cañón corrido. El arco de medio punto que la genera, cubre una luz libre de 0,84 m, alcanzando alrededor de 1,60 m hasta su ápice. La cripta está dispuesta transversalmente a la escalinata y fue cubierta por otra bóveda de medio cañón corrido, pero en este caso, estuvo definida por un arco carpanel que cubría una luz libre de 6,05 m y alcanzaba los 2,70 m en el ápice. Una y otra bóveda se intersecan por medio de una cuña o bóveda cónica, que jerarquiza la salida del espacio para las inhumaciones. El extradós de ambas bóvedas fue relleno hasta por tres hiladas de ladrillos que permitieron paulatinamente alcanzar una superficie plana, sobre el que luego se edificó el piso de la nave.

Los espacios de circulación vertical de la capilla fueron cubiertos por sendas bóvedas anulares de me-



Figura 7
Detalle de las improntas de las cerchas que estructuraban la bóveda de medio cañón corrido sobre la nave con los lunetos en ambos extremos. (Amorós 2019)



Figura 8
Estructura de cerchas, camones y correas con cerramiento de cañas partidas en la bóveda de medio cañón corrido sobre la nave. (Amorós 2019)

dio cañón corrido. La primera de ellas se sitúa en el tránsito de acceso al púlpito, con una luz libre de 0,85 m y 2,00 m del suelo hasta el ápice. La superficie curva generada por un arco de medio punto, se amoldó perfectamente al contorno en planta con forma de arco deprimido. La segunda superficie curva corresponde a la sinuosa escalera curvada que horada el cubo bajo del campanario del evangelio, cubriendo una luz libre que en promedio supera los 0,60 m y una altura de 2,00 m.

En la sacristía, se erigió un pequeño aljibe que permitió alimentar de agua a la pila, el cual representó todo un logro constructivo. Por medio de un canal, el agua fue conducida dentro de una estructura oculta de la vista. Allí fue edificado un túnel de alrededor 0,30 m de anchura, que desembocaba en un estanque de planta circular de 1,60 m de diámetro. A continuación, otro túnel proseguía en línea recta por 4,00 m para desaguar el excedente en la taza elaborada para dicha finalidad en el lavatorio de la sacristía. En cada caso, los túneles están cubiertos por una bóveda de medio cañón corrido generada por un arco de medio punto. La altura desde el piso al ápice del arco es de 1,05 m, que apenas permitía el paso de una persona para la limpieza del acueducto. El aljibe está cubierto por una cúpula o bóveda semiesférica rebajada, que es generada por un arco carpanel de 0,50 m de flecha. El extradós de las coberturas no está visible, porque sus curvaturas fueron rellenadas por dieciséis hiladas de ladrillos asentados con mortero de cal y arena.

Bóvedas encamonadas

Este tipo de estructura liviana y flexible ante los movimientos sísmicos, fue usada para cubrir los espacios de mayores dimensiones de la capilla. En todos los casos se empleó madera de algarrobo aserrada, para conformar la armadura que definió la forma de la bóveda correspondiente. Esta comenzaba invariablemente desde una viga collar de madera arriostrada en lo alto de los muros que delimitaban el espacio, permitiendo así la clavazón y ensamblaje a caja y espiga de las cerchas que contenían la curvatura deseada.

La ausencia de trabajos en la conservación de esta valiosa capilla rural con valor patrimonial, frente a los frecuentes movimientos sísmicos en la región, causó la pérdida paulatina de la mayoría de las bóvedas encamonadas. Por esta razón es necesario explicar las coberturas sobre la nave, debido a que sus remanentes son los únicos susceptibles de un estudio a profundidad, ya que las fuentes documentales no consignan mayores detalles.

La existencia de ménsulas ornamentales a manera de sotabancos debajo de los arranques de los arcos, otorgaron inicio y continuidad a la obra de arquitectura. A eje de cada tramo se observa otra ménsula y sobre ella un luneto. Este hecho constante sobre la nave y la capilla mayor, permite inferir que la bóveda de medio cañón corrido generada por un arco de medio punto, estuvo intersecada por cuatro cuñas a cada lado.

Como se trataba de una bóveda que cubría una luz de 9,14 m, los empujes laterales excedían la resisten-

cia de cualquier ensamble o clavazón. Por esa razón, fue preciso confinar la viga collar y todas las cerchas con un entibo constituido por un muro de adobes. Este refuerzo estructural llega a 1,60 m de alto, que equivale a un tercio de la altura de la flecha de la bóveda. Cada tramo se estructuraba entre los arcos fajones y a su vez, cada arco fajón estaba constituido por dos cerchas dobles y paralelas a 0,60 m de distancia la una de la otra. Las cerchas dobles estaban evidentemente conformadas por dos de estos elementos estructurales superpuestos, unidos entre sí por travesaños clavados. Por su parte, las cerchas estaban formadas por camones y contracamones ensamblados a caja y espiga, además de contar con el refuerzo de la clavazón. Las cerchas fueron dispuestas cada 0,50 o 0,60 m, de acuerdo a la longitud del tramo. Complementariamente, las cerchas eran trabadas y clavadas en su curvatura exterior por correas cada 0,70 m. La curvatura interna de las cerchas fue clavada con una sucesión de cañas partidas, para constituir el intradós de la bóveda que luego fue cubierto por yesería. Es probable que el extradós de la bóveda haya estado compuesto por cañas en rollizo clavadas sobre la estructura, que luego fue revestida por una gruesa torta de barro amasada con pajas cortas.

El socoro fue cubierto con una bóveda de medio cañón corrido generada por un arco carpanel, que cubría una luz libre de 9,25 m midiendo desde el piso hasta el ápice 5,00 m. La cobertura quedó arriostrada al muro de pies, edificado totalmente con ladrillos, así como a los muros de la epístola y evangelio. El arco fajón hacia la nave que señala el final de este espacio, fue esencial para definir y consolidar su estabilidad. Dicho arco también es una estructura fingida, porque se trata de una viga portante que se sustenta sobre los muros laterales de la capilla. De los pilares embebidos de ladrillo y de la viga portante se sujetaron las cerchas que constituyeron el arco. El intradós de la bóveda fue recubierto por cañas partidas clavadas y yesería. Es importante indicar que la escasa flecha de la bóveda, imposibilitó dotarla de cañas y lunetos ciegos. No obstante, el problema fue resuelto con el empleo de una moldura en yesería que imita el contorno de una bóveda cónica. La rosca del arco fajón y sus enjutas también fueron recubiertas con cañas partidas y yesería, de forma tal que le otorgaron un elaborado acabado ornamental. Sobre la viga portante de un lado y al muro de pies del otro, se dispusieron una serie de cuartones en paralelo

para generar un plano horizontal. Finalmente, un entablado de madera fue clavado sobre los cuartones para constituir el piso del coro.

Una solución de cubierta distinta fue aplicada a la capilla de la misericordia y la sacristía, que fueron techadas con bóvedas de plafón. Dichas superficies curvas se consiguen sobre la base de una bóveda de rincón de claustro, a la que se ha intersecado un plano horizontal a manera de espejo. Su empleo se documenta en Lima desde la segunda mitad del siglo XVIII, habiendo llegado al presente, solamente la que cubre la nave y sacristía de la iglesia de Nuestra Señora de la Buena Muerte. Este hecho totalmente inusual en la arquitectura religiosa rural, constituye una de las incógnitas indescifrables de la capilla.

Está demostrado históricamente que existieron, pero apenas quedan los vestigios en un pequeño sector de la sacristía.⁵ La curvatura se limitaba al arranque de la bóveda, con apenas 0,35 m en los cuatro lados de los muros. Sin embargo, dicho sector curvo quedaba conformado por camones que sucesivamente se arriostraban a mechinales perforados en los muros. Es posible que el plafón estuviese logrado por la prolongación horizontal del extremo superior de los camones, que al cruzarse entre sí a caja y espiga habrían conformado una serie de case-tones. Después, el intradós se habría logrado con cañas partidas clavadas a la estructura y yesería. El extradós, como en la bóveda de medio cañón corrido sobre la nave, habría estado constituido por cañas en rollizo clavadas y selladas con torta de barro. Se habría tratado de una estructura extremadamente liviana y frágil, una condición que determinó su desplome y desaparición.

La última estructura encamonada estuvo reservada al remate visual de las torres campanario. Los cuerpos de campana fueron culminados por pequeñas bóvedas semiesféricas o cupulinos generados por un arco de medio punto, que cubren una luz libre de 1,60 m. Sobre la estructura del tambor del campanario, dispusieron una viga collar compuesta por camones para formar una circunferencia, sobre cuyo diámetro superpusieron y clavaron un cuartón para arriostrarla. En la viga collar clavaron y ensamblaron a caja y espiga, dieciséis cerchas radiales con travesaños para otorgarle una mayor rigidez. En esta cobertura el mejor acabado se expresó en el extradós, que fue recubierto por cañas partidas y recibió un elaborado programa ornamental en yesería. El intra-

dós solamente se limitó a una yesería rústica, que cubrió los sectores con la caña partida del extradós.

CONCLUSIONES

Las características morfológicas de la capilla y su ubicación en el entorno, fueron una demostración del poder de la Compañía de Jesús en la región. Su única contendiente en la región fue la también jesuítica capilla de la hacienda de San Francisco Xavier, instaurándose una marcada competencia entre ambas a nivel productivo, económico, arquitectónico y constructivo. Las fábricas en sí mismas fueron la mejor demostración de organización y prosperidad.

Los sistemas constructivos empleados en la fábrica revelan una encomiable austeridad y adaptación al medio geográfico, logrando representar una completa síntesis de la tecnología virreinal. El ingenio e inventiva de anónimos artífices, fueron puestos al servicio de la intencionalidad barroca de conmovir al creyente e instarlo a ser firme en su fe. De esta forma, el resultado fue hábilmente manipulado por los jesuitas para mantener sumisa y fiel a la población esclava de la hacienda.

Es notorio el empleo medido y eficiente de los ladrillos de arcilla cocida como unidad constructiva, tanto en los muros, como en las coberturas. Tratándose de un material que debía ser adquirida, debido a la ausencia de una veta de arcilla de calidad en la propiedad, su uso se limitó a los algunos muros, a los pilares y arcos, así como a las **bóvedas de pequeñas dimensiones**, a excepción de la cobertura sobre la cripta funeraria que por razones estructurales obligatoriamente tuvo que construirse con dicho material.

El uso de las bóvedas encamonadas logró su más depurada expresión en toda la región. No solo se circunscribió a las complejas bóvedas de medio cañón corrido intersecadas por cuñas, sino que supo materializar las entonces novedosas bóvedas de plafón. El empleo de la madera local, que si bien era resistente, no se obtenía de grandes dimensiones, estimuló la imaginación e inventiva de los maestros locales, ensamblando diversas piezas para lograr el tamaño requerido.

El empleo de cañas y carrizos, que crecían libremente a la orilla de los ríos constituyó un recurso poco costoso, al cual supieron darle un uso excepcional para crear soluciones artificiosas con logros vi-

sualmente impactantes. La arquitectura fingida desplegada en la portada de pies, cuerpos de campanas y bóvedas encamonadas, no expresó precariedad de recursos económicos. Por el contrario, materializó y prolongó en el tiempo a una capilla que hubiese sido imposible realizar en piedra e inclusive, íntegramente en ladrillo. La deplorable situación actual del inmueble está en relación a factores telúricos, sociales, económicos y hasta políticos, que la postraron a una deplorable condición.

NOTAS

1. Archivo General de la Nación (Lima), en adelante AGN. 1768. Temporalidades. Títulos, Leg. 93, cuaderno 3, fs. 1-5.
2. En la sacristía ha perdurado una tarja pintada sobre un muro, la cual consigna la fecha del inicio y finalización de su construcción.
3. A.G.N. 1767. Temporalidades, Títulos. Leg. 93, cuaderno 2, fs. 6-7.
4. A.G.N. 1772. Temporalidades, Títulos. Leg. 94, cuaderno 14, f.2v.
5. En 1973 Alberto Barreto elaboró el informe que acompañaba el proyecto de restauración del inmueble. En el mismo confirma las cubiertas de bóvedas esquinadas con plafón, señalando que contaban con una linterna central. Lima: Instituto Nacional de Cultura. Expediente N°11.030103.08.B

LISTA DE REFERENCIAS

- Negro, Sandra. 2005. Arquitectura, poder y esclavitud en las haciendas jesuitas de la Nasca en el Perú. En *Esclavitud, economía y evangelización. Las haciendas jesuitas en la América virreinal*, 449-492. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- San Cristóbal, Antonio. 2003a. *La casa virreinal limeña de 1570 a 1687. Vol. II*. Lima: Fondo Editorial del Congreso del Perú.
- San Cristóbal, Antonio. 2003b. *Arquitectura virreinal de Lima en la primera mitad del siglo XVII. Vol. I*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Seiner, Lizardo. 2017. *Historia de los sismos en el Perú. Catálogo: Siglos XV-XVII*. Lima: Universidad de Lima.
- Silgado, Enrique. 1985. *Terremotos destructivos en América del Sur, 1530-1894*. Lima: Ceresis-Proyecto Sisra.
- Vargas Ugarte, Rubén. 1963. *Historia de la Compañía de Jesús en el Perú. Vol. IV*. Burgos: Aldecoa.

La estabilidad de las bóvedas del presbiterio del templo de San Juan Bautista Coixtlahuaca Bóvedas: traza, geometría, estereotomía estabilidad y sistemas de contrarresto Construcción en los siglos XV y XVI

Fabian Bernal Orozco Barrera

El artículo retoma un informe realizado por el autor referente a la estabilidad de las bóvedas del templo de San Juan Bautista Coixtlahuaca, Oaxaca, México dentro de los trabajos de restauración en 2021. Se trata de uno de los templos más importantes de la región Mixteca, se describen los procesos constructivos e intervenciones en las bóvedas, basado en una inspección visual, un levantamiento fotogramétrico y una revisión estructural del tramo más vulnerable en dicha zona del templo. El autor realizó visitas durante octubre de 2021 y Enero 2022. Dicho inmueble a lo largo de su historia ha tenido problemáticas causando distintas reacciones, en ocasiones derivando en intervenciones drásticas, según el entendimiento y tecnología de cada época.

RESEÑA HISTÓRICA

La mixteca alta es una región montañosa del actual estado de Oaxaca al oeste de los Valles Centrales. A la llegada de los españoles en el siglo XVI Coixtlahuaca era uno de los grandes centros de la cultura Chochoalteca, y contaba con una ubicación estratégica para el comercio e intercambio, fungiendo como cabecera de provincia de múltiples pueblos de la región (García 2011). Los frailes Dominicos en su labor evangelizadora y de control territorial decidieron construir en este lugar un conjunto conventual de considerables dimensiones. La capilla abierta debió ser el primer edificio del conjunto.

Sin embargo, cuando la construcción del templo y convento fue finalizada la capilla abierta perdió su razón de ser y fue abandonada perdiendo su cubierta abovedada, la sacristía de la capilla abierta siguió el mismo destino. Según (Kubler [1948] 2016) la construcción del templo debió ser posterior a 1550, probablemente 1575, realizada por los frailes Dominicos utilizando mano de obra local con recursos del lugar bajo la dirección de alarifes y canteros experimentados provenientes de España. Durante este periodo, se logró un sincretismo de nuevas formas geométricas y técnicas constructivas tanto locales como importadas de España. El resultado fue una compleja techumbre abovedada que ha permitido cubrir el templo durante siglos hasta la actualidad.

Durante el siglo XVI la construcción del conjunto tuvo diferentes etapas que aún no se han identificado del todo. La disminución de la población indígena posterior a la conquista debido al trabajo excesivo, las epidemias y hambrunas causaron que en ocasiones las campañas constructivas fueran interrumpidas o no se conserve la misma calidad o cuidado en toda la construcción.

El templo es criptocolateral de una sola nave con capillas insertas dentro de los muros a base de arcos que descargan en contrafuertes internos. La bóveda es nervada y recuerda al tardo gótico español, la base del trazo es a partir de cuatro cuadrados modulados de aproximadamente 12.5m y un ábside de medio octágono (Ibarra, 2014).

INTERVENCIONES

El templo ha tenido múltiples intervenciones a lo largo de su historia, usualmente posterior a algún sismo que generó o visibilizó alguna grieta causando alarma en los usuarios. Aquí solo se mencionan las intervenciones más grandes o que se relacionan con las bóvedas de la nave del templo y su contrarresto. Una de las intervenciones más tempranas fue la adición de un estribo bajo a manera de muro con un vano en medio, fue probablemente posterior al siglo XVII, colocado para restringir o evitar la apertura de los muros sur y norte. Llama la atención que no se encuentra en contacto con el muro norte quedando un espacio entre ambos (figura 3). Existen registros de intervenciones desde 1948 hasta a la fecha. Por el extradós se integraron 2 traveses de concreto armado (figura 1) empotrándolas sobre la parte superior de los contrafuertes de los ejes C y D del plano de la figura 2. Dichas traveses probablemente fueron colocadas para impedir la apertura de los muros norte y sur “colgando” el arco perpiñaño, debió ser en 1958-59 (Gómez, 2014).

También hubo intervenciones en 1974-75 posterior a un sismo, incluyendo una intervención en la que se reconstruyó la bóveda de la sacristía de la capilla abierta. En la última década del siglo XX se realizaron múltiples acciones como disminuir el nivel del presbiterio siguiendo un vestigio anterior. Entre las reparaciones e intervenciones, que fueron de carácter paliativo, cuenta con consolidaciones y rejunteados con cemento portland y pintura en los nervios.

Entre los años 2001 y 2009 se realizaron fuertes intervenciones en el exconvento así como en la torre



Figura 1
Fotografía del extradós de la bóveda con la techumbre metálica y traveses de concreto armado, (foto 2021)

del templo. En las bóvedas del templo realizaron algunos injertos en las nervaduras por el interior así como rejunteos. Se integró también un relleno de mampostería sobre la bóveda y una techumbre metálica (ver figura 1). Sobre el ábside entre el eje C y A se añadió un firme de concreto armado y un enladrillado. Dicha intervención quedó sin terminar y hasta 2021 se intervinieron nuevamente las cubiertas del templo.

LEVANTAMIENTO

Para realizar un análisis estructural es necesario no solo tener un levantamiento interior conociendo la estereotomía de los nervios, sino que resulta indispensable contar con los datos del exterior para poder determinar espesores tanto de la plementería como de los estribos y contrarresto, para así poder analizar la geometría de la sección incluyendo el exterior. Solo mediante estos datos es posible interpretar las deformaciones correctamente.

Por la razón anterior se realizó un levantamiento del inmueble mediante fotogrametría digital en 3 partes, una por el interior, una por el extradós de la bóveda y otra por el exterior de los muros. Se ubicaron marcadores para poder escalar y unir las tres partes formando un modelo único. Lo anterior fue realizado en el programa Photoscan y las coordenadas fueron obtenidas con un Disto S910 de Leica. El levantamiento fue realizado el 5 de Octubre del 2021, posteriormente fue complementado con otro levantamiento realizado el 22 de Octubre con mediciones de los desplomes en los muros. Con los datos anteriores se realizaron ortofotos a partir de las cuales se realizaron los planos calcando los elementos principales en AutoCAD 2D así como un modelo de malla tridimensional. En las figuras 2 y 3 se pueden observar la planimetría obtenida.

A partir del levantamiento se pueden inferir las deformaciones en la sección del eje C. Los desplomes se concentran hacia el lado norte (9cm en una altura de 13.82m). Este lado, correspondiente al eje 1 de la figura 2, no tiene el convento que ayuda a su contrarresto por lo que, un cedimiento del terreno ha propiciado la apertura de grietas en el arco y bóveda. El lado sur tiene un desplome tan solo 3cm. Dando un total de 12cm de apertura de claro.

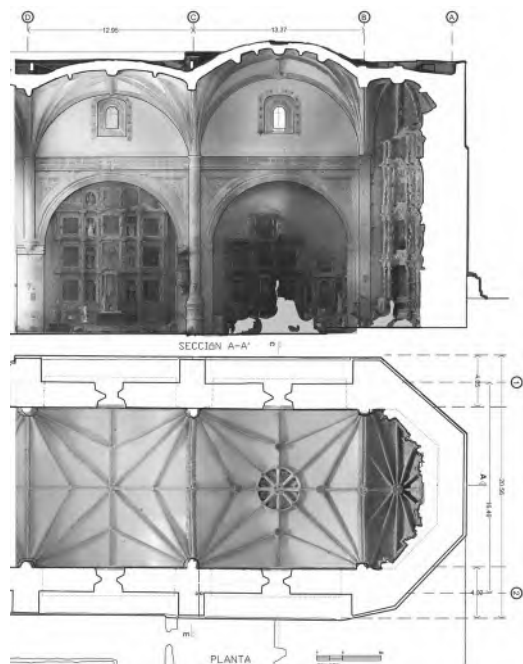


Figura 2
Planta y sección A-A' de la mitad oriente del templo con el presbiterio

GEOMETRÍA Y ESTEREOTOMÍA

Con la planta de la figura 2 en el templo de San Juan Bautista Coixtlahuaca podemos observar que los contrafuertes en el muro tienen una proporción cercana a $1/3$ de la longitud con respecto a la luz y $1/6$ como ancho. Estas proporciones corresponden a la regla de construcción para arcos de medio punto descrita por Fray Lorenzo de San Nicolás en el siglo XVII (Huerta 2004). La proporción del contrarresto también corresponde a la regla n° 4 de Rodrigo Gil de Hontañón como se describe en el manuscrito de Simón García (1681). Típicamente los muros y estribos eran construidos con un exterior de sillería y un núcleo de cascote.

Las bóvedas de San Juan Bautista Coixtlahuaca son nervadas. La bóveda de interés en este trabajo es la de mayor tamaño que se encuentra próxima al presbiterio entre el eje B, y el C. Dicha bóveda asemeja una bóveda vaída ya que después de un minucioso análisis geométrico nos muestra una forma

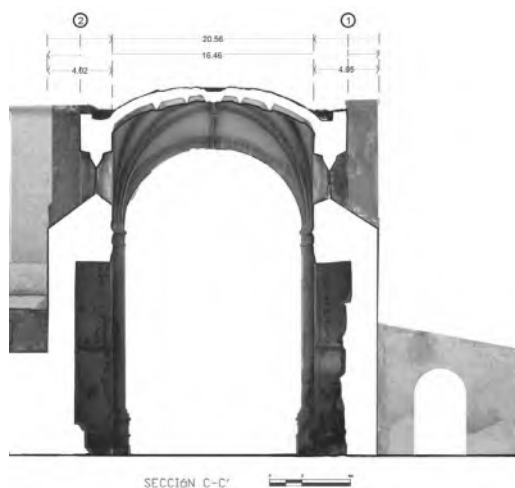


Figura 3
Sección C-C' por la bóveda del presbiterio

casi esférica. Corresponde a la tradición de bóvedas de crucería del Tardo gótico Español donde las nervaduras se encuentran situadas sobre una media esfera cortada por cuatro planos verticales. En ésta bóveda el diámetro aproximado corresponde a la diagonal del tramo (Huerta 2004). Esta solución para cubrir una planta cuadrada es llamada por Kubler bóveda renacentista, ya que consisten en el redondeo de la bóveda gótica dando una imagen acupulada.

La bóveda de la cabecera del templo es de menores dimensiones, más próxima a una bóveda de horno. El resto de las bóvedas tiene una geometría aplana en la zona de la clave polar, alejándose ligeramente de la geometría de una bóveda vaída. Sin embargo su considerable espesor de por lo menos 40cm permite contener una superficie semejante a la semiesférica.

Todas las bóvedas del templo tienen los elementos de crucería, es decir una red de nervios con claves que responde a una tradición constructiva medieval donde primero se define la intersección y después se cubren los espacios entre ella, a lo cual se denomina plementería (Rabasa, 2007). La bóveda en cuestión está delimitada por cuatro arcos de medio punto: dos transversales o perpiaños y dos formeros en los muros; es la única bóveda en el templo con arcos formeros de medio punto ya que en el resto del templo son rebajados. El otro grupo de arcos que subdivide a la

estructura son los nervios diagonales, entre estos y los arcos perimetrales se desprenden los llamados terceletes. Atravesando la clave polar y perpendicular a los perpiaños y formeros hay otro par de nervios denominados rampantes. Los constructores debieron dibujar una red en planta a partir de la cual podían definir toda la geometría necesaria para ejecutar la bóveda. Todos los nervios se definieron como sectores de circunferencia, con una economía y sencillez que requirió de la maestría y un conocimiento de canteros y alarifes que poseían una tradición constructiva desarrollada en el continente europeo.

El eje C posee pilastras sobre las que se encuentra un bloque de cantería identificada como enjarje o jaramiento, que en este caso no es simétrico debido al cambio de flecha en las bóvedas. Resulta una zona de gran importancia ya que forma parte del muro y constituye el desplante de los nervios de la bóveda. El arco perpiaño que presenta mayor distorsión corresponde al mismo eje. Gracias a la plataforma colocada sobre el presbiterio fue posible tomar los moldes de las nervaduras y el arco perpiaño con hilo de estaño como se muestra en la figura 4. Todas las nervaduras poseen el mismo perfil a excepción del arco perpiaño que posee dimensiones mayores. Con ello se pudo corroborar el levantamiento antes descrito.

El sistema constructivo debió consistir en realizar una plataforma sobre el nivel de enjarje con una cimbra sobre la cual se colocaron las claves que definen cada intersección de los nervios, incluyendo el rampante con el formero, dichos nervios se colocarían posteriormente a las claves. Aunque las claves suelen corresponder a cilindros rectos (Rabasa 2010) las



Figura 4
Fotografía del proceso de calca del perfil de los nervios mediante un hilo de estaño y cartulina, gracias a plataforma colocada por TZAPOTECATL en 2021-22

claves de los terceletes en la bóveda en cuestión no resultan del todo verticales, ya que tienen una ligera inclinación que no corresponde necesariamente con el centro de las diagonales. Una vez colocados los nervios y definida la geometría de la bóveda funcionaron como guía para la plementería que cubre el espacio triangular entre nervios. Según Thunnissen (1950) la plementería puede clasificarse por la disposición de sus juntas de dos maneras, a la francesa donde los planos de las juntas son paralelos a las líneas de clave y a la inglesa donde las hiladas son perpendiculares a la bisectriz del espacio triangular entre los nervios. Esta última disposición es la que corresponde a las bóvedas en cuestión como muestra la figura 5.

Una vez completada la bóveda, la función que resta a las nervaduras es eminentemente decorativa ya que la superficie de la bóveda no cambia considerablemente de curvatura entre ellas, asemejando una superficie continua. Las dimensiones de las nervaduras son pequeñas (37cm) con relación al claro (12.5m) con lo cual podemos hacer la hipótesis de que el arco perpiaño (79 cm) es el que conduce las cargas a los contrafuertes y no las nervaduras.

El último proceso constructivo consistía en dar los rellenos y pendientes para desalojar el agua. Por lo que el trasdós de las bóvedas fue relleno hasta conseguir una apariencia aterrazada donde sobresalen parcialmente las bóvedas.

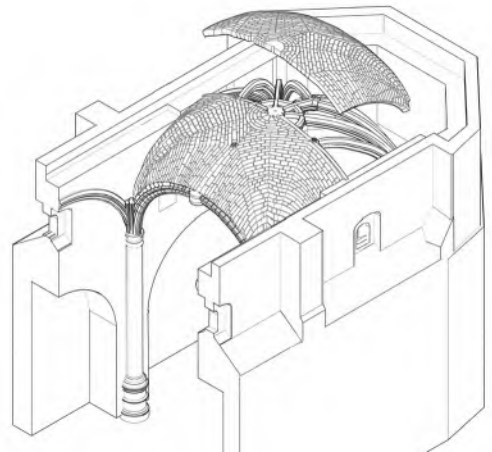


Figura 5
Modelo 3D para ilustrar sistema constructivo basado en el levantamiento

Realizando calas (figura 6) se encontraron rellenos de mampostería irregular que fueron colocados o sustituidos en el presente siglo. Se desconoce la composición del relleno más profundo, sin embargo, debe ser de mampostería sólida. Una hipótesis es que para dar el último nivel aterrazado se hubieran utilizado vasijas de barro, práctica común en la época y que posteriormente fuera sustituido por mampostería irregular.

Con las calas realizadas figura 6 y 7 se puede asumir que los nervios están bajo la plementería y solo las claves tienen dos partes, una inferior y una superior para garantizar el hueco se desconoce si dichas segundas claves son originales o fueron añadidas en alguna intervención. Por lo anterior, su clasificación sería de nervio bajo plementería (Thunnissen [1950] 2012).

Una vez retirado parte del relleno se realizaron 3 barrenos en la bóveda, ubicados en la figura 6. Se inició desde el extradós hasta el intradós para determinar el espesor, el cual ronda de 38cm a 52cm.

El proceso constructivo es visible al retirar el relleno: La plementería se encuentra colocada con cuñas de piedra de río color oscuro o cantos rodados con una dureza mayor a la cantera, práctica típica



Figura 7
Fotografía de los taladros para cala 1 solicitada por el autor en 2021

ca para acuñar el extradós de la bóveda antes de descimbrar, previniendo un excesivo asentamiento. Queda claro que el acabado de bloque de la plementería se tallaba cuidadosamente por el intradós, dejando en el trasdós una superficie rugosa e irregular. Sobre la plementería fue colocado un relleno de pedacería de piedra cantera más pequeña con abundante mortero de cal arena. Las claves actualmente están formadas por dos piedras con sus respectivos respiraderos; la primera correspondiente al interior del templo y es con toda seguridad original y la segunda, corresponde al extradós y sobresale ligeramente de la plementería. Las calas permitieron corroborar los espesores representados en los planos, así como su composición y estado de conservación.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Marco teórico

La teoría más adecuada para analizar una estructura como la que atañe este trabajo es la del Análisis Límite de Estructuras de Mampostería, como la ha desarrollado el ingeniero inglés Jaques Heyman, véase Heyman (1995, 2015). A continuación se resumen algunos de sus principios.

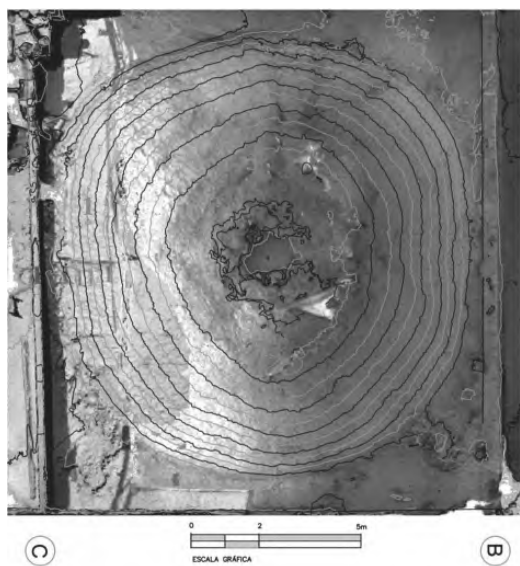


Figura 6
Planta del extradós con curvas de nivel a cada 15cm y ubicación de calas, realizada por el autor

Existen tres hipótesis básicas que definen los Principios del Análisis Límite de mampostería. (1) La fábrica presenta una resistencia a compresión infinita, (2) La fábrica tiene una resistencia a tracción nula; (3) El fallo por deslizamiento es imposible. (Heyman, [1995] 2005).

Consideraremos la estructura formada por un material rígido-unilateral, que resiste compresiones pero no resiste tracciones. Es decir, imaginamos a la mampostería como un conjunto de bloques indeformables en contacto directo que se sostienen por su propio peso y se encuentra en equilibrio. Las tensiones se asumen bajas, descartando el peligro de fallo por resistencia del material, y que el rozamiento entre las piedras es suficientemente grande como para impedir su deslizamiento.

La primera hipótesis va en contra de seguridad y se debe comprobar mediante un cálculo numérico. Sin embargo, esta afirmación permite descartar que la seguridad de estas estructuras dependa de la resistencia del material. La segunda suposición resulta a favor de seguridad, ya que la mampostería suele tener una pequeña resistencia a tracción que para el fin de éste análisis no es relevante. Finalmente, la tercera hipótesis vuelve a estar en contra de seguridad, ya que si existen casos de deslizamiento entre bloques como podemos observar en la zona de las claves, aunque están asociados típicamente a fenómenos sísmicos o a una deficiente estereotomía de los bloques.

Las afirmaciones anteriores permiten entender que la estabilidad de una estructura de mampostería está subordinada a sus proporciones ya que su seguridad dependerá de la trayectoria de las fuerzas al interior de la estructura, esto es de su línea de empujes en relación los bordes de la misma. El coeficiente de seguridad es geométrico y definirá la posición de la línea de empujes con respecto a la geometría particular de la estructura (Huerta 2004).

Por lo anterior se ha hecho énfasis en tener un levantamiento correcto de la estructura, para así poder considerar y evaluar los espesores reales, sus proporciones y geometría global. Las deformaciones registradas en el levantamiento pueden ser interpretadas a partir de la línea de empujes viendo los puntos de tangencia.

Análisis de equilibrio

Una vez obtenido un modelo de malla de las bóvedas y su sistema de apoyos se procedió a realizar un

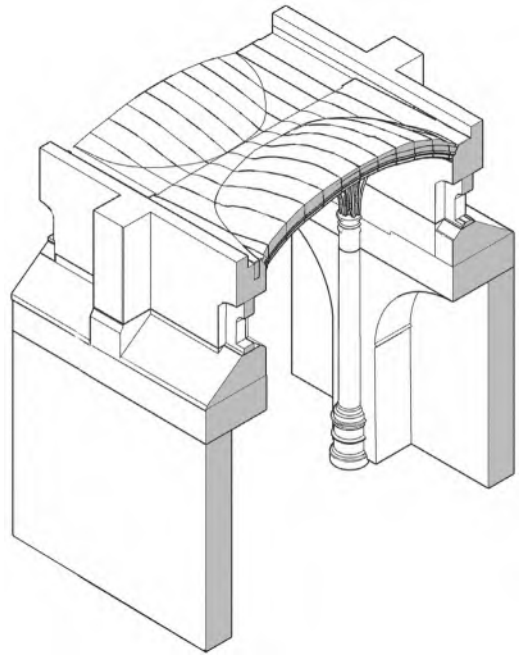


Figura 8
Isométrico del tramo correspondiente al eje C, seccionado para su análisis

modelo 3D en el software Rhinoceros, tomando en cuenta la geometría real deformada. En este análisis se considera a la bóveda como vaída, cargando la mayor parte del peso sobre los arcos perpiaños en ambos extremos. Es posible considerar del mismo modo la bóveda adyacente debido a su considerable espesor. El análisis considera un tramo del templo correspondiente al eje C para evaluar el arco perpiaño que posee la condición más crítica ya que recibe la carga de la bóveda de mayores dimensiones en cuestión, así como de grandes deformaciones visibles a simple vista. Es uno de los ejes que posee una trabe de concreto armado con varillas que perforan a las dovelas del perpiaño.

La aplicación del método de los cortes puede conducir a cálculos rápidos de bóvedas complejas, (Huerta 2004). Es una hipótesis de equilibrio válida para revisar la sección más crítica. La bóveda se divide mediante planos verticales paralelos al eje de la nave y muros paralelos que resulta en una serie de arcos circulares que descargan sobre los perpiaños. Los empujes de dichos arcos se anulan con los opuestos resul-

FILA 1							
Bloque	Volume [m ³]	Peso [kg]	Peso [N]	Peso W _i [kN]	x _i [m]	x _{G_i} [m]	W _i *x _{G_i}
A	1.33	2397.60	23496.48	23.50	0.71	0.71	16.60
B	1.10	1981.80	19421.64	19.42	1.59	2.30	44.68
C	1.42	2552.40	25013.52	25.01	1.50	3.80	94.96
D	3.12	5614.20	55019.16	55.02	1.63	5.42	298.40
H	10.13	18230.40	178657.92	178.66	1.40	6.82	1218.46
				Resultante W _{tot} [kN]	301.61		1673.10
				Posicion resultante x _G [m]	5.55		
Blocco	Volume [m ³]	Peso [kg]	Peso [N]	Peso W _i [kN]	x _i [m]	x _{G_i} [m]	W _i *x _{G_i}
G	1.61	2901.60	28435.68	28.44	0.87	0.87	24.74
F	2.76	4969.80	48704.04	48.70	1.68	2.55	124.43
E	4.85	8722.80	85483.44	85.48	1.84	4.39	375.69
				Resultante W _{tot} [kN]	162.62		524.86
				Posicion resultante x _G [m]	3.23		

Figura 9
Tabla con los datos utilizados para el análisis global del tramo de la fila 1

tando en que el perpiño reciba principalmente cargas verticales, ver figuras 9-12.

En la bóveda se considera el peso de la plementería y del relleno máximo encontrado. A partir de las calas se determinó un espesor de la plementería de 40cm. Al sumar el relleno forma un espesor de hasta 70 cm en algunas zonas. Para obtener el peso de la mampostería se utilizan los datos de la cantera más próxima al templo y de una porción de un bloque del propio edificio, ambos pesos diferían y para el cálculo se considera un peso promedio de 1800 kg/m³.

Se utiliza el método de los cortes, los tramos paralelos se denominan filas visibles en las tablas de las

figuras 9 y 11, cada fila se subdivide en bloques y se obtiene el peso y el centro de masa de cada sección. Una vez obtenidos estos datos se traza la línea de empujes de cada una.

Se incluyen solamente los cálculos de las filas extremas para evitar redundancia. Después de analizar las 5 filas se puede comprobar que el espesor de 40 cm es suficiente para alojar a la resultante inclusive en la zona de la clave. La trayectoria de la línea de empujes de ambas bóvedas descarga sobre el arco perpiño (F5H), con una resultante vertical que puede asumirse como el peso combinado de ambos lados, es decir de toda la fila. En el próximo análisis se utilizará el peso de toda la fila como peso de una dovela para la sección E-E'. En la tabla de la figura 13 se considera únicamente la resultante vertical correspondiente a cada fila, así como los pesos de los muros y contrafuertes.

Como se observa en la figura 14, el resultado del análisis global de la sección E-E' es una configuración estable. Demostrado a través del coeficiente geométrico de seguridad (C.G.S) de los contrafuertes, que se obtiene del cociente de la mitad del espesor (d/2) sobre la excentricidad de la línea de empujes con respecto al centro (x) del contrafuerte. Este valor es particularmente relevante en los muros y contrafuertes ya que su equilibrio es el más delicado y de él depende que la estructura entera forme un mecanismo, ceda y colapse (Huerta 2004). El C.G.S

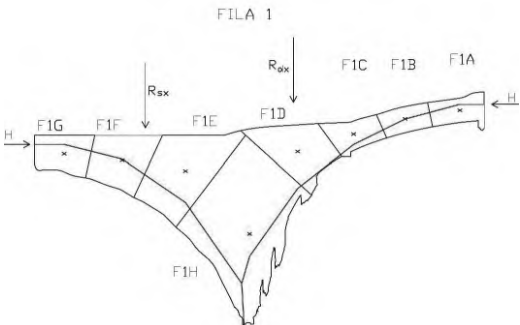


Figura 10
Análisis de la fila 1

FILA 5							
Bloque	Volumen [m ³]	Peso [kg]	Peso [N]	Peso W _i [kN]	x _i [m]	x _{Gi} [m]	W _i *x _{Gi}
A	1.43	2579.40	25278.12	25.28	0.88	0.88	22.20
B	1.50	2707.20	26530.56	26.53	1.82	2.70	71.65
C	1.69	3036.60	29758.68	29.76	1.56	4.26	126.81
D	2.00	3598.20	35262.36	35.26	1.66	5.92	208.74
H	1.10	1980.00	19404.00	19.40	0.95	6.87	133.26
				Resultante W _{tot} [kN]	136.23		562.67
				Posicion resultante x _G [m]	4.13		
Bloque	Volume [m ³]	Peso [kg]	Peso [N]	Peso W _i [kN]	x _i [m]	x _{Gi} [m]	W _i *x _{Gi}
G	1.55	2791.80	27359.64	27.36	0.91	0.91	24.90
F	1.44	2595.60	25436.88	25.44	1.88	2.79	70.99
E	1.70	3063.60	30023.28	30.02	2.11	4.90	147.17
				Resultante W _{tot} [kN]	82.82		243.06
				Posicion resultante x _G [m]	2.93		

Figura 11
Tabla con los datos utilizados para el análisis global del tramo de la fila 5

en ambos ejes 1 y 2 es muy seguro, siendo de 4 y 4.2 respectivamente (figura 15). El muro del eje 2 presenta un desplome menor al 3%, y solo refleja el comportamiento natural del arco perpiño al interior que se ha deformado mediante un descenso de la clave. Sin embargo, podemos asociar las rótulas visibles a los puntos de tangencia de la línea de empujes, en la zona de la clave, así como en la zona de riñones por el intradós que refleja concentraciones de tensiones que ocasionaron la pérdida de las esquinas de bloques del arco perpiño.

Las deformaciones presentes en el arco perpiño corresponden a los empujes recibidos de la bóveda y del arco a los muros que cedieron ligeramente poco tiempo después de su construcción, causando el ligero desplome de los muros. Sin embargo, éste es el comportamiento típico de estas estructuras pues estas deformaciones no comprometen en absoluto la seguridad de la bóveda y no representa un riesgo.

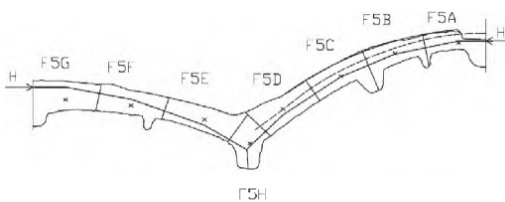


Figura 12
Análisis de la fila 5

CONCLUSIONES

Las bóvedas sobre el presbiterio de San Juan Bautista Coixtlahuaca tienen buenas proporciones y este caso de estudio constituye uno de los mejores ejemplos construidos durante el siglo XVI en la Mixteca. Después de haber realizado el análisis en la sección más crítica aquí presentado, se puede afirmar que el inmueble ha soportado gran cantidad de variaciones de carga, y ha permanecido en pie más de 400 años,

BLOQUE	Volumen m ³	Peso kg	Peso (Ton)	Peso (N)	Peso kN	Escala (m)
FILA 1	26.19	47142	47.14	462,463.02	462.46	4.625
FILA 2	21.97	39546	39.55	387,946.26	387.95	3.879
FILA 3	17.11	30798	30.80	302,128.38	302.13	3.021
FILA 4	14.00	25200	25.20	247,212.00	247.21	2.472
FILA 5	12.41	22338	22.34	219,135.78	219.14	2.191
FILA 6	12.39	22302	22.30	218,782.62	218.78	2.188
FILA 7	14.00	25200	25.20	247,212.00	247.21	2.472
FILA 8	17.36	31248	31.25	306,542.88	306.54	3.065
FILA 9	22.97	41346	41.35	405,604.26	405.60	4.056
FILA 10	29.52	53136	53.14	521,264.16	521.26	5.213
M1	142.71	256878	256.88	2,519,973.18	2519.97	25.200
M2	181.93	327468.6	327.47	3,212,466.97	3212.47	32.125
M3	378.20	680760	680.76	6,678,255.60	6678.26	66.783
M4	141.49	254682	254.68	2,498,430.42	2498.43	24.984
MCTF10	176.60	317880	317.88	3,118,402.80	3118.40	31.184
MAF10	366.60	659880	659.88	6,473,422.80	6473.42	64.734

Figura 13
Tabla con los datos utilizados para el análisis global del tramo de la sección E-E'

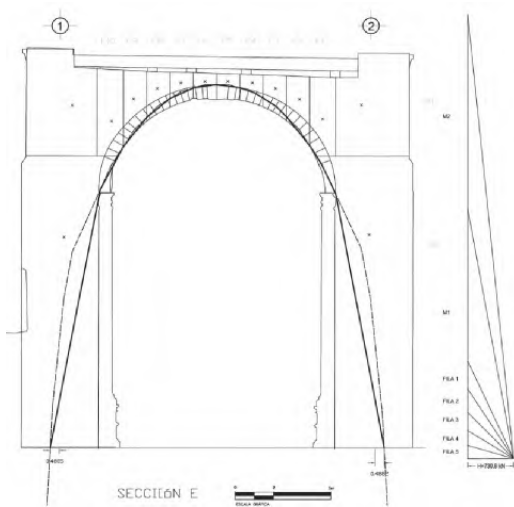


Figura 14
Línea de empujes mínima con cargas gravitacionales sobre sección E-E' realizada por el autor

a pesar de múltiples sismos que apenas han ocasionado algunos daños locales que sin mantenimiento pueden ocasionar filtraciones y deterioro de las bóvedas. Las grietas y deformaciones no son elásticas, ni causadas necesariamente por los sismos; principalmente son el resultado de los asentamientos a lo largo del tiempo que ha sufrido el templo. Este incremento del claro ha resultado en el giro discreto de los bloques alrededor de rótulas definidas por la línea de empujes.

Con respecto a los nervios, parecen estar hechos de una piedra con una calidad deficiente, ya que presentan múltiples pérdidas localizadas no solamente en las zonas de concentraciones de esfuerzos. La extensión de los daños parece haber crecido debido a las sucesivas reparaciones. También se encontraron fisuras en algunas de las claves, visibles desde el extradós. Hace falta una mayor investigación para conocer el origen y características de la piedra cantera original utilizada.

Lamentablemente, el desconocimiento de las técnicas constructivas y un pobre entendimiento de la seguridad de la estructura inicial ha conducido a múltiples intervenciones en el siglo XX y XXI con materiales poco compatibles a los originales, causando en ocasiones mayores daños. Es posible observar que durante la intervención de 1959 se intentó “colgar” algunas

COEFICIENTE GEOMÉTRICO DE SEGURIDAD

d (m)	x (m)
4.05	0.48

$$C. G. S = \frac{d/2}{x} = \frac{2.025}{0.48} = 4.22 \text{ para EJE 1}$$

Figura 15
Cálculo de C.G.S. para ambos ejes 1

dovelas a la trabe de concreto por medio de varillas que anclan a las mismas. Esta intervención muestra la incomprensión del comportamiento estructural de la mampostería, tratando de rigidizar un sistema que esencialmente es discontinuo, y puede ocasionar mayores afectaciones con consecuencias graves, ya que unas cuantas varillas no evitarán su movimiento, en cambio sí pueden causar daño al oxidarse y expandirse dentro de los bloques. En este trabajo se concluye que el sistema de contrarresto del las bóvedas está adecuadamente proporcionado y es suficiente para mantener un rango de equilibrio aceptable por lo tanto las traves de concreto en el extradós no contribuyen a su estabilidad.

LISTA REFERENCIAS

- García Ayala, Gabriela. 2011. *Urbanismo En La Mixteca Alta, Oaxaca: El Caso de Naduza-Ñiaxugue En La Región de Coixtlahuaca*. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- García, Simón. 1681. *Compendio de Arquitectura y Simetría de los Templos Conforme a la Medida del Cuerpo Humano con Algunas Demostraciones de Geometría: Año 1681: Recoxido de Diversos Autores, Naturales y Estrangeros*. Manuscrito. Salamanca. fol. 59r.
- Gómez Robles, Lucía. 2014. Coixtlahuaca. Revisión Histórica de Sus Intervenciones de Conservación. *CR. Conservación Y Restauración*, Diciembre, 2014. https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/issue%3A1333.
- Heyman, Jacques. (1995) 2005. *El esqueleto de piedra: Mecánica de la arquitectura de fábrica*. Editado por Santiago Huerta. Traducido por Gema M. López Manzanares. Madrid: Instituto Juan De Herrera, CEHOPU.
- Heyman, Jacques. 2015. *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. Colección de ensayos*. Editado por Santiago Huerta. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Huerta, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

- Ibarra Sevilla, Benjamín. 2011. La Cantería Renacentista de la Mixteca. Análisis Estereotómico de Tres Bóvedas Nervadas en Oaxaca, México. En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Ibarra Sevilla, Benjamín. 2014. *El Arte de la Cantería Mixteca*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kubler, George. (1948) 2016. *Arquitectura Mexicana del Siglo XVI*. Traducido por Roberto de la Torre, Graciela de Garay, y Miguel Ángel de Quevedo. 2ª ed. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra: de la cantería Medieval a la estereotomía del Siglo XIX*. Madrid: Akal Ediciones.
- Rabasa Díaz, Enrique. 2007. *Guía Práctica de la Estereotomía de Piedra*. León: Centro de los Oficios.
- Thunnissen, H. J. W. (1950) 2012. *Bóvedas: Su construcción y empleo en la arquitectura*. Editado por Santiago Huerta y Rafael García García. Traducido por Rafael García García. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Escollera vs piedra artificial: el debate en la construcción de puertos (Revista de Obras Públicas, 1865)¹

Elena de Ortueta Hilberath
Julio Martín Sánchez

¿Quién será el que desconozca la inmensa influencia que las obras públicas, principal agente del progreso después de la prensa, deben ejercer sobre la civilización del porvenir? (ROP 1853, I: 1, 1).

Con este interrogante anunció el equipo de redacción, en mayo de 1853, el propósito de la publicación de la *Revista de Obras Públicas* (ROP), periódico especializado y órgano oficial de expresión del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Los promotores constataban la función sustancial del nuevo medio escrito:

Su índole es digna de fijar la atención y su tendencia está exclusivamente encaminada a reseñar el adelantamiento que los estudios científicos y su aplicación práctica, alcanzan en la marcha del progreso intelectual. La Redacción (ROP 1865, XIII: 1, 1).

La edición significó la creación de un soporte de intercambio, difusión y diálogo para difundir los avances técnicos, los avatares de la profesión y los proyectos de obras públicas más significativos. Sus fundadores indicaron en el primer número el poder de la información y la obligación de contar con un instrumento propio para lograr incrementar el papel de los ingenieros de caminos, canales y puertos en el desarrollo del país. En la actualidad, la revista ostenta el título de ser la decana de las publicaciones seriadas en su ámbito (Monjo 2014, 58). Una década antes, en 1843, se editó el *Boletín Oficial, Caminos,*

Canales y Puertos patrocinado por la Dirección General, el cual abarcó tres ámbitos: la oficial o legislativa, las obras públicas y la crónica. Además, procuraba divulgar los descubrimientos o invenciones referentes a las construcciones y las artes de la ingeniería civil. La publicación del boletín cesó en 1847 al ser absorbido por el *Boletín Oficial del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas*, que en 1852 pasó a llamarse *Boletín Oficial del Ministerio de Fomento*. Este último dejó de imprimirse en 1881 (Sánchez 2003, 19).

La ROP nació con la finalidad de observar la trascendencia de las infraestructuras en el progreso de la nación y reivindicar las competencias profesionales de los ingenieros de caminos, canales y puertos. En la editorial del segundo año de la revista se establecía como requisito la inclusión de un estudio de viabilidad económica con el objeto de alcanzar el bienestar común. Por lo tanto, existió un interés por equilibrar el progreso técnico y social. En este orden de cosas,

El pensamiento de la Revista no se reduce únicamente a generalizar en España los conocimientos relativos a la ciencia de la construcción, aumentando la afición a esa clase de estudios. Además de ese objeto, ya por sí solo grande y elevado, tiene otra ambición, la de examinar las consecuencias económicas y sociales del establecimiento de las obras públicas, y los diferentes sistemas que para llevarlas a cabo puedan adoptarse (ROP 1854, II: 1, 1).

El enfoque economicista, la defensa de los intereses de los ingenieros, e incluso la crítica al poder fueron constantes en los primeros años de la revista (Ramos y Martínez 2008, 29). El comité editorial favoreció el debate con el fin de generar posiciones confrontadas en clara sintonía con la postura progresista de la revista. Por ejemplo, la ROP desempeñó un papel crucial como plataforma de diálogo y reflexiones; en ese sentido, en el año de su fundación se contrastaron informes sobre el tema del ferrocarril con las opiniones de Leopoldo Brockman y Juan Subercase; en 1855 se abordó el deslinde de atribuciones entre arquitectos e ingenieros; en 1865 se imprimió una columna anónima que censuraba el trabajo del ingeniero de minas Martínez Alcívar y, además, dos sueltos sin firmar escritos por Salustio González-Regueral, relativos a la economía y solidez de las obras portuarias, los cuales fueron contestados por Pedro Pérez de la Sala, Domingo Estebanot, así como con un pequeño comentario por José Rafo. En este último debate, generado sobre la idoneidad de las escolleras o de los sistemas concertados, observamos la atención prestada a la economía y al progreso de los sistemas constructivos. Por otro lado, en estos años iniciales, los artículos los firmaron los profesores de la Escuela, los técnicos al servicio de la administración (Junta Consultiva del Cuerpo), y los ingenieros responsables de las obras civiles en todo el Estado. Igualmente, se rogó a los ingenieros activos en las provincias que enviaran reportajes de sus proyectos con el fin de «vulgarizar» las obras públicas, bajo la premisa que «hay siempre novedad para el que no conoce una obra», al carecer el equipo editorial de la ROP de datos suficientes de los trabajos presupuestados en todo el país (ROP 1865, XIII: 1, 1; 1866, XIV: 1, 2). Esto permitió obtener información de primera mano sobre las inversiones realizadas en los puertos, el tráfico marítimo, los ferrocarriles o las carreteras (Ruiz 2003, 41). En suma, es una fuente impresa de época, de carácter seriado, que resulta imprescindible para comprender el desarrollo de las obras públicas a nivel estatal e incluso, en algunos aspectos, a nivel internacional.

Durante las primeras décadas, la ROP publicó varios artículos sobre faros y puertos. El plan de señalización marítima aprobado por la real orden del 13 de septiembre de 1847, continuado con el plan de baliza-

mientos ratificado por la real orden del 30 de junio de 1858, amparó la construcción de linternas. La revista se hizo eco de los nuevos diseños e inauguraciones, reportando sobre su emplazamiento, sistema constructivo y tipo de iluminación (Fresnel, Faraday). Una de las contribuciones más destacadas fue la de Lucio del Valle y el diseño de los faros o «torres de hierro» del Fangar y de la Baña en la desembocadura del Ebro (Valle 1861a; 1861b). Asimismo, los puertos fueron un tema recurrente cuya construcción dependía del Ministerio de Fomento desde la aprobación del real decreto del 17 de diciembre de 1851. En esos años se publicaron varias memorias descriptivas, sistemas de limpia o dragado, uso de bloques de hormigón o sobre medios auxiliares como grúas giratorias. Entre las noticias podemos destacar las relativas a los puertos de: Barcelona (1854, 1856, 1858, 1860, 1866); Bilbao (1858); Cádiz (1862); La Coruña (1866); Santa Cruz de Tenerife (1856); San Sebastián (1855); Tarragona (1854, 1857, 1866); el Grao de Valencia (1854, 1861-1862, 1868, 1870); e igualmente algunos comentarios sobre los puertos extranjeros de Holyhead (1862); Marsella (1859-1860); Trieste (1865) o Woodside (1863). En resumen, estas contribuciones contemplan las inversiones en los principales puertos peninsulares junto con el progreso de la ingeniería marítima.

PUERTO REFUGIO EN EL MUSEL (GIJÓN)

En febrero y marzo de 1865, González-Regueral publicó sendos artículos titulados *Obras de Puertos* con carácter anónimo (González-Regueral 1865a; 1865b). Al mes, Pérez de la Sala refutó los argumentos expuestos en los dos artículos anteriores e indicó que el contenido se debía al ingeniero Regueral, quien había diseñado una propuesta muy similar para el «puerto de refugio de la costa de Asturias» (Pérez de la Sala 1865a; 1865b; 1865c). Al poco tiempo, en julio, González-Regueral publicó un tercer artículo, esta vez firmado, el cual contenía párrafos extraídos del proyecto de El Musel. En este último, el propósito del ingeniero era divulgar distintas soluciones constructivas diseñadas para los malecones del puerto asturiano, que habían sido obviadas en los dos artículos anteriores, centrados en dar a conocer una parte «especial del diseño» (González-Regueral 1865c).

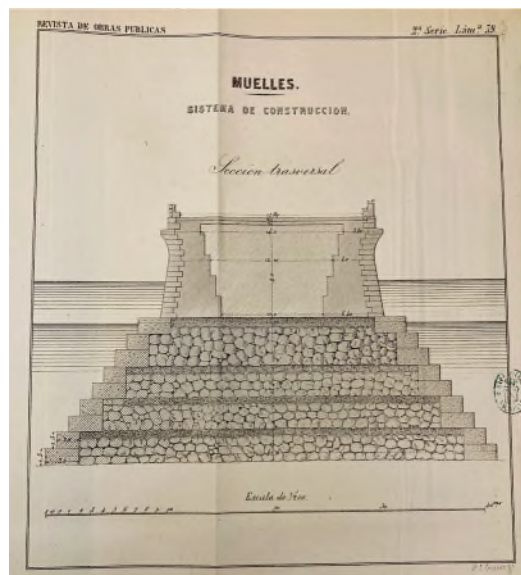


Figura 1
Muelles. Sistema de construcción. Sección trasversal, [Salustio González-Regueral], 15.2.1865, grabó R. J. Gosset (ROP 1865, XIII: 4, lám. 39)

El nuevo proyecto de El Musel nació bajo el amparo de la ley de puertos de 1852, que contemplaba la creación de un puerto refugio en el litoral cantábrico con el fin de prevenir los trágicos accidentes en sus peligrosas costas. González-Regueral llevó a cabo un estudio comparativo entre la ensenada de Luanco y la concha de Gijón, ampliándose, en julio de 1860, a todo el litoral. No obstante, el ingeniero lamentaba que debido a otras obligaciones no había llegado a estudiar con detenimiento todo ese ámbito, tal y como le hubiese gustado. Estas disposiciones sentaron las bases del proyecto de El Musel, que con el tiempo se convirtió en un puerto industrial. La propuesta no estuvo exenta de controversias por la selección de su emplazamiento y los desafíos que tuvo que superar para la transformación en un puerto (González-Regueral 1863). En especial, las críticas recibidas por Antonio de la Escosura Hevia, vicepresidente de la Junta de Agricultura, Industria, y Comercio de la provincia de Oviedo, quien consideraba desatinado el proyecto de González-Regueral. Escosura argumentó su tesis a partir del estudio de la costa realizado por Juan Rafo Tolosa, miembro de la comisión de faros y balizamientos, publicado en el *Boletín Oficial, Cami-*

nos, Canales y Puertos el 15 y 30 de marzo de 1846 junto con los comentarios de los gremios de mareantes de San Esteban de Pavia, Candás y Avilés. Asimismo, priorizó los criterios de los pilotos y mareantes frente a la visión de un ingeniero de caminos canales y puertos. De este modo, abrió un debate sobre las competencias profesionales entre los dos ramos del sector marítimo (Escosura 1863, 5-6; 8-9).

En este orden de cosas, se puede entender que González-Regueral prefiriera el anonimato en sus artículos, especialmente después de la ratificación de la real orden del 10 de marzo de 1865, que aprobaba el puerto refugio de El Musel, con la condición de sustituir los bloques concertados de la cimentación del muelle por escollera de piedra suelta. Dicha modificación significaba variar la forma del talud inferior (Dirección 1871, 112). En consecuencia, la razón subyacente fue mostrar su propuesta constructiva mixta, en la cual combinaba el uso de la escollera con sillares artificiales de hormigón de la siguiente manera: «El sistema de dique es de piedra escollera contenida lateralmente por muros escalonados de sillares artificiales, fortificando además aquella por medio de tongadas de hormigón de 0.50^m de espesor que se van echando a cada dos metros de altura». El litigio suscitado por el uso de bloques de piedra artificial no se limitaba al empleo de hormigón sino al diseño de la forma de los muelles en la parte submarina. A pesar de la afirmación de González-Regueral sobre su proyecto: «la solidez y la perfección artística de una obra pública son circunstancias muy atendibles y de gran peso, pero no son los únicos que deben figurar en la adopción de los proyectos» (1865a, 40). Ni el diseño, ni el sistema constructivo eran idóneos, según Pérez de la Sala. Por un lado, el talud escalonado aumentaba el volumen de los materiales, mientras que, por otro lado, la forma en la parte interior reducía el espacio del puerto, y, asimismo, en el exterior, la inclinación del talud incrementaría la fuerza del oleaje. Domingo Estebanot, desestimó las críticas (1865). El debate estaba servido, Pérez de la Sala demostró, como diría Manuel Aguilar una capacidad crítica extraordinaria exhibiendo habilidades polémicas junto con un conocimiento profundo en la materia (Aguilar 1953, 8). Pérez de la Sala, años más tarde, en su monografía sobre construcciones marítimas comentaría el diseño de González-Regueral (Pérez de la Sala 1876, 490).

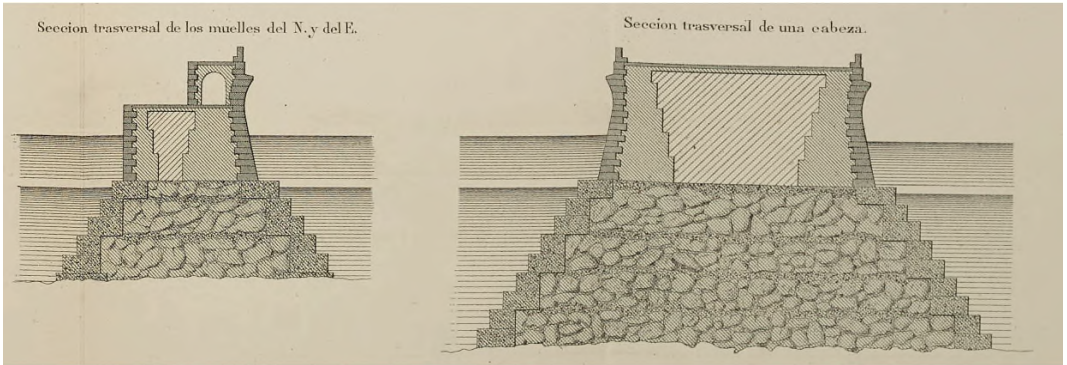


Figura 2

Sección transversal de los muelles del N y del E, sección transversal de una cabeza. Puerto de Refugio del Musel. Perfiles longitudinales y transversales de los muelles, [Salustio González-Regueral], 1876, grabó A. Olarte Gochea, litografía de Donon, Madrid. Detalles (Anales 1876, lám. 4, detalle)

SISTEMA DE BLOQUES CONCERTADOS Y MEDIOS AUXILIARES

La reconstrucción de la rada del puerto normando de Cherburgo, estratégicamente ubicado frente a las costas inglesas, primero mediante el uso de islotes cónicos de madera rellenos de piedra en seco, diseñados por Louis Alexandre de Cessart (1784),² y luego con un dique tradicional concluido en 1853, condujo al gobierno inglés a establecer cuatro puertos refugio contiguos al Canal de la Mancha (Jersey, Alderney, Portland y Dover). Estas dársenas, diseñadas para permitir el atraque de cualquier embarcación en las

condiciones más adversas de viento y marea, tuvieron un doble propósito, civil y militar. En lo que atañe al puerto de Dover, referente del puerto refugio de Asturias, se aprobó su construcción en 1846, según el diseño y sistema constructivo de James Meadows Rendel. Asimismo, James Walker fue el encargado de las obras y bajo su dirección se levantó el brazo occidental. El diseño del rompeolas tenía como objetivo evitar la entrada de cantos rodados procedentes del sur de Inglaterra, los cuales podrían llegar a negar las aguas del puerto. En 1891, se encomendó el proyecto a John Coode, discípulo de Rendel, el cual levantó el muelle del Este o Príncipe de Gales.

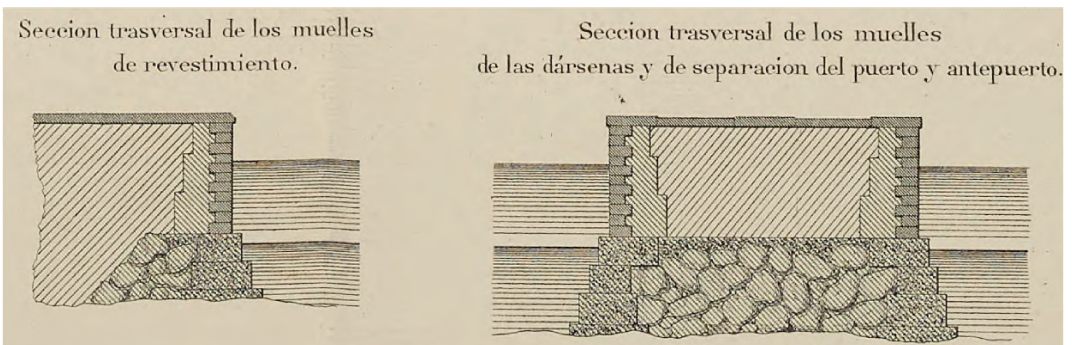


Figura 3

Sección transversal de los muelles de revestimiento. Sección transversal de los muelles de las dársenas y de separación del puerto y del antepuerto, [Salustio González-Regueral], 1876, grabó A. Olarte Gochea, litografía de Donon, Madrid. Detalles (Anales 1876, lám. 4, detalle)

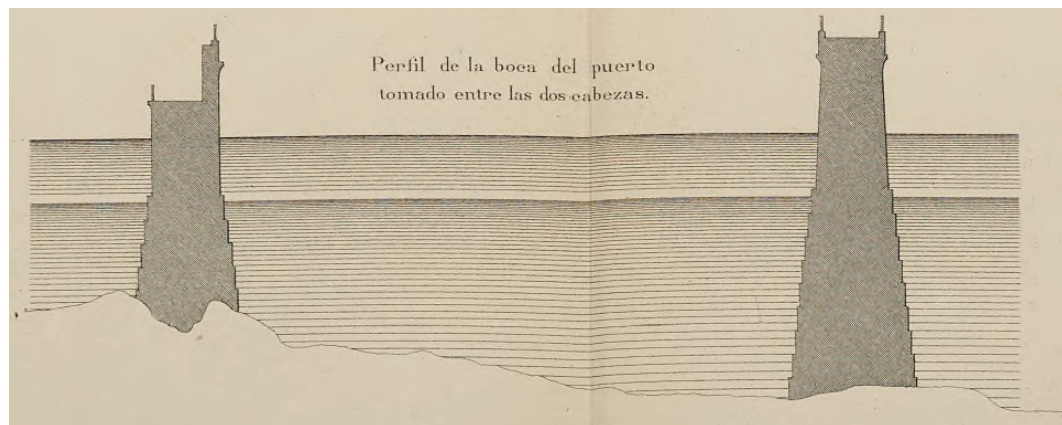


Figura 4
 Perfil de la boca del puerto tomado entre las dos cabezas. [Salustio González-Reguerall], 1876, grabó A. Olarte Gochea, litografía de Donon, Madrid. Detalles (Anales 1876, lám. 4, detalle)

La bahía de Dover permitía la construcción de un puerto de aguas profundas, pero su emplazamiento presentaba algunas carencias como la falta de roca que obligó a desestimar la construcción del muelle con el procedimiento de piedra perdida (escollera) y un fondo marítimo arenoso (margas). Esto dificultó la cimentación y requirió de modernos medios auxiliares: un andamiaje de hierro con capiteles de fundición, para evitar que se hundiesen en el subsuelo los sillares, y el uso de grúas para facilitar la distribución precisa de los bloques. La construcción de los paramentos marítimos de sillería obligó a trabajar a los operarios vestidos con escafandras o bien sumergidos con campanas de buzo. Estas innovaciones se recogieron en publicaciones especializadas (seriadas y no seriadas) coetáneas. Así, se documentó desde el uso del ladrillo con macizo de hormigón la sillería sentada e inclusive el hormigón en seco en sustitución de los sillares artificiales. Por ejemplo, en 1849 se levantó con prefabricados de hormigón de entre tres y seis toneladas el muelle del Almirantazgo, aunque años después los bloques llegaron a pesar 42 toneladas (Walmisley 1910, 529-530).

Rendel, defensor de los paramentos verticales en los diques, aplicó la tecnología del ferrocarril en la construcción portuaria. En 1841, diseñó el dique de Millbay en Plymouth de considerable envergadura debido a la profundidad de sus aguas. Esta obra le sirvió de referente en Holyhead y

Portland. Posteriormente, en Dover, el contratista Pearson propuso el uso de plataformas con grúas Goliat y desestimó las grúas Titán dada su ineficacia para operar simultáneamente en varios puntos durante el proceso de construcción del muelle (obras de excavación, preparación con campanas de inmersión, colocación de los bloques de bajamar y los bloques encima de bajamar). Pérez de la Sala detalló el mecanismo del moderno andamio, en el cual los materiales, transportados por carretones sobre carriles tirados por caballerías, llegaban a la sección construida del dique debajo de la plataforma situada en un nivel superior. Una grúa móvil elevaba el vagón a la plataforma central para su traslado con un transbordador a su lugar de destino. Al alcanzar el final del trayecto, el sillar «se bajaba con una grúa y encima de él se baja una campana colgando los buzos el sillar del cielo de ella por una cadena» hasta su posición definitiva. El cabrestante continúa su camino mientras los buzos con la colaboración de los auxiliares concluían la maniobra. La precisión era tal, que según el catedrático «las nivelaciones más minuciosas dieron un desnivel de menos de un milímetro por metro» (Pérez de la Sala 1876, 485) y, según Maurice Fitz-Gerald Wilson este procedimiento permitía que el peso de la estructura fuese gradual sobre los cimientos y, por lo tanto, se evitaban las temidas grietas de asentamiento (Wilson 1920, 55-56).

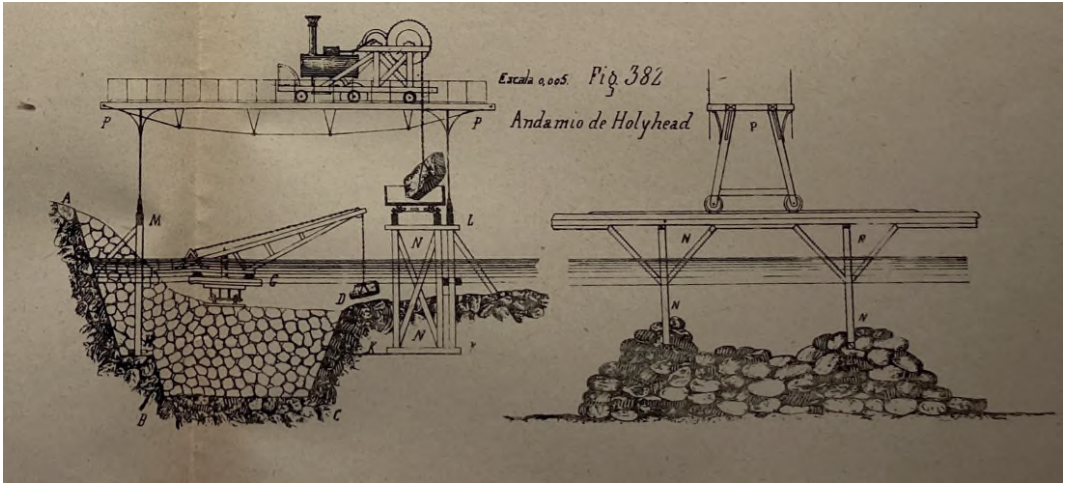


Figura 5
Andamio de Holyhead (Pérez de la Sala 1886, lam. 47, fig. 382)

El sistema constructivo de sillería hidráulica submarina del muelle del Almirantazgo o dique de Dover de 1846, obra de Walker según González-Regueral, o bien de Rendel en opinión de Pérez de la Sala, fue el referente en el diseño de muelle mixto de El Musel diseñado por González-Regueral (1865, 234). Los técnicos buscaban sustituir, de forma más o menos completa, la construcción con escolleras debido a los inconvenientes que presentaba su uso. Ya fuese por la dificultad de extracción de las canteras, la falta de materia prima o bien por los problemas de estabilidad en caso de temporal, por otras soluciones constructivas más económicas y eficaces. No obstante, Dover no fue el primer ejemplo del empleo de sillería hidráulica submarina. Hubo otros antecedentes, como el rompeolas de Kahayr ad-Din en el puerto de Argel, que estuvo bajo el dominio francés. Esta obra fue ejecutada por Víctor Poirel en 1838, quien describió los adelantos técnicos en su ensayo *Mémoire sur les travaux à la mer* (1841).

Otra empresa anterior fue el muelle de la Joliette en el puerto de Marsella (1844). El ingeniero galo menciona las iniciativas de Calamatra (1776) o Nicolas Céard (1785), pero sobre todo le seduce las aportaciones romanas descritas por Vitruvio. Documenta dos métodos: el mortero vertido directamente bajo el agua en cajas sin fondo o bien la construcción con cajas prefabricadas (Poirel 1841, 21-22). En ese sentido, Pérez de la Sala analizó tres sistemas: el encofrado con hormigón o mampostería hidráulica, las ataguías o pilotes para la construcción en seco, y los macizos de escollera sobre base de arena, en su manual *Construcciones en el mar* (Pérez de la Sala, 1876, 372). Escolleras, pilotes y mampostería marcaron el desarrollo de las obras portuarias en la antigüedad.

En el esquema del dique de la Joliette de Pérez de la Sala se observa dos partes: la inferior o bajamar, sujeta a la fuerza del oleaje, y la superior destinada a proteger del oleaje el interior del puerto; la primera

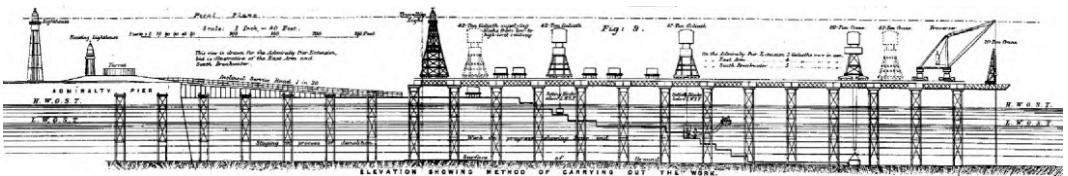


Figura 6
Alzado mostrando el método de ejecución del trabajo en el puerto de Dover (Wilson 1920, fig. 9)

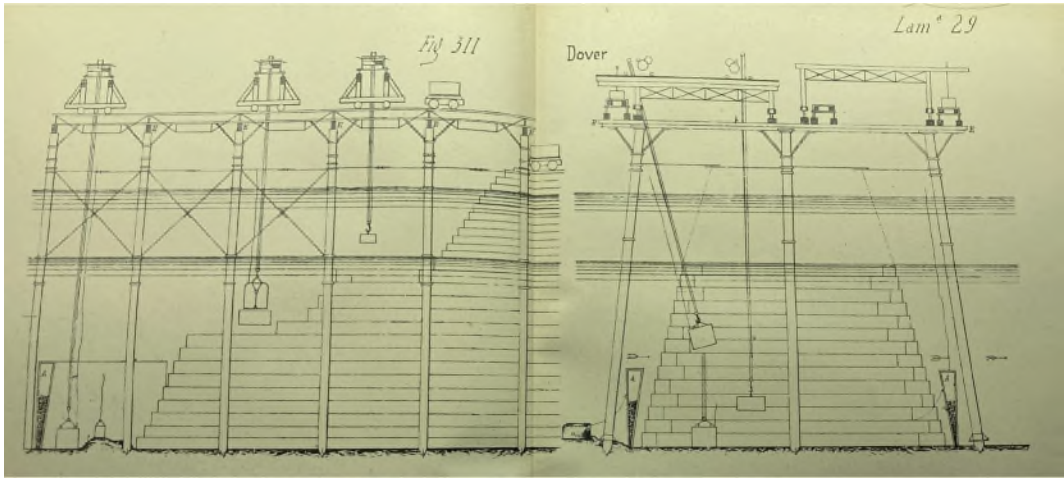


Figura 7
Alzado del andamiaje de Dover (Pérez de la Sala 1886, lam. 29, fig. 311)

sirve de cimentación a la segunda. Además, con el fin de evitar el embate de las olas y su ruptura se combinaron distintas clases de escolleras o cantos junto con un refuerzo exterior compuesto por sillares

de hormigón coronado con un muro abrigo (Pérez de la Sala 1876, 376; 405).

En Dover, con el fin de lograr una mayor solidez según Wilson, el muelle del Almirantazgo se constru-

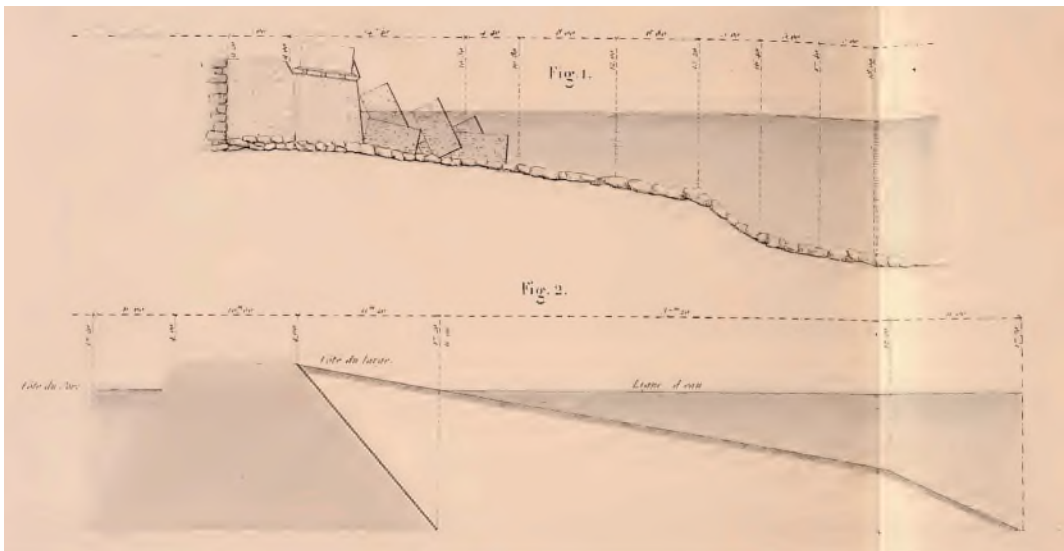


Figura 8
Sección transversal de las obras realizadas para la reconstrucción del antiguo rompeolas de Argel / Sección transversal que incluye el perfil de los pilares de bloques de hormigón comparado con el perfil de los pilares de piedra perdidos (Poirel 1841, Plancha II Secciones transversales tomadas de las estructuras de bloques de hormigón que se han construido en el puerto de Alger, con un perfil comparativo de los espigones de bloques de hormigón y los espigones de piedra perdidos, fig. 1 y fig. 2)

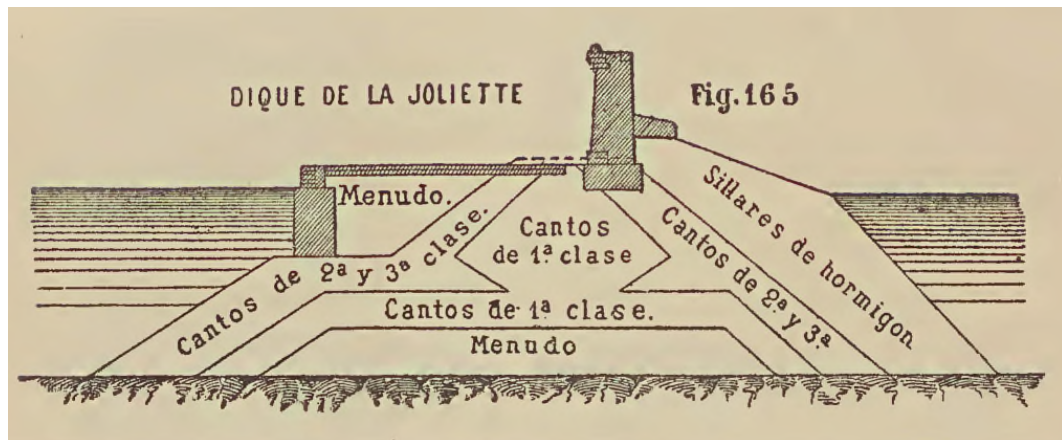


Figura 9

Dique de la Joliette en el puerto de Marsella (Pérez de la Sala 1876, fig. 165, 407)

yó con bloques de hormigón de entre siete u ocho toneladas de peso con un revestimiento de piedra arenisca dura de Bramley Fall (cerca de Leeds), caliza de Portland en la parte inferior, y con granito de Penzance en la zona superior (Pérez de la Sala 1876, 483). Esta solución pretendía evitar el desgaste causado por los cantos rodados. Pérez de la Sala, al reseñar la trascendencia para la historia de la construcción del puerto inglés, insiste que se debió a la falta de «materiales a propósito» en un radio inmediato. Esta circunstancia obligó al incremento del precio al transportar la piedra por mar. No obstante, el empleo de macizos concertados hizo viable la propuesta. González-Regueral opinó que el resultado inicial fue de una «bondad que nadie puso en duda», y cuya práctica ha demostrado «la extraordinaria solidez, resistencia y hermosura», pero con el inconveniente del importante desembolso realizado en «los murallones submarinos de sillería, habiendo sido estos por la carestía y por la lentitud con que se fabrican objeto de graves y fundadas censuras entre los más notables ingenieros del Reino Unido» (1865a, 40). Por lo tanto, el cálculo económico de las obras dependía de las circunstancias particulares de cada puerto (Pérez de la Sala 1876, 500). No existía una regla universal sobre el sistema constructivo más económico, ni tampoco una opinión generalizada entre los técnicos (Pérez de la Sala 1865c; 1865a, 6).

La magnitud de la obra, la falta de pericia en la construcción con hormigón obligó a la experimenta-

ción. Según Louis Vicat (1818; 1858)³, las propiedades del mortero hidráulico podían mejorar en un ambiente marino, al formarse silicato de aluminio. Su patente de cemento artificial y sus ensayos favorecieron el uso generalizado del mortero hidráulico. Así en Inglaterra abundó el uso del Portland mientras que González-Regueral señala la buena calidad de los cementos de Guipúzcoa fabricados con cal hidráulica de Zumaya (González-Regueral, 1863, 259; 1865b, 49; Pérez de la Sala 1865c, 109; 1876, 525-526). A veces, la rehabilitación del muelle se debió a condiciones extraordinarias. Esto fue lo que acaeció en Dover, el 1 de enero de 1877: los vientos huracanados del suroeste junto con la marejada dañaron la estructura superior obligando a diseñar un nuevo coronamiento con el fin de suavizar la presión de las olas (Wilson 1920 33, 36-37, 41-42). Este aspecto demuestra que la resistencia de la fábrica dependía de la íntima relación entre los materiales, el diseño y el sistema constructivo. En el caso de Dover el uso de bloques de hormigón permitió la construcción de un paramento casi vertical, no fue la solución más habitual. Los grandes tendidos, resultado del uso de la escollera, fueron más habituales.

EL MODELO DE SALUSTIO GARCÍA-REGUERAL

García-Regueral y Pérez de la Sala defendieron las construcciones portuarias con piedra artificial, pero

Figs. 10.

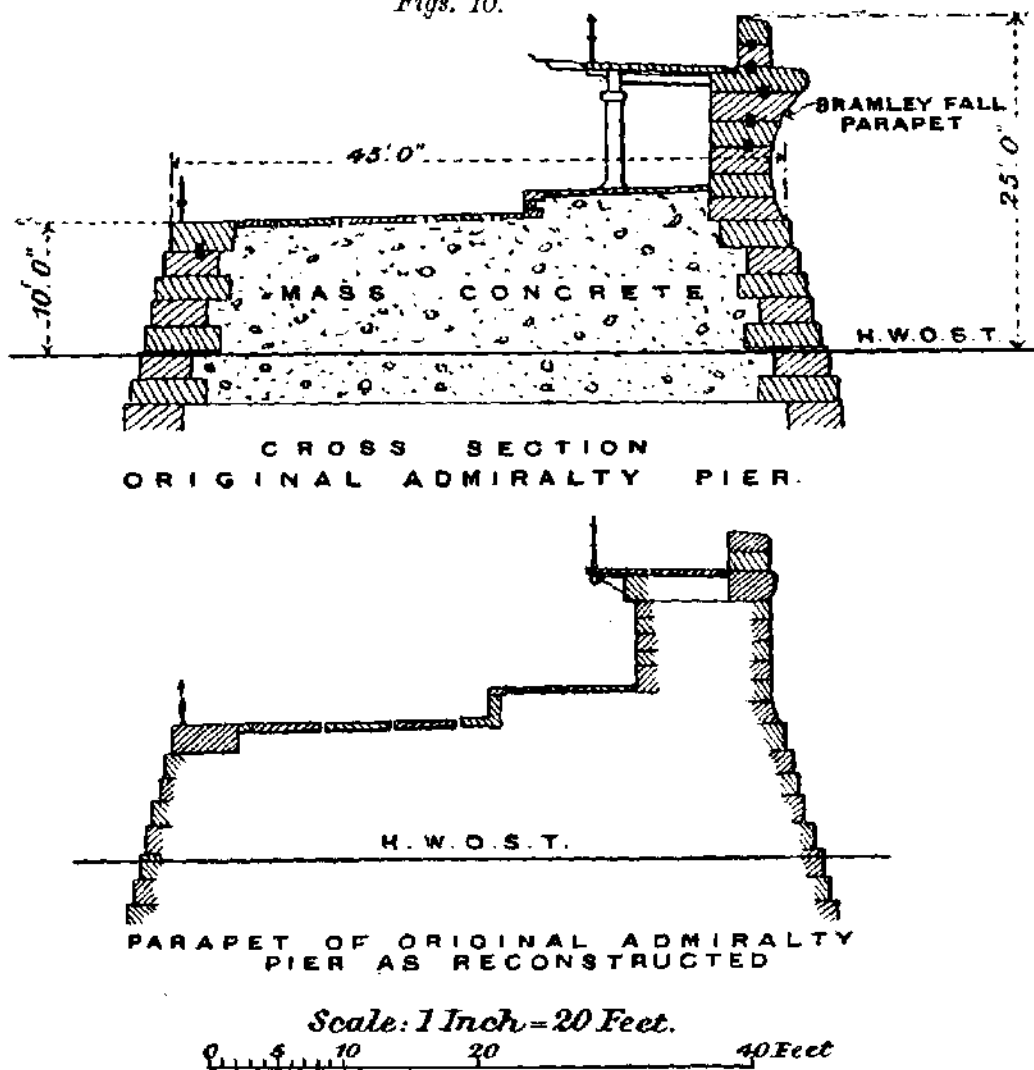


Figura 10

Sección transversal. Muelle original del Almirantazgo: Parapeto del muelle del Almirantazgo original reconstruido (Wilson 1920, 34 fig. 10)

su análisis sobre la oportunidad del sistema aplicado en Dover fue discrepante, en particular en lo referente al proceso de la obra, considerado por García-Regueral como lento y costoso. El paramento vertical y su revestimiento con piedra natural, similar a cualquier construcción civil, no era idónea. Así, con el fin

de evitarlo, ideó un sistema mixto para El Musel que combinaba la escollera «encamada en hormigón» con los bloques de piedra artificial. Esta solución obligaba a la elección de un perfil escalonado. La fabricación con el hormigón con cal de Zumaya era garantía suficiente (García-Regueral 1863, 241; 243). Y, añadía

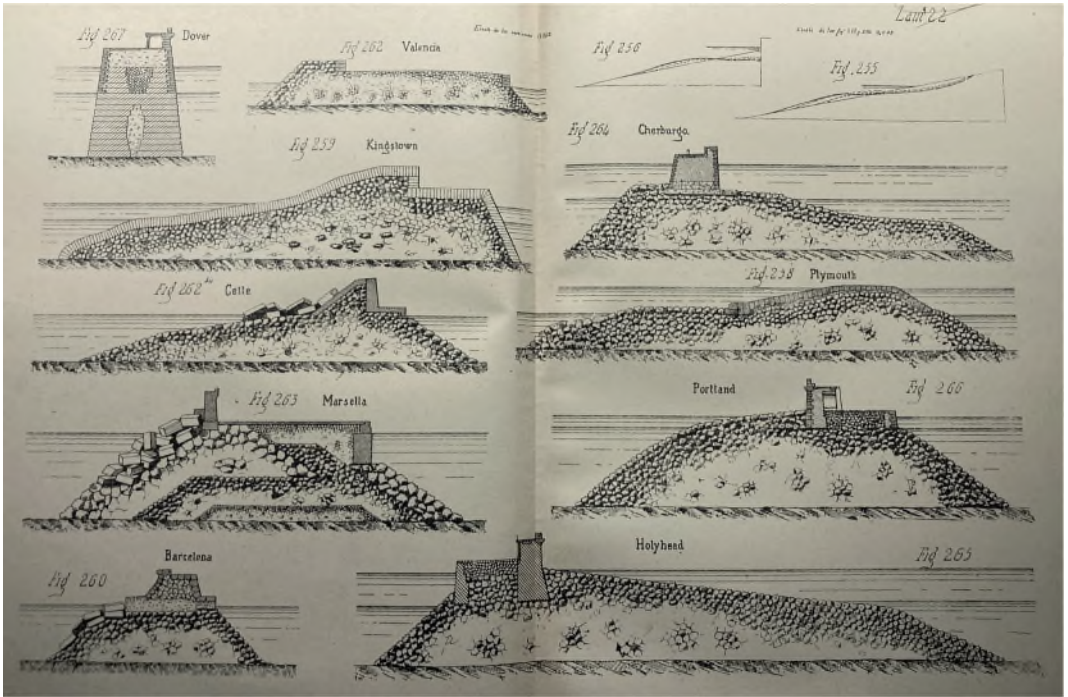


Figura 11
Perfiles de los muelles de Dover, Valencia, Kingstown, Cherburgo, Cete, Plymouth, Marsella, Portland, Barcelona, Holyhead (Pérez de la Sala, 1886, lam. 22)

El sistema es expedito al mismo tiempo que económico, pues con la variedad de materiales y operaciones que exige se puede disponer el trabajo de modo que se lleven a la vez varias clases de obra con la conveniente independencia unas de otras [...] necesitándose diferentes materiales y medios de ejecución para realizar cada una de estas clases de obra, no hay inconveniente alguno en realizarlas todas simultáneamente (García-Regueral 1863, 45-46).

Pérez de la Sala mostró su oposición al perfil escalonado. No se lograba una mayor estabilidad ante una posible descomposición del hormigón, ni tampoco un ahorro sustancial frente a un muro concertado sin el relleno de escollera (Pérez de la Sala 1865c, 114). Domingo Estebanot, en cambio, tomó partido por la propuesta de García-Regueral al considerar que la colocación escalonada de los bloques de piedra artificial era más simple y podía ser menos precisa al tratarse del revestimiento de la escollera. Estebanot mostró una confianza por la innovación constructiva, «No comparemos nunca la calidad de ventajas del sistema

concertado, mirado bajo todos aspectos, con la del escollero de piedra perdida, sistema primitivo, bueno para entonces, pero inadmisibles hoy, contando con los elementos que el progreso nos ha legado» (1865, 151). En suma, los artículos de González-Regueral o Pérez de la Sala sobre las construcciones portuarias, publicados en ROP, nos han permitido precisar los términos del debate suscitado por la incorporación de nuevos sistemas constructivos y la constante experimentación en las construcciones en el mar.

NOTAS

1. Estudio financiado por la Consejería de Economía e Infraestructuras (Junta de Extremadura) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) mediante la ayuda a grupos de investigación catalogados. Arte y Patrimonio Moderno y Contemporáneo (GR18101-HUM012), dirigido por Vicente Méndez Hernán. i-PAT-Instituto de Investigación en Patrimonio, Universidad de Extremadura.

2. Los ingenieros ingleses aplicaron el sistema de cajas con piedras en seco de Cherburgo en el puerto de Plymouth, pero al igual que en el puerto normado resulto ser un fiasco (Cachin 1820, 44-45).
3. Pérez de la Sala cita los estudios experimentales de Louis Vicat *Sobre las sustancias calizas con cal hidráulica y cementos* (1844-1846). La información que maneja es poco precisa, al omitir su primer ensayo de 1818 y el último de 1854 (Pérez de la Sala 1865c, 109).

LISTA DE REFERENCIAS

- Aguilar, Manuel. 1953. Breve historia de la Revista de Obras Públicas. *Revista de Obras Públicas*, 2857: 7-15.
- Cachin, Joseph Marie Françoise. 1820. *Mémoire sur la digue de Cherbourg comparée au Breakwater de Plymouth*. París: De l'imprimerie de Firmin Didot.
- Dirección General de Obras Públicas. 1871. *Memoria sobre las Obras Públicas en 1867, 1868 y 1869, comprendiendo lo relativo a Puertos, faros, boyas, valizas (sic), ríos, canales y aprovechamiento de aguas*. Madrid: Rivadeneyra.
- Escosura Hevia, Antonio de la. 1863. *Observaciones y dictamen del vicepresidente de la Junta Provincial de Agricultura, Industria, y Comercio y comisionado Regio de Agricultura de la provincia de Oviedo, en el expediente sobre establecimiento de un puerto refugio en la Costa de Asturias*. Oviedo: Imprenta de Rafael C. Fernández y Compañía.
- Estebanot, Domingo. 1865. Obras de Puertos. *Revista de Obras Públicas*, XIII: 12, 149-152.
- González-Regueral y Bailly, Salustio. 1863. *Breve refutación de las observaciones y dictamen del señor vicepresidente de la Junta de Agricultura, Industria, y Comercio en el expediente sobre establecimiento de un puerto refugio en la costa de Asturias, hecha ante la expresada Junta por el ingeniero de caminos don Salustio G. Regueral, autor del proyecto sometido a la aprobación del Gobierno*. Oviedo: Imprenta y Litografía de D. Benito González.
- [González-Regueral y Bailly, Salustio]. 1865a. Obras de Puertos. *Revista de Obras Públicas*, XIII: 4, 37-41.
- [González-Regueral y Bailly, Salustio]. 1865b. "Obras de Puertos". *Revista de Obras Públicas*, XIII: 5, 49-51.
- González-Regueral y Bailly, Salustio. 1865c. "Obras de Puertos". *Revista de Obras Públicas*, XIII: 14, 173-179.
- González-Regueral y Bailly, Salustio. 1876. *Memoria del proyecto de puerto refugio en Asturias*. Madrid: Anales de las Obras Públicas-Imprenta, Estereotipia y Galvanoplastia de Aribau y C^o.
- Monjo Carrió, Juan. 2014. *La construcción publicada. España 1851-1951*. Madrid: CSIC.
- Pérez de la Sala, Pedro. 1865?. *Lecciones sobre el establecimiento y construcción de los puertos [Texto impreso]: Curso de 1864 a 1865*. [s.n].
- Pérez de la Sala, Pedro. 1865a. Obras de Puertos. Observaciones sobre los artículos publicados con este título en los números 4º y 5º del presente año de la Revista. *Revista de Obras Públicas*, XIII: 6, 61-66.
- Pérez de la Sala, Pedro. 1865b. Obras de Puertos. Observaciones sobre los artículos publicados con este título en los números 4º y 5º del presente año de la Revista. *Revista de Obras Públicas*, XIII: 8, 89-93.
- Pérez de la Sala, Pedro. 1865c. Obras de Puertos. Observaciones sobre los artículos publicados con este título en los números 4º y 5º del presente año de la Revista. *Revista de Obras Públicas*, XIII: 9, 109-114.
- Pérez de la Sala, Pedro. 1876. *Tratado de las construcciones en el mar: arreglado al Programa de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos*. Madrid: Fortanet.
- Pérez de la Sala, Pedro. 1886. *Tratado de las construcciones en el mar: arreglado al Programa de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos*. Madrid: Fortanet.
- Poirel, Leopold Victor. 1841. *Mémoire sur les travaux à la mer, comprenant l'historique des ouvrages exécutés au port d'Alger et l'exposé complet et détaillé d'un système de fondation à la mer au moyen de blocs de béton*. Paris: Carilian-Goeury et Vor. Dalmont
- Ramos Gorostiza, José; Martínez Vara, Tomás. 2008. Las ideas económicas de los ingenieros de caminos en la Revista de Obras Públicas (1853-1936). *Investigaciones de Historia Económica*, 11: 9-38.
- Ruiz Bedia, María Luisa. 2003. La revista de obras públicas, 1853-1874: nacimiento y consolidación de una publicación científica. *Revista de Obras Públicas*, 3434: 39-54.
- Sánchez Rey, Agustín. 2003. El papel de la revista de obras públicas en la prensa española: un medio de información testigo de tres siglos. *Revista de Obras Públicas* 3434: 17-38.
- Valle Arana; Lucio del. 1861a. Proyectos de torres de hierro para los faros del Ebro. *Revista de Obras Públicas* IX: 10, 121-130.
- Valle Arana; Lucio del. 1861b. Proyectos de torres de hierro para los faros del Ebro. *Revista de Obras Públicas* IX: 11, 133-138
- Vicat, Louise Joseph. 1818. *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires*. París: Goujon.
- Vicat, Louise Joseph. 1858. *Recherches sur les causes chimiques de la destruction des composés hydrauliques par l'eau de mer, et sur les moyens d'apprécier leur résistance à cette action*. Grenoble: Maisonville.
- Walmisley, Arthur T. 1910. The port of Dover. *Journal of the Royal Society of Arts* 58: 2995, 526-538.
- Wilson, Maurice Fitz-Gerald. 1920. Admiralty Harbour, Dover. *Minutes of the Proceedings of the Institution of Civil Engineers* 209: 31-75.

Materiales y procesos constructivos para aprovechamiento de agua pluvial en conventos novohispanos del siglo XVI

Tarsicio Pastrana

El agua es un elemento necesario para la vida, lo menciona Fray Laurencio de San Nicolas, además de plantear acciones específicas relacionadas con la construcción: «El agua de suyo es necesarísima para conservar la vida, el buscarla, y traerla es acción propia de su facultad» (San Nicolas 1639, 258). Sus usos se extienden más allá de la preservación de la vida, es preponderante para las actividades humanas, por esta razón la humanidad fabrica objetos para la interacción con ella. Fray Andrés de San Miguel sintetiza las acciones de interacción humana con el agua y por lo mismo es cita recurrida en la temática «Cuatro cosas hacen a nuestro propósito acerca de las aguas: la primera que la halléis, la segunda que la guiéis, la tercera que la escojáis, la cuarta que la conservéis» (Báez 1969).

Específicamente en el contexto de la arquitectura, el agua y el diseño hidráulico enfocado en la escala doméstica convergen, entre otros, en cuatro ámbitos fundamentales: la habitabilidad, el agua como componente de los materiales y sistemas constructivos, el agua circulando por los sitios adecuados para no dañar el edificio y el agua como fuerza motriz. En el caso de la habitabilidad, el agua es necesaria para resolver necesidades básicas de los seres humanos que habitan un espacio; agua que se consume, que se utiliza para aspectos recreativos, de higiene, entre otros. En el segundo ámbito, el agua se utiliza en la construcción como componente de las mezclas y dentro

de diferentes procesos constructivos. Es imposible trabajar las diferentes mezclas sin el agua, mezclas para mampostar, recubrir, para rellenar; también es utilizada en los procesos de compactación o para la limpieza durante los procesos constructivos. En el caso de las canalizaciones de agua diseñadas en el edificio, tienen como fundamento primario que el agua este circulando por donde se planeó y no por donde naturalmente pueda, ya que si su trayecto no se canaliza, su flujo provoca daños a la arquitectura; dando como resultante secundario fuerza motriz para mover ingenios diversos.

En cualquiera de los cuatro ámbitos mencionados, el almacenamiento de agua es parte fundamental. El diseño de canalizaciones, almacenamientos, circulaciones y captaciones, entre otros dentro del ámbito doméstico arquitectónico, es también llamado ingeniería hidráulica doméstica, que junto con la vivienda, puede ser una de las primeras manifestaciones arquitectónicas de la humanidad. Solucionar el almacenamiento de agua, al igual que otras manifestaciones arquitectónicas, se potencializa cuando el hombre se vuelve sedentario y los asentamientos humanos migran de una condición temporal a permanente.

De hecho, almacenar el agua es una de las primeras necesidades que surgen más allá del consumo en las comunidades humanas primitivas. Si se considera el contexto temporal, esta no era una tarea fácil; durante

milenios el comportamiento básico del grupo humano para conseguir el agua era similar al de otros grupos, se tomaba de los sitios donde se encontraba naturalmente, lo que hacía vulnerables a los grupos humanos al depender de asistir a un sitio que no siempre reunía las características necesarias de seguridad y control territorial. Como ya se mencionó, estas necesidades de canalización y almacenaje se vuelven apremiantes en cuanto la humanidad se vuelve sedentaria. Considerando el auto reconocimiento del ser humano como un individuo que puede transformar el entorno para la supervivencia, los primeros intentos deben de ser perforaciones en el terreno o sitios, que de manera natural, podían contener el agua con poca merma; estos espacios excavados en una primera instancia en el terreno migraron hacia mejoramientos, derivados de un proceso arquitectónico para contener y mantener en buenas condiciones el líquido.

En este orden de ideas se puede considerar que los depósitos de agua son uno de los primeros impulsos por controlar el recurso, las canalizaciones aprovechando las leyes de la hidráulica, serán un paso adicional que se da de manera natural. Posteriormente, esta necesidad se volvería compleja, vendría el desarrollo de esas incipientes canalizaciones y de obras mayores en general, que atendieran hectáreas de riego o suministros masivos, sin embargo, en el ámbito de este trabajo nos mantendremos en la escala doméstica.

En este punto es conveniente hacer una pequeña mención hacia las fuentes de suministro, que suelen ser diversas, sin embargo, se puede considerar al agua pluvial como una de las principales ya que esta se daba en amplias regiones. Si bien va a depender de las regiones donde las lluvias fueran abundantes, era la manera más sencilla de tener agua regular lejos de las fuentes naturales. Los primeros impulsos de captación se dan con el simple hecho de dejar los depósitos al descubierto durante una lluvia. En amplias regiones de lo que fue el virreinato de la Nueva España, los milímetros de precipitación pluvial anual son considerables, por lo que no es extraño pensar que la arquitectura será una aliada en el impulso de captación. Además de ser una practica milenaria, en este punto es donde la captación y los depósitos se van a unir de manera importante, ya que toda la captación de lluvia debía tener como destino un almacenamiento, salvo contadas ocasiones que serán descritas en el desarrollo del presente texto. Los ejemplos

analizados son del ámbito monástico durante el virreinato de la Nueva España. Estos conjuntos al ser de mayor tamaño que las viviendas unifamiliares proporcionaban mayores áreas de captación, sin embargo, se insiste en que independientemente del destino del agua, los sistemas de captación en la arquitectura permitirán que el líquido vital circule por los sitios planeados.

DESARROLLO

Con la intención de acotar los elementos de análisis las descripciones se centran en los sistemas de almacenamiento principalmente, sin embargo, en los casos descritos se especifica la principal fuente de alimentación; adicionalmente se debe considerar que los almacenamientos pueden recibir agua de diferentes fuentes. En el caso específico de los sistemas de captación de agua de lluvia tienen la gran ventaja de que la alimentación viene de un punto más alto, ya que el agua cae del cielo. Aunque esto parece obvio, tendría que considerarse que elevar el agua desde la fuente de alimentación siempre representa un desafío. El agua que viene del cielo posibilita el diseño de depósitos en plantas altas de los edificios, que de otra forma tendrían que ser suministrados por medios manuales, con la considerable carga de trabajo que representaba para los encargados tomar el agua de los depósitos, y llevarla cargando hacia los depósitos secundarios en plantas superiores. Desde antaño se considera al agua de lluvia como una fuente principal de almacenamiento, González menciona con respecto a los medios de suministro: «otro modo de abastecerse de agua fue mediante la construcción de cisternas que recogían y almacenaban el agua de lluvia». (González 2005, 101)

Así pues, las azoteas y áreas descubiertas tienen un diseño basado en canalizaciones y pendientes que permiten la captación, o la canalización del agua por los sitios elegidos. Esto, como ya se mencionó, tiene dos fines. El primero y más abundante será la captación, el segundo será el recorrido del agua en interacción con la arquitectura por donde el diseñador lo decide, no por donde el agua encuentra camino. Una correcta planeación de recorrido permite el aprovechamiento y disminuye el mantenimiento.

Uno de los momentos de vulnerabilidad de los edificios tiene que ver con el contacto con el agua, ya



Figura 1
Templos budistas de Higashi Hongan-Ji en Kioto Japón. Es perceptible la estilización de la techumbre para desalojo, captación de agua de lluvia y evitar la acumulación de nieve, fotografía. (Pastrana 2018)

sea por lluvia, fenómenos meteorológicos extremos, o la humedad del suelo. Ya que el agua responde a leyes físicas, la humanidad ha desarrollado sistemas para tener cierto control de esta interacción; un ejemplo de ello lo encontramos en los sistemas de protección que permiten controlar la circulación del agua para evitar estos estados de vulnerabilidad, tanto del edificio como de los usuarios, y aprovechar el recurso a través de la canalización y el almacenaje.

Existen una serie de accesorios y soluciones arquitectónicas que se generan alrededor del mundo para esta interacción, por ejemplo en Japón, en la ciudad de Kioto, existe una captación perimetral en los templos budistas de Higashi Hongan-Ji. Los tejados se han transformado a partir de la necesidad de desalojar el agua y que la nieve no se acumule, ya que el peso excesivo pone en riesgo el techo; de esta manera, desarrollan formas estilizadas que mezclan la función con la estética. A través del tiempo se han especializado los diseños de las tejas de barro según su ubicación y función dentro de la cubierta, por ejemplo las cumbreras, los remates o las que sirven para los cambios de dirección, entre otras funciones.

Este tejado tiene un desalojo perimetral del agua. En el lugar donde el agua cae, se diseña un canal captador que lleva todo el líquido al sitio requerido. Este sistema es sumamente eficaz salvo en el punto de acceso al templo coincidente con unas escaleras,



Figura 2
Detalle de las bajadas de agua pluvial hacia el canal de captación perimetral en los templos budistas de Higashi Hongan-Ji en Kioto Japón, fotografía. (Pastrana 2023)

para evitar que las personas que ingresan al templo atraviesen la caída de agua en este punto, y solo en este punto, se coloca una canaleta que capta el escurrimiento; en ambos extremos otro accesorio permite que el agua sea enviada a las canalizaciones perimetrales, siempre buscando la manera de disminuir las salpicaduras. Para que el agua baje desde los extremos de la canaleta se colocan cadenas, tuberías de diferentes formas o accesorios diversos, de esta forma se sigue captando el agua, pero al mismo tiempo se protege al que trata de ingresar. Por otra parte, las canalizaciones permiten la circulación del agua por áreas diseñadas para esta interacción.

Esta intención de protección de los seres humanos no es exclusiva de oriente, Sotomayor lo menciona «En ninguna población se permite la caída de las aguas de los tejados a la calle; no solo por lo que incomodan los canalones a los que pasan por debajo, sino también por lo que dichas aguas pueden arrastrar, con grave peligro de los que al tiempo cojan en

la calle» (Sotomayor 1776, 44); es importante aclarar que la circulación del agua en interacción con el edificio es parte importante del sistema de captación.

También sobre la captación de agua de lluvia, Fray Andrés de San Miguel menciona: «El agua llovediza, entre todas, es la más bien opinada y la mejor, habiendo estado algún tiempo reposada en cisternas, a causa que, habiéndola levantado el calor del sol en vapores sutilísimo y siendo movida al aire por causa de los vientos y luego espesándola por los fríos que está en él viene a caer a la tierra delgadísima y de lindo y suave gusto» (Baéz, 1969)

Es pertinente notar que San Miguel describe el ciclo del agua para resaltar las características y calidad del agua de lluvia, en este contexto no era desconocido las partículas en suspensión que podemos encontrar en la atmósfera, de nuevo San Miguel toma en cuenta este aspecto: «Las primeras aguas llovedizas después de la canícula son amargas y pestilenciales, porque se infeccionan con las quemadas y las mezclas de la tierra y por esa causa dicen que la tierra sabe amarga, por estar quemada del sol y de aquí es que cogida de los tejados es mejor» (Baéz 2007); esta cita reafirma dos aspectos fundamentales. Por una parte, que cuando comenzaba la temporada de lluvia las primeras captaciones se dejaban correr permitiendo la limpieza del sistema, además de que como ya se mencionó, recogían partículas en suspensión. Posterior a eso se comenzaba el almacenaje, por lo tanto, los sistemas permitían a través de compuertas canalizar el agua hacia diferentes destinos. Esto en particular es interesante, sobre todo en sitios donde se sabe que el agua no podía ser almacenada debido a la naturaleza de la merced otorgada.

Como ejemplo de lo anterior se puede observar el Santo Desierto de Cuajimalpa en los bosques al poniente de la Ciudad de México, en donde los carmelitas construyeron un Santo desierto. Debido a que en la época virreinal estos bosques eran fuente de agua para la Ciudad de México, la merced de agua otorgada a los carmelitas les impedía almacenarla, solo permitía el uso. Si bien el almacenaje podía considerarse como no relevante para un conjunto de las características del santo desierto, debemos considerar que los carmelitas desarrollaron esquemas de almacenaje muy eficientes. Vestigio de ello lo encontramos al interior del actual panteón francés de la Ciudad de México en Legaria, que antaño fuera el huerto del convento carmelita de San Joaquín. En su interior

todavía se puede observar un gran tanque de agua, ahora en desuso. Su tamaño es considerable, con una capacidad aproximada de 6400 metros cúbicos. En este caso los sistemas de canalización permitían el uso y la reintegración a la naturaleza, Guzmán cita a Fray Martín de la Madre de Dios quien aclara: «[...] aunque nos hicieron merced de todas las tierras que poseemos, no se hizo de las aguas [...] no las podemos retener, ni encarcelar como cosa propia, sino que habiendo usado de ellas [...] todos sus remanentes vayan al río para que sirvan a los labradores fuera del sitio, con lo que se declaró en vista y revista que no tenemos la propiedad sino el uso[...].» (Guzmán 2013, 54). No debió ser el único sistema con estas características, en muchos edificios históricos de diversas índoles se observan diseños que permiten que el agua se desaloje por ciertos sitios, aunque no es aparente que el destino final sea un almacenamiento.

Ambos sistemas, los que terminan en almacenamiento y los que terminan en cuerpos naturales para reintegrar el agua a la naturaleza, tendrán diferentes accesorios. Por ejemplo, en el caso de almacenamiento existirán cajas distribuidoras, desarenadores, filtros y cajas para disminuir la velocidad. En los casos de la reintegración a la naturaleza, el objetivo es la circulación sin deterioro del sistema por los diferentes espacios hasta los espacios de uso final y la reintegración; los últimos usos siempre tendrán que ver con letrinas, limpiezas de cloacas y vertederos o como aprovechamiento para ciertos procesos semi industriales, antes de volver a la naturaleza. De todos los elementos que componen los sistemas descritos, ahora se hablara de los depósitos de agua.

Los depósitos de agua fijos, denominados así por Icaza (Icaza 1985, 24), son de diferentes tamaños y características. Un divisor de importancia en esta clasificación tiene que ver con la superficie de agua expuesta o no al medio ambiente, esta característica deriva en dos tipos de depósitos, abiertos y cerrados, dirigidos a diferentes tipos de consumo del agua. Otras clasificaciones sugeridas son el tamaño del almacenamiento, su ubicación y los espacios asociados. Los depósitos abiertos que se encuentran en un patio de cocinas o un patio de lavaderos podrían ser similares, pero el uso del agua condiciona el entorno del depósito.

Se define como depósito cerrado aquel que la superficie del agua no se encuentra al aire libre, puede estar enterrado, semienterrado o sobre el terreno,

además, sus materiales constructivos son diversos; sin embargo deben cubrir dos cuestiones estructurales importantes, la cubierta y los muros de contención, ambos sometidos a cuestiones técnicas particulares. Por ejemplo, si está enterrado parte de los empujes generados por el agua serán absorbidos por el terreno; si el depósito está semienterrado o sobre el terreno, estos empujes tienen que ser absorbidos por el grosor del muro o por contrafuertes. El otro aspecto tiene que ver con la cubierta, las cubiertas planas nos permiten usar la superficie para otros usos como captación de agua, así como su ubicación bajo los patios. Si son abovedadas la superficie no puede utilizarse, pero el depósito tiene mayor accesibilidad. También el tamaño de la cubierta determinará diferentes tipos de soportes interiores.

Un depósito doméstico, de estas características, puede ser el que está enterrado y su cubierta sobresale del terreno en la forma de una bóveda de cañón con un acceso lateral para extraer el agua. Dos de estos ejemplos los podemos ver en la actualidad. Uno en Tzintzuntzan, Michoacán, contiguo a la cocina. Parte de éste está a cubierto y parte a descubierto, en la parte expuesta se capta agua de lluvia por medio de gárgolas y las pendientes adecuadas, también por su ubicación es posible refrigerar algunos de los espacios que se encuentran en torno a él. El otro, en el antiguo convento franciscano de Tepapayeca, Puebla, en lo que fue la huerta, también cercano a la cocina. Incluso en su interior se pueden ver las cámaras de trasvase para la sedimentación y manejo del agua. Cabe aclarar que trasvasar es pasar un líquido de un recipiente a otro, el trasvase es importante en muchos procesos de canalización y almacenamiento de agua con diversos fines. Debido al estado ruinoso de el convento en general, lo que se puede determinar es su cercanía con la antigua cocina, no es posible saber si este depósito permitía la refrigeración de los espacios en torno a él hoy desaparecidos.

Existen otros depósitos fijos que son abiertos, es decir, reproducen las características mencionadas en cuanto a su relación con el terreno pero la superficie del agua está en contacto con el medio ambiente, lo que proporciona otro tipo de condicionantes para su construcción. Por ejemplo, los depósitos al aire libre cuando están por debajo del nivel del suelo, en algunas ocasiones como sucede con los jagüeyes, lo único que se hace es mejorar el terreno natural para disminuir la permeabilidad; las formas pueden ser



Figura 3
Aljibe de Tzintzuntzan Michoacán, semienterrado. Lo que sobresale del terreno es la bóveda de cañón, la cual es un gran captador de agua al que llegan también las descargas de las azoteas por medio de gárgolas de barro, también es perceptible la ventana para la toma del agua. Fotografía. (Pastrana 2022)

irregulares o muy básicas adaptadas al entorno al prescindir de la cubierta, las condiciones de su construcción son otras. Independientemente de las particularidades del depósito, si es cerrado o abierto, encontraremos esta característica de enterrado, semienterrado o superficial.

Estas condicionantes de uso y de construcción determinan los nombres de los elementos. En el caso de los depósitos que estamos analizando, utilizaremos dos componentes lingüísticos muy importantes en el castellano, la lengua árabe y la latina. La palabra derivada en latín para los depósitos subterráneos o semi enterrados es «*cisterna*», la raíz etimológica lo relaciona con «*cesta*» quizá por su forma. Vitruvio en el libro VIII, capítulo VII, habla del sistema constructivo de las cisternas que el autor especifica «*son para recoger aguas llovedizas*» (Ortiz 2001, 207). Interesante la mención de la proporción de las mezclas: dos partes de cal por cinco de arena; además de mencionar la construcción de depósitos interiores para trasvasar el agua, esto es importante para el manejo de partículas en suspensión, que deben ser eliminadas para que el agua sea apta para los diversos usos.

Por otra parte, el nombre común para las cisternas en árabe hispanizado es «*aljibe*». Icaza menciona que «*aljibe*» viene del árabe «*al yibb*» que significa pozo (Icaza 2007, 52-61). Tanto en la raíz latina

como en la árabe observamos los nombres de los depósitos en alusión a objetos de uso común relacionados con el agua o con la forma del contenedor. Los depósitos cubiertos de diferentes características están destinados al consumo humano, por lo tanto, se cuida que el agua se mantenga limpia y protegida. Los tamaños pueden variar, la fuente de alimentación también, en cuyo caso se verán los depósitos como componentes de sistemas amplios de captación, conducción y almacenaje.

Los depósitos abiertos cuentan con dos palabras para definirlos, en árabe hispanizado serán «*alberca*» y en latín «*estanque*». Estos depósitos están destinados al riego o a usos industriales, por lo tanto, el agua no necesita mantenerse pura; sin embargo San Nicolas menciona que estos depósitos pueden mantener el agua en buenas condiciones por encima de los cubiertos: «También conviene que su sitio este al descubierto, y que le de el aire, sol. Y así de los tales dicen los físicos, que dan el agua sencilla y limpia, mas que los que van a lo encubierto» (San Nicolas 1639, 254).

Otros usos relacionados con depósitos fijos abiertos son el cultivo de peces descrito por Kubler y Escobar, describe tanques para piscicultura en Cuahuatínchan, Yanhuitlan o Tecali (Kubler 1982, 239). También Fray Matías de Escobar comenta sobre el tanque de Yuririapundaro «[...] las aguas de esta fuente le reprime un tanque [...] en el estanque que sujeta las aguas se crían muchos y numerosos bagres [...]» (Escobar 1991, 109).

Las crónicas mencionadas pertenecen al siglo XVI mexicano, sin embargo, un ejemplo actual de este uso lo podemos observar en uno de los tanques del Alcázar de los reyes cristianos en Córdoba España. Tiene numerosos peces que se acercan a recibir alimento de los visitantes, estos ayudan por medio de diversos procesos a mantener el agua sana. Es pertinente mencionar también, el origen de otra palabra que define estos depósitos donde se almacena el agua. «*Piscina*» que en latín deriva de «*piscis*» peces, ya que en estos depósitos como se mencionó en los últimos renglones, se conjuntaba el cultivo de peces y el almacenamiento de agua.

Los depósitos principales derivan en otros más pequeños que se denominan de diferentes maneras. Los nombres derivados suelen ser muchos: fuente, pila, pilón, pileta, alberca, albercón; las raíces etimológicas de cada uno de estos nombres son de interés por-

que nos definen una percepción que posteriormente se traslada al nombre, y nos habla de su origen. Por ejemplo, la raíz de «*alberca*» es en árabe «*al birka*» que significa «*el charco*»; resolución altamente intuitiva que el nombre evolucionara de una descripción comparativa a un sustantivo, un cambio frecuente y lógico.

Estos depósitos de agua se encontraban en sitios estratégicos, en puntos de ingreso del agua o en las zonas donde se facilitaba la captación, como el de Tecali, Puebla, que se encuentra al norte del presbiterio. En el pasado el techo de madera debió de tener canalones, que llevaban la captación de agua de lluvia del templo hasta este sitio. Después de los depósitos principales, el agua se canalizaría hacia depósitos de menor tamaño ubicados de acuerdo con la función o el uso, en los patios anexos a cocinas, para manufacturas, consumo o incluso limpieza.

Estos espacios asociados a los depósitos son parte del sistema hidráulico general. Si bien el destino final de los sistemas frecuentemente es un almacenamiento, las canalizaciones y accesorios suelen ser muy diversos, San Nicolas menciona los materiales para las canalizaciones: «De diferentes materias se hacen los caños para llevar las fuentes, como es de plomo, cobre, madera Y barro cocido, y en unos y en otro ay que reparar en cual sea el mejor. De los de plomo testifican los Médicos, que crían escoriación en los intestinos. De los de cobre, dicen que dan gota, cáncer, dolor de hígado de bazo. Los de madera infician el agua, comunicándola el sabor y color. Los de barro fon mejores: y del barro afirman los Filósofos, que son más sabrosas las aguas que en ellos se lleven, porque dicen, que la tierra es el natural sosiego y asiento del agua» (San Nicolas 1639, 266).

Esta predilección por el barro mencionada por San Nicolas es notoria en los edificios de análisis, ya que se encuentran canalizaciones de barro incluso para circular agua por muros y refrigerar habitaciones para almacenamiento de alimentos. También se han encontrado estas tuberías como canalizaciones entre los diferentes depósitos de agua en cocinas y como bajadas de agua pluvial ahogadas en muros, así como gárgolas que terminan en los depósitos de captación.

También es común encontrar canalizaciones en coronas de muros o en las mismas azoteas, estos canales forjados tienen capacidad para transportar mayor cantidad de agua. En dichos casos el tratamiento de la superficie es por medio de un aplanado, que es si-



Figura 4
Tubería de barro virreinal en exhibición en el antiguo claustro del convento de San Miguel Huejotzingo Puebla, fotografía (Pastrana 2023)

milar en todas las superficies en contacto con el agua. Con respecto a estos aplanados es común observar una coloración rojiza, esto nos remite a diversas fuentes que mencionan los agregados en la cal para lograr la impermeabilidad. Por ejemplo, fragmentos y triturados de diferentes tamaños de piezas de barro y cerámicas. Esta técnica no es reciente, de hecho es bastante antigua y se encuentran múltiples referencias a ella a través de la historia, como la siguiente: «La superficie del specus que habitualmente estaban en contacto con el agua se recubrían con un enlucido que las hacía más lisas e impermeables. Esta pasta o mortero, que recibía el nombre *opus signinum*, estaba formada por una mezcla de calx (cal), arena fina y a veces polvo de ladrillo» (González 2005, 113).

Del «*opus signinum*» Roberto Marta comenta: «[...] usado en revestimientos impermeables para pavimentos de patios y terrazas, para cisternas y muros etx este compuesto por fragmentos triturados y pasta



Figura 5
Alberca en la huerta del antiguo convento franciscano de Huejotzingo en Puebla. Son perceptibles los agregados típicos del «*opus signinum*», fotografía (Pastrana 2023)

fina bien batida en Italia es conocido coloquialmente como *coccio-pisto* es característico de Signa (Segni) de donde es originario [...]» (Marta 1990, 34). Más adelante, el mismo autor nos da una proporción al referirse a las cubiertas impermeables en los depósitos de agua: «[...] dos partes de cal y cinco de arena [...]» (Marta 1990, 112).

Estos recubrimientos en algunos de los casos siguen en buen estado de impermeabilidad. En algunos otros que están en estado ruinoso, se puede observar que el aplanado se aplica sobre una cama de ladrillo de barro en petatillo o espina de pescado, sobre dicha cama el aplanado de cal lleva los agregados mencionados, y al final un enlucido con la típica coloración rojiza. Este sistema de capas decrecientes es observado en varios de los ejemplos analizados, Javier Alejandro describe en el *Signinum* varias capas; la primera de ellas con pedacería de tabique de barro con mezcla de cal arena y polvo de ladrillo, en la segunda capa decrece el tamaño de los agregados, finalmente el enlucido con polvo de ladrillo, polvo de mármol y arena cernida (Alejandro 2011, 79-96).

En cuanto a los tamaños encontramos una relación directa con la precipitación pluvial, por ejemplo, entre más se avanza al norte del actual territorio mexicano los depósitos son mas grandes y aumentan en número. En el antiguo colegio de propaganda Fide en Guadalupe Zacatecas se encuentran diversas cisternas, todas de gran tamaño. En la antigua huerta, hoy desaparecida, se encontraba una alberca registrada en

planos antiguos, que en proporción con el edificio, se observa similar a la descrita renglones atrás en el actual panteón francés de San Joaquín, en la Ciudad de México. Tanto el número como el tamaño de los depósitos de agua está en relación con las precipitaciones pluviales actuales, que sin contar las variaciones por el cambio climático, contrastan con las del centro de México por ser más escasas.

Los depósitos de agua y sistemas de canalización analizados en los conjuntos conventuales y monásticos, en el antiguo territorio del virreinato de la Nueva España, presentan soluciones y características que se mantuvieron más o menos estables desde miles de años atrás. Es interesante que el aplanado que se considera más apto por su impermeabilidad, siga siendo similar al utilizado por los romanos hace 2000 años. Por otra parte, los sistemas constructivos y el diseño hidráulico analizado proporcionan elementos que pueden ser retomados para sistemas de captación modernos en viviendas unifamiliares; lo que permitiría adaptar sistemas de captación de agua en escalas domésticas en entornos contemporáneos.

Adicionalmente, se realizan los análisis en el marco de metodologías que buscan identificar los códigos dentro de los objetos patrimoniales, para preservar la información que se busca heredar, tomando como ejemplo sistemas probados a lo largo del tiempo. En el caso de los sistemas constructivos, el código se encuentra implícito en el mismo objeto, proporcionando información de los materiales, sistemas constructivos y procesos; tanto de diseño como de construcción. Esta lectura es sumamente importante para el diseño de técnicas compatibles de intervención, que permitan la conservación del objeto como fuente primaria de información.

LISTA DE REFERENCIAS

Alejandro Sánchez, Javier. 2011. Los morteros en la antigüedad. En *La técnica de la arquitectura en la antigüedad*, Amparo Graciani ed. Sevilla: Universidad de Sevilla secretario de publicaciones.

- Báez Macías, Eduardo. 1969. Introducción, notas y versión paleográfica. En *Obras De Fray Andrés De San Miguel*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas.
- De Escobar, Fray Matías. 1991. De la fundación del cuarto convento de esta provincia llamado San Pablo Yuririapundaro. En *Crónicas de Michoacán*, selección, introducción y notas de Federico Gómez De Orozco. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, (Biblioteca del estudiante universitario): 99-129.
- De San Nicolás, Fray Laurencio. 1639. *Arte y uso de Arquitectura*. Madrid (Digitalizado por la Sociedad Española de Historia de la Construcción).
- Guzmán Arroyo, Virginia. 2013. El sistema de distribución de agua en el Santo Desierto de los Leones. *Boletín de Monumentos Históricos*, número 27, tercera época, enero-abril 2013, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México.
- González Tascón, Ignacio e Isabel Velázquez. 2005. *Ingeniería Romana en Hispania, historia y técnicas constructivas*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.
- Icaza Lomelí, Leonardo. 1985. Arquitectura para el agua durante el virreinato en México. *Cuadernos de arquitectura virreinal*, número 2, noviembre 1985 (Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México): 20-33.
- Icaza Lomelí, Leonardo. 2007. De Agua y Arquitectura Novohispana. *Bitácora arquitectura*, número 16, febrero 2007, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, páginas 52-61, Ciudad de México, México.
- Kubler, George. 1982. *Arquitectura mexicana del siglo XVI*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Marta, Roberto. 1990. *Architettura Romana Tecniche costruttive e forme architettoniche del mondo romano*, Roma: Kappa.
- Sotomayor, Joaquín. 1776. *Modo de hacer incombustibles los edificios, sin aumentar el coste de la construcción*. Madrid: Oficina de Pantaleón Aznar (Digitalizado por la Sociedad Española de Historia de la Construcción).
- Vitruvio Polión, Marco. 2001. *Los diez libros de arquitectura* (Edición de José Ortiz y Sanz). Madrid: Akal.

La presa de Marrón, en Cantabria, una obra hidráulica del siglo XIX

Pedro Plasencia-Lozano
Marina Bargón García
Rita Ruiz Fernández

La construcción de presas basada en el desarrollo de la mecánica de fluidos y de la resistencia de materiales como disciplinas comenzó a normalizarse a partir del siglo XIX, momento en el que se comienzan a construir las conocidas como presas científicas (Aranda 2022). En esos primeros años del XIX, en el contexto español, comienzan a impartirse los estudios de ingeniería de caminos, y con ellos la formación sistemática de técnicos especializados en las obras hidráulicas.

Esa ausencia de conocimiento riguroso de las leyes de la hidráulica no fue, sin embargo, impedimento para que en España fueran construidas presas de gran relevancia; algunas de ellas han llegado a nuestros días y siguen cumpliendo su función de embalsar un cuerpo de agua. Estas presas pre-científicas o intuitivas eran construidas por maestros de obra que transmitían el conocimiento de forma oral y en ocasiones mediante esquemas o dibujos. Asimismo, existían tratados y libros descriptivos publicados, como *Los veintiún libros de los ingenios y las máquinas* (Anon 1984) o *Máquinas hidráulicas de molinos y herrerías y gobierno de los árboles y montes de Vizcaya* (Villareal de Bériz 1736); también en otros países europeos circulaban libros como los de H. Calvor o Jacob Leupold (Schnitter 1994).

Estos libros, que han llegado a nuestros días, aportan información valiosa sobre el estado de la técnica de la época; asimismo existen numerosas investigaciones que van sacando a la luz documentos

históricos que nos muestran planos y mapas que representan molinos o conjuntos de presas y canales junto a un río en un territorio determinado, con frecuencia asociados a documentos de pleitos que precisaban mostrar la ubicación de elementos ya construidos. Menos comunes resultan, sin embargo, los documentos que, con cierto detalle, representan planos de planta o secciones de las presas, como el recogido por Giménez Font et al. en relación con el proyecto del recrecido de la presa de Almansa en 1788 (2022).

En este ámbito resulta novedoso encontrar documentos relativos a proyectos que aporten información vinculada con obras efectivamente construidas, tanto de los materiales o de las proporciones y medidas como de las vicisitudes que sucedían en torno al origen y desarrollo de la propia construcción. Esta investigación analiza unos manuscritos localizado en el archivo de la Real Academia de San Fernando de Madrid relacionados con la presa de Marrón, en Cantabria, España, obra del arquitecto Alejo de Miranda. Se trata de una propuesta de presa de mampostería y emparrillado fechada en 1802 cuya tipología es poco común. Los documentos, relacionado con la Comisión de Arquitectura de la citada Academia, nos pone en relación también con otros técnicos de la época, como Pedro Arnal, Francisco Antonio del Collado o Juan Antonio de Vierna, y con el procedimiento que seguían los proyectos de obras públicas en España para poder ser llevados a la práctica.

MARRÓN. LA PRESA Y LA REAL ACADEMIA DE BELLAS ARTES DE SAN FERNANDO

La localidad de Marrón se sitúa en la Comunidad Autónoma de Cantabria, España, y forma parte del término municipal de Ampuero. Por esta zona discurre el río Asón, un curso de agua típicamente norteño que recorre la región a lo largo de 39 km. Su régimen es pluvio-nival, ya que se alimenta tanto de las precipitaciones como del deshielo de la nieve. Su anchura oscila entre los 20 y los 45 m, y su caudal medio anual asciende a 21,85 m³/seg.

En ese entorno, el recorrido de río traza un amplio meandro que abraza una zona de suaves pendientes, y por tanto idónea para disponer algún tipo de industria basada en la diferencia de cota que puede producirse en el propio río, entre un extremo del meandro y otro. En el siglo XVIII Juan Fernández de Isla construye una fábrica de anclas con el propósito de surtir a los barcos de la Armada, que aprovechaba asimismo la presencia de algunas minas de hierro en la región (Ceballos Cuerno 2004). Para optimizar el salto de agua generado fue construida una presa que elevaba la cota de la toma.

El 20 de mayo de 1801 se produjo una importante riada que arruinó parcialmente esta obra, y con el propósito de reconstruirla se le encargó al arquitecto

Juan Antonio de Vierna que redactara un proyecto. Este documento fue remitido a la Real Academia para que la Comisión de Arquitectura lo examinara y emitiera un informe; dicho trámite había sido instaurado por Carlos III en 1786, que creó por Real Orden una Comisión Censora de los proyectos de toda obra pública que se construyera en España, y que debían ser enviados a la Academia por el Consejo de Castilla o por otros cuerpos autorizados.

El proyecto fue estudiado por un grupo de técnicos. Éstos emitieron varios informes que alertaban sobre algunos errores detectados en la propuesta de Vierna, y que fueron elevados al arquitecto Pedro Arnal, director de la Comisión y también director general de la propia Academia en ese momento. Ante esta situación, Arnal encargó a otro técnico, el arquitecto Alejo de Miranda, que visitara el lugar e hiciera una propuesta alternativa en una carta fechada el 31 de mayo de 1802.

Alejo de Miranda respondió, mediante una carta firmada en Vergara el 19 de junio del mismo año, que efectivamente visitó las obras acompañado por Andrés La Cavada: “reconocí la presa antigua, las obras existentes, sus inmediaciones, y cuando usted me prevenía, y a consecuencia de todo he formado los borradores que incluyó sin formalidad, pero sí con exactitud”.



Figura 1
Ubicación de Marrón, entre Santander y Bilbao, en un meandro del río Asón

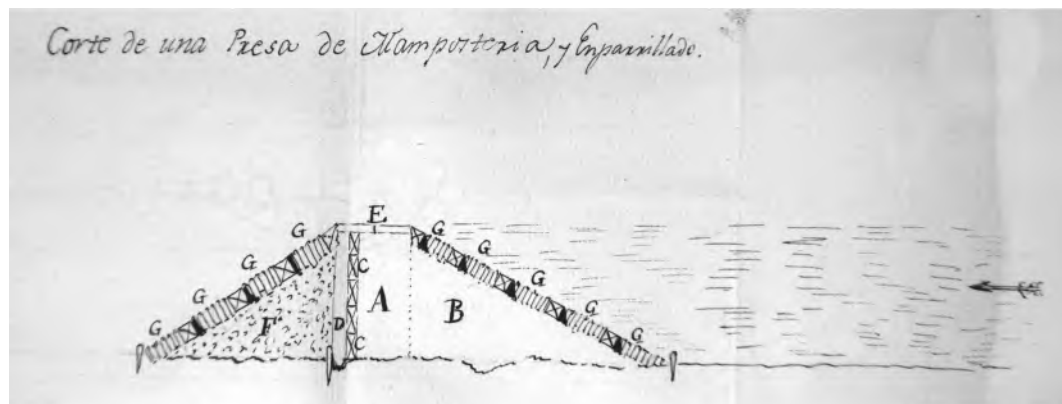


Figura 2

Presa propuesta por Alejo de Miranda (Archivo RABASF). A: pared de mampostería. B: relleno de mampostería o de cascajo y piedra. CC: tablones o colomas. D: pies derechos. E: chapas. F: relleno de cascajo. G: encache en los cuadrados del emparrillado

En su opinión, el emplazamiento de la presa original no era correcto, pues el emparrillado de la cimentación estaba situado en una zona donde el álveo era inadecuado, con desigualdades y concavidades, y por ello preveía importantes filtraciones de agua. Por ello proponía realizar una presa en un lugar distinto, aguas arriba, donde había detectado la presencia de un lecho horizontal de “peña viva”. Del mismo modo, la toma del agua y las compuertas debían ser desplazadas también aguas arriba de su emplazamiento previo. Además, señalaba que en la zona de la presa el río en condiciones normales tenía una profundidad de 3 pies (algo más de 80 cm), pero que el día de la riada alcanzó los 20 pies (algo más de 5,5 m). Miranda también incluía en el informe diversas referencias a los daños causados por la riada en el entorno de la desembocadura del río Ampuezo en el Anón, y sugería rehacer un muro de encauzamiento “firme y duradero” en ese lugar.

En relación con la presa, Miranda apunta que precisamente en ese momento él se encontraba realizando una presa para una ferrería (quizá en Vergara o en su entorno), y sugería replicar el método constructivo de dicha obra, aportando un dibujo (figura 2) –recordemos que Miranda incluyó en su carta “dibujos informales pero exactos”–.

Apuntamos también que el documento remitido por Miranda incluía la descripción geográfica del entorno. Así, se pueden observar tanto la disposición

del canal hidráulico y de la fábrica de anclas como distintos perfiles del terreno (figura 3).

A la vista de este documento, Arnal escribió a los promotores de la obra una carta el 19 de agosto de 1802 donde exponía lo apuntado por Miranda y sugería realizar un nuevo caz y unas nuevas compuertas siguiendo esas indicaciones. Asimismo, proponía que las obras fueran realizadas por Francisco Antonio del Collado, uno de los cuatro técnicos que habían expresado sus dudas en los informes internos recibidos, del que el propio Arnal escribía que era “sujeto inteligente y práctico en esta clase de obras, a quien, además del mérito que le acompaña, tengo enterado por menos del mérito que debe observar en ella, nombrándole por jefe y cabeza principal, con todas las facultades necesarias para recibir y mandar a los operarios (...) según me lo manifiestan varios informes particulares que tengo sobre el asunto.”

La presa propuesta por Miranda

La presa a la que se refiere Miranda consiste en un núcleo rectangular apoyado aguas arriba y aguas abajo por sendos espaldones. Dicho núcleo está compuesto por un muro de mampostería de notable espesor que presenta en el paramento aguas abajo una estructura de madera definida por tablones y pies derechos; estos últimos se introducen ligeramente en el

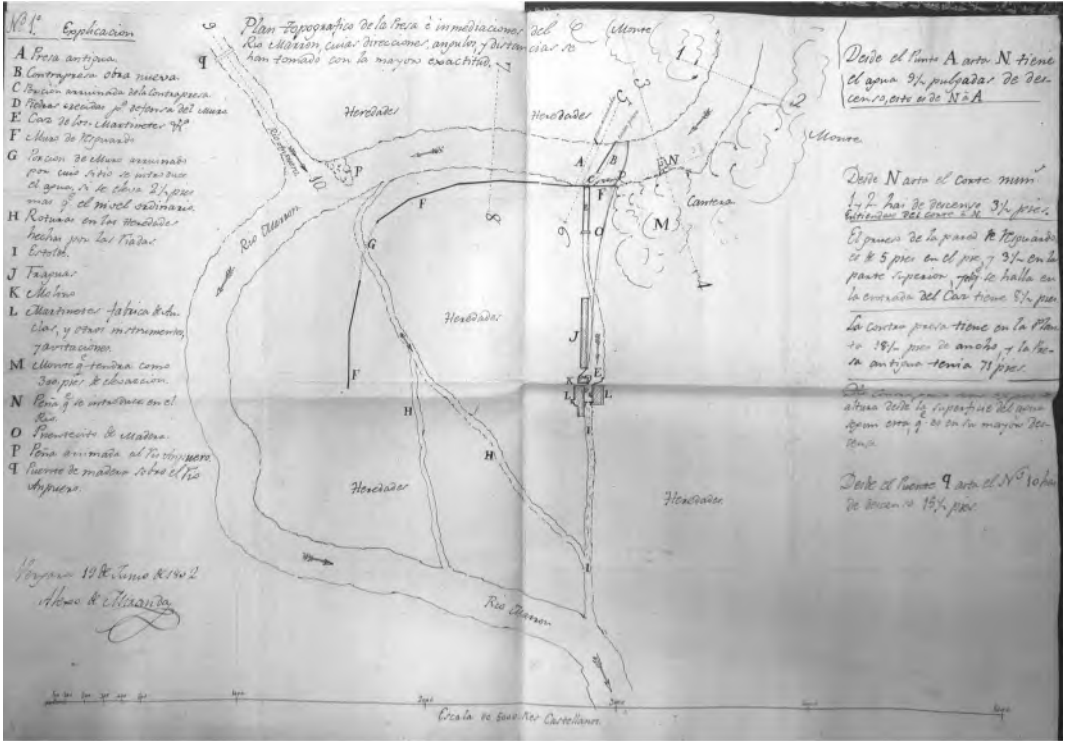


Figura 3 Representación del río y el conjunto fabril, en el centro de la imagen, junto con anotaciones referidas a la cota alcanzada por el río durante la crecida. El río Asón es nombrado río Marrón en todos los manuscritos estudiados (Archivo RABASF)

terreno. Si bien desconocemos las dimensiones exactas sí podemos deducir del dibujo que la altura es 1,8 veces la anchura. Así, por ejemplo, una estructura de 20 pies ó 5,5 m de altura implicaría una anchura en la coronación de algo más de 3 m.

El espaldón de aguas arriba consiste en un relleno de mampostería o cascajo y piedra, y tiene un talud aproximado de 2H / 1V; por su parte, el situado aguas abajo se compone de un relleno de cascajo, con un talud aproximado de 1,5H / 1V (figura 4).

La presa incluye una suerte de envolvente, bien definida en el dibujo de Miranda. Así, la coronación incorpora unas chapas sobre la mampostería y la estructura de madera; por su parte, los taludes quedan revestidos por un emparillado con un enchachado “en los quadrados”. Un último detalle del dibujo son una serie de estacas marcadas en los extremos de los taludes y también en el extremo de la estructura de madera del núcleo.

Análisis

Debemos apuntar, en primer término, que si bien en la actualidad existe una presa erigida en la zona mencionada, no podemos confirmar si es la misma que Alejo de Miranda propuso. Hemos inspeccionado el sitio y, a primera vista, la estructura que allí se encuentra podría coincidir con la recogida en los dibujos estudiados. No obstante, no se han realizado mediciones para verificar la pendiente de los taludes y aún desconocemos las características específicas del talud aguas arriba, pues se encuentra bajo el agua.

La tipología de la presa sorprende por varios motivos. En primer lugar, la existencia de un espaldón aguas arriba no parece tener mucha lógica estructural, y en paralelo su coste de construcción debía ser bastante relevante. Únicamente encontramos sentido a una presa con doble talud si la parte impermeable del núcleo fuese inestable, pero no parece ser el caso

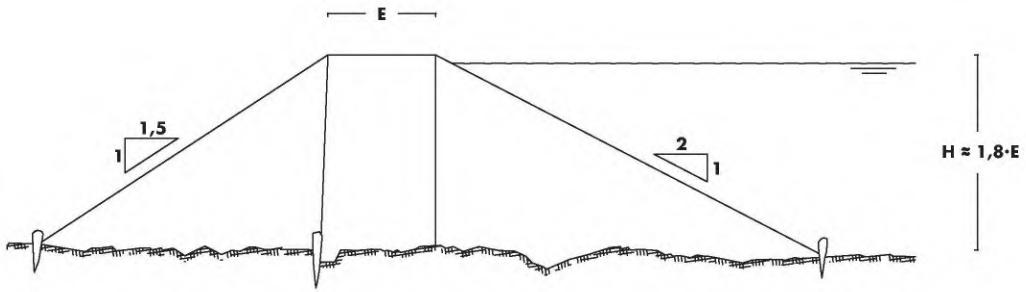


Figura 4
Proporciones y taludes de la presa propuesta por Alejo de Miranda (elaboración propia)

debido al espesor y al empleo de mampostería en el mismo. La idea de plantear presas con un núcleo central de carácter impermeable al que se le añadieron sendos espaldones en Europa comienza a plantearse a inicios del XVIII, con ejemplos como las presas de Wiesenbeeke o de Harz (Schnitter 1994).

Sin embargo, en España las presas coetáneas construidas en otras zonas no se planteaban habitualmente con esta tipología -salvo alguna excep-

ción, como la que existió en Mata de Alcántara, en Cáceres (García-Diego 1994). Así, en el siglo XVIII se habían construido ya las presas de arcos múltiples del noble vasco Villarreal de Berriz -si bien con una altura máxima de 5 m-, situadas además en Guipúzcoa y Cantabria (García-Diego 1971); también en el entorno de Levante existían ya diversas presas de gran altura que podríamos definir como de gravedad, con un núcleo autoportante de mam-



Figura 5
Presa de Marrón en la actualidad (fotografía de los autores)



Figura 6

Estribo derecho de la presa actual. Se observan diferentes y diversos muros, así como el punto de toma (fotografía de los autores)

postería recubierto con sillería (López Gómez 2000); asimismo, en Extremadura se habían construido ya un importante número de presas de contrafuertes al menos desde el siglo XVI (García-Diego 1994; Plasencia-Lozano 2007). Del mismo modo, las presas construidas en la zona en las décadas anteriores con objeto de derivar agua para suministrar fuerza motriz a molinos y ferrerías no tenían usualmente doble espaldón, sino uno situado aguas abajo. El paramento aguas arriba, vertical, se construía de sillería o mampostería, mientras que el paramento de aguas abajo, ya inclinado, solía construirse de mampostería (Izaga Reiner 2017).

Es decir, que la tipología planteada por Miranda puede calificarse de sorprendente a la vista de la existencia de técnicas de contrastado éxito posiblemente más rápidas en cuanto a la ejecución y también más económicas. Y nos llama la atención no sólo el hecho de que Miranda no siguiera los preceptos de Villarreal de Berriz para construir una presa de arcos múltiples o la costumbre del entorno para plantear una de un solo espaldón - creemos que Miranda debería conocer ambas opciones-, sino también por el hecho de que Pedro Amal no planteara la realización de una presa conforme a lo que se realizaba en otras partes de España, como Levante o Extremadura.

Otro elemento interesante es la existencia de una estructura de madera en el cierre del núcleo de mampostería. Al respecto, las *colomas* -forma de denominar un tablón- son citadas por Villarreal de Berriz en su tratado de 1736 al describir las presas usuales que se construían en la zona (las de sección trapezoidal con un solo talud que hemos descrito en los párrafos anteriores). Según indica, se recomendaba forrar con ellas los taludes de cantería, con las juntas calafateadas, para evitar que durante los primeros meses tras su construcción el agua pasara al macizo de cantería recién hecho y arrastrara aglomerante de cal aún sin endurecer (Izaga Reiner 2017). En el diseño de Miranda las colomas van acompañadas de unos pies derechos que -suponemos- se disponían unos a continuación de otros a lo largo de toda la anchura de la presa, actuando así como una suerte de empalizada más o menos compacta. Hacemos la hipótesis entonces de que la estructura de madera del núcleo se compondría de dos capas: una primera compuesta por colomas y una segunda compuesta por una sucesión de pies derechos; todo ello estaría calafateado y funcionaría como pantalla impermeable. Quizá el propósito de situarlo aguas abajo del núcleo de mampostería era protegerlo ante una posible erosión del talud aguas arriba.

En relación con el paso del agua a través de la sección transversal de la presa, creemos que la obra planteada carece de aliviaderos tanto en el fondo como en la superficie -hablaríamos entonces de un azud, más que de una presa-. Por ello era necesario incorporar tanto los encachados como las chapas para revestir el cuerpo de la presa.

CONCLUSIONES

Los documentos examinados son reveladores, ya que nos brindan la oportunidad de reconstruir la secuencia de procedimientos administrativos típicos de los proyectos de infraestructura pública planteados en la corona de Castilla a principios del siglo XIX, como consecuencia de la aprobación por parte de Carlos III en 1786 de la Real Orden citada, así como los plazos manejados.

También nos ha permitido conocer con cierto detalle la sección tipo de una presa construida en el entorno de Vergara (lugar desde donde Alejo de Miranda escribía sus informes), y que tal vez fue replicada

en Marrón. Estos documentos son inusuales (afirmación hecha, por supuesto, con la debida cautela), y por esta razón consideramos que los hallazgos del estudio tienen importancia en el ámbito de la historia de las presas pre-científicas.

En esa línea, la tipología de Miranda no aparece recogida en los principales libros y artículos consultados que tratan sobre la historia de las presas pre-científicas. Y si bien la tipología es conservadora desde el punto de vista estructural, propone como novedad la introducción de una pantalla de madera en un núcleo de mampostería protegido a su vez por dos taludes. Al respecto de la tipología, quizá el miedo a una futura avenida del río debió condicionar notablemente la decisión de un planteamiento tan conservador.

Asimismo, la decisión de Arnal en cuanto a confiar en la tipología de Miranda por el hecho de vivir en la zona confirma que el conocimiento constructivo de las presas en la época estaba muy fragmentado, existiendo por ello tipos muy diferentes de estructuras hidráulicas en función del entorno territorial incluso a comienzos del siglo XIX.



Figura 7

Detalle del encachado de la presa existente, con las grapas visibles (fotografía de los autores)

Finalmente, no sabemos si la presa propuesta por Miranda fue construida finalmente, y tampoco sabemos si la obra actual es la que se realizó en la primera década del siglo XIX; en las inmediaciones de la presa, y en particular en el estribo derecho, se observan muros de diferentes facturas, unos de mampostería y otros de fábrica, que delatan la realización de diversas reparaciones y correcciones a lo largo de los siglos (figura 6). En todo caso, el talud aguas abajo de la presa actual está rematado con un encachado donde se observan distintas grasas repartidas por el paramento (figura 7). Del mismo modo, el plano del entorno trazado por Miranda (figura 3) no recoge con claridad la diferencia entre la ubicación de la presa que proponía Juan Antonio de Vierna, y la que proponía él mismo, por lo que tampoco podemos deducir si se hizo alguna de estas dos.

La investigación realizada, precisamente, puede verse completada en el futuro por otra que resuelva la incógnita de la autoría de la presa; para ello sería necesario emplear aparatos de precisión. También sería necesario conocer la forma del talud sumergido. Es posible, por último, que en archivos municipales o autonómicos, tanto de Cantabria como del País Vasco, puedan existir otros proyectos de presas similares a este.

AGRADECIMIENTOS

La investigación se ha realizado en el marco del Proyecto PID2019-105877RA-I00 “Análisis y definición de estrategias para la caracterización, recuperación y puesta en valor del patrimonio de las obras públicas. Una aproximación desde la escala territorial”.

LISTA DE REFERENCIAS

Anónimo. 1984. *Los Veintiún Libros de Los Ingenios y de Las Máquinas*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

- Aranda, Fernando. 2022. “El Patrimonio de Las Presas Históricas En Extremadura.” In *El Patrimonio de Las Obras Públicas. Del Puente Romano de Alcántara Al Diálogo Con La Actualidad*. Madrid: Sial Pigmalión.
- Ceballos Cuerno, Carmen. 2004. “Potencialidad Turística de Las Ferrerías y Molinos de La Cuenca Del Río Asón.” *Monte Buciero*, no. 10: 207–52.
- García-Diego, José Antonio. 1971. “Don Pedro Bernardo Villarreal de Berriz y Sus Presas de Contrafuertes.” *Revista de Obras Públicas*, no. 3076: 599–616.
- García-Diego, José Antonio. 1994. *Presas Antiguas de Extremadura*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.
- Giménez Font, Pablo, Cristian Pardo Nàcher, y Miguel Juan Pereda Hernández. 2022. “El Recrecimiento de La Presa de Almansa a Finales Del Siglo XVIII y El Plano de Bartolomé Rivelles.” *Cuadernos de Geografía*, no. 108–109: 131–48. <https://doi.org/10.7203/CGUV.108.23647>.
- Izaga Reiner, José María. 2017. “Las Presas de Arcos y Contrafuertes de Villarreal de Berriz. Una Innovación Tecnológica En El País Vasco En El Siglo XVIII.” In *Actas Del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de La Construcción*, editado por Santiago Huerta Fernández, Paula Fuentes González, e Ignacio Javier Gil Crespo, 815–28. Instituto Juan de Herrera.
- López Gómez, Antonio. 2000. “Las Presas Españolas En Arco de Los Siglos XVI y XVII. Una Innovación Revolucionaria.” In *I Congreso Nacional de Historia de Las Presas. Actas I*, editado por Francisco Bueno Hernández, 43–54. Mérida: Diputación de Badajoz.
- Plasencia-Lozano, Pedro. 2007. “La Presa Renacentista Del Casar de Cáceres.” *Norba, Revista de Arte* 27: 9–28.
- Schnitter, Nicholas J. 1994. *Historia de Las Presas. Las Pirámides Útiles*. 2000th ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Villarreal de Berriz, Pedro Bernardo. 1736. *Maquinas Hydraulicas de Molinos, y Herrerías, y Gobierno de Los Arboles, y Montes de Vizcaya*. Madrid: Antonio Marín.

La introducción del Método de Cross en España. La figura de Don Carlos Fernández Casado (1905-1988)

Josep Maria Pons-Poblet
Alba Arboix-Alió
Ruth Arribas-Blanco

La resolución analítica del sistema hiperestático fue una tarea prácticamente inabordable para el calculista de estructuras hasta bien entrado el siglo XX.

La publicación en mayo de 1930, por parte de Hardy Cross (1885-1959), del artículo *Analysis of continuous frames by distributing fixed-end moments*, permitió de manera generalista la resolución del problema formulado. Inicialmente pensado para edificios de hormigón armado, su aplicación se sistematizará rápidamente a todo tipo de estructuras. El ingeniero español Carlos Fernández Casado (1905-1988), viendo la importancia y trascendencia del método, prontamente lo adoptará en sus proyectos. El método permitía calcular una estructura por compleja que fuere. De hecho, el propio ingeniero Carlos Fernández Casado escribía: *Un pedazo de papel y un lápiz bastan para acometer el análisis de cualquier estructura reticular* (Fernández Casado 1957). El procedimiento pasará a ser conocido como *Método de distribución de momentos* o, popularmente, *Método de Cross*.

Igualmente, cabe destacar de Don Carlos que su labor docente y pedagógica lo llevará a escribir el libro *Cálculo de Estructuras Reticulares*, en donde se recoge la formulación del método con múltiples ejemplos didácticos y que, con sus ocho ediciones, constituyó un referente para toda una generación de calculistas que lo tuvieron como obra de referencia.

DON CARLOS FERNÁNDEZ CASADO (1905-1988)

Sería misión imposible glosar la figura de Don Carlos Fernández Casado en unas breves líneas del artículo que nos ocupa. Se recomienda al lector interesado, la obra *Carlos Fernández Casado* (Fernández Troyano y Manterola 1997) donde familiares, amigos y compañeros nos presentan la figura *del ingeniero y humanista* que fue.

Aunque su formación principal, y por la que es más conocido, fue la de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Escuela de Madrid (donde llegaría a ser catedrático), fue también miembro electo de la Academia de Bellas Artes de San Fernando, siendo también divulgador de obras técnicas entre las que destacan materias relacionadas con la teoría de las Estructuras, la Resistencia de Materiales y la Ingeniería de Puentes - por citar algunos campos tratados en la extensa lista de sus publicaciones. A pesar de ello, no podemos obviar otros campos de su saber como fueron la filosofía, la historia y la estética, reflejados en sus publicaciones y múltiples conferencias. Como puede verse, Don Carlos Fernández Casado fue un auténtico humanista con múltiples fuentes de conocimiento. A pesar de ello, y en función del artículo que estamos presentando, nos centraremos principalmente en su labor técnica y divulgativa de la misma.



Figura 1

Esquema de una viga acartelada, la cual aparece en la portada de sus libros

EL MÉTODO DE CROSS

En mayo de 1930, el ingeniero norteamericano Hardy Cross (1885-1959) publicó en la revista *American Society of Civil Engineers* un artículo titulado *Analysis of continuous frames by distributing fixed-end moments* (Cross 1930).

El cálculo estructural, a partir de este momento, dispondría de una herramienta ágil que permitiría el análisis global de la estructura. Hasta ese momento, la estructura hiperestática había sido resuelta con las herramientas que los métodos de la época aportaban. Al respecto podemos citar el Teorema de los Tres Momentos (Pons-Poblet 2019), conocido también como *Teorema de Clapeyron*, los métodos energéticos, las ecuaciones de la *slope-deflection*, los métodos gráficos (Pons-Poblet y Arboix-Alió 2020), el método de la masa elástica (Pons-Poblet 2016), entre otros. Estos procedimientos implicaban, en muchos casos, arduos cálculos e incluso la resolución de ecuaciones con abundantes incógnitas. Hemos de tener presente que en la época referida no existían las herramien-

tas de cálculo electrónicas que disponemos hoy en día. A lo sumo, el técnico disponía de una regla de cálculo para poder realizar sus operaciones. Este hecho implicaba que, debido al aumento del número de barras en los entramados, se generase un sistema de ecuaciones que, en muchos casos, implicaba tediosos y largos cálculos. Así pues, parece lógico que la formulación de un nuevo método que *resuelva del modo más sencillo y exacto cualquier tipo de estructura reticular, por complicada que sea* (Fernández Casado 1934), fuese muy bien recibido. Todo ello, y como es lógico, garantizando en todo momento la seguridad estructural. El periodo cuando se presenta la metodología formulada por Cross se caracteriza por la implementación de los métodos iterativos en el cálculo estructural. Aunque quedaría fuera de nuestro estudio, se cree oportuno mencionar entre ellos los formulados por Gaspar Kani (1910-1968) y Fukuhei Takabeya (1893-1975), aunque en el estado español no tuvieron prácticamente trascendencia, absorbidos completamente por el método del norteamericano. Sólo se encuentran breves referencias de ellos en algunos materiales académicos

Los norteamericanos consideraron la metodología presentada por Hardy Cross *como la aportación más valiosa al cálculo de estructuras durante los treinta años del siglo*, como recogerá Fernández Casado (Fernández Casado 1934). De hecho, viendo la frase desde la distancia, podríamos precisar que fue la aportación más valiosa hasta la implementación de los métodos matriciales con dispositivos electrónicos entrada la década de los años 70.

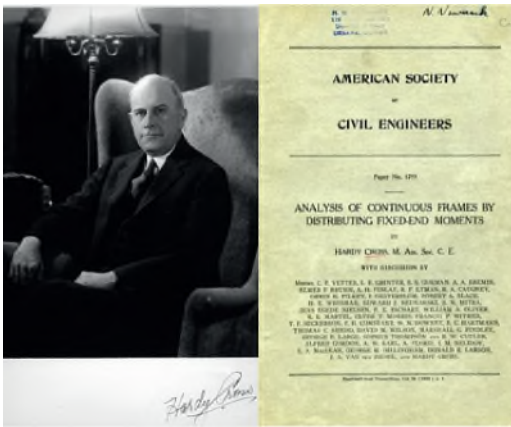


Figura 2

Imagen de Hardy Cross (izquierda). Artículo *Analysis of continuous frames by distributing fixed-end moments* (derecha)

... el ingeniero Cross desarrolló un procedimiento que, usando medios teóricos extremadamente simples, permite determinar de una manera muy clara los momentos flectores en los nudos de vigas continuas, pórticos, etc. [...]. Se trata de un procedimiento de los llamados “procedimientos de iteración”, es decir, se trata de un tipo de cálculo progresivo, paso a paso, en el cual en cada fase de cálculo se corrige el resultado de la operación anterior, convergiendo el error a cero. [...]. El cál-

Tabla 1
Métodos de aproximaciones sucesivas

Método	CROSS	KANI	TAKABEYA
Debido a	Hardy Cross	Gaspar Kani	Fukuhei Takabeya
Año	1930	1949	1938
País	Virginia (EUA)	Serbia	Japón

culo se desarrolla con medios extremadamente sencillos, en forma sinóptica y clara y sin esfuerzo mental digno de consideración. Por esto puede, quizás, resumirse este procedimiento bajo el lema de “la estática fácil” (Prenzlów 1958).

El mismo Hardy Cross, en la *Synopsis*, presenta el objetivo de su método,

The purpose of this paper is to explain briefly a method which has been found useful in analyzing frames which are statically indeterminate. The essential idea which the writer wishes to present involves no mathematical relations except the simplest arithmetic. [...] The reactions in beams, bents, and arches which are immovably fixed at their ends have been extensively discussed. They can be found comparatively readily by methods which are more or less standard. The method of analysis herein presented enables one to derive from these moments, shears, and thrusts required in the design of complicated continuous frames (Cross 1930).

El Método de Cross en España

No disponíamos de métodos de cálculo eficaces para las estructuras más frecuentes y otros como el de la viga de varios tramos o el de las presas de gravedad, estaban tarados por el sello de una inútil crueldad (Fernández Casado 1957).

En el estado español, y gracias a la figura de Don Carlos Fernández, el método se introdujo con rapidez. En apenas cuatro años transcurridos desde la formulación por el americano Cross, el método pasaría a formar parte de la bibliografía técnica gracias a la primera impresión de un novedoso texto que llegaría a ver 8 ediciones. Interesante es destacar que, en el prólogo de la octava edición, el autor ex-

plicita la existencia de edición francesa. Así pues, en verdad podríamos hablar de nueve ediciones. Este hecho, acompañado con la docencia del mismo en el ámbito universitario, implicó que toda una generación de técnicos (y futuros técnicos), tuviesen el método como referente, relegando los anteriormente citados para casos especiales. Podemos constatar que, a partir de la década de los 40, las memorias de cálculo encontradas empiezan a ser resueltas mayoritariamente con la metodología de Hardy Cross (Pons-Poblet 2014).

Carlos Fernández Casado afirmará que «inmediatamente adoptamos el método de cálculo para nuestros proyectos y figuró oficialmente por primera vez en un concurso del año 1932 donde utilizamos, además la simplificación de cargas y estructuras simétricas» (Fernández Casado 1957). Todo parece indicar que se refería al proyecto para la construcción de la nueva Facultad de Filosofía y Letras de la nueva Ciudad Universitaria en Madrid, resultando esas obras adjudicadas el 20 de julio de 1932 a la empresa Huarte y Cía. (Aguirre 1935).

El mismo tuvo la ocasión de participar en algunos proyectos de dicha constructora que en ese periodo empezaba a expandirse por el territorio, aunque con el nombre de Huarte y Malumbres (Fernández Casado 1971). Huarte trabajaba con ingenieros y arquitectos para las licitaciones de la ejecución de las obras ofreciendo, según el ingeniero Leonardo Fernández Troyano (hijo de Don Carlos Fernández Casado), «un cambio de estructura para abaratarla y mejorarla» ([Carlos Fernández Casado – España (1905 – 1988)]. s.f.). De este modo conseguían la adjudicación de obras posibilitando el crecimiento de la empresa Huarte, que llegaría a convertirse en una de las más importantes de la época.



Figura 3
Cálculo de Estructuras Reticulares. Primera edición (1934)
y Segunda edición (1940)

Fernández Casado en la primera edición del libro (1934) ya indicaba la importancia del nuevo método que presentaba.

Existen métodos de cálculo en los que las intuiciones directas no se limitan a establecer el punto de partida, sino que influyen a lo largo de todo el desarrollo, dando a las transformaciones de cálculo un sentido más valioso que el puramente combinatorio. Los puntos de contacto entre las esferas de lo físico y lo matemático jalonan todo el proceso y, a través de las operaciones abstractas, trasparece la realidad concreta del fenómeno físico. A este tipo de métodos pertenece el que hemos adoptado (Fernández Casado 1934).

Continuando,

Ventajas prácticas: poseyendo la intuición del fenómeno físico, que es lo que debe aprenderse en la Teoría de Estructuras, no hace falta más; los problemas se resuelven sin necesidad de recordar combinaciones artificiosas, por consiguiente de un modo más sencillo, más seguro y agradable (Fernández Casado 1934).

Como decíamos, una vez formulado el método, hacía falta una obra docente (para el alumno, el profesor y el técnico) que presentase pedagógicamente el método, pero sin perder en ningún punto el rigor y la veracidad, esto es, exigiendo en grado sumo las tres cualidades que deben exigirse a un método de cálculo: «universalidad, sencillez y exactitud» (Fernández Casado 1934). La pri-

mera edición del texto *Cálculo de Estructuras Reticulares* veía la luz en el año 1934 (figura 3).

El profesor de la Escuela de Ingeniería Aeronáutica de Madrid, D. Bernardino Fernández Pérez, con referencia al *Cálculo de Estructuras Reticulares* de Fernández Casado, afirmaba que «según creo, fue el primero en español y cuya contribución al conocimiento y difusión de dicho método entre los ingenieros españoles ha sido extraordinaria» (Fernández Pérez 1959). Realmente pocas palabras más serían necesarias para glosar la presentación de un libro como las anteriores.

El libro, conocido tradicionalmente como *el Fernández Casado*, tuvo desde el primer momento el rigor y la precisión, así como el sentido físico y la pedagogía, que siempre han acompañado los trabajos de Don Carlos Fernández Casado, convirtiéndole en un insigne referente dentro del mundo del cálculo estructural. Justo es citar que, a partir de la segunda edición, colaboró con él su hermano menor José Luis. La justificación del porqué del método escogido nos llega unos años más tarde (en la segunda edición de 1940), cuando el autor prologa el texto afirmando «que la materia impone al método, será más adecuado aquel cuyo contenido imaginativo sea más intenso, aquel en que trasparezca con más fuerza la realidad del fenómeno físico» (Fernández Casado 1940). Y es que a partir de la segunda edición se incide especialmente en la deformada «la única realidad física sensible» (Fernández Casado 1944) y en el diagrama de tracciones «rompiendo la incertidumbre tracción–compresión» (Fernández Casado 1944), complementando así los diagramas fundamentales.

El estudio de los desplazamientos estaba ya planteado antes de Cross, pero el modo de enfocar la cuestión desde el entramado en su totalidad física, ha abierto el horizonte para tratarlo de un modo integral y no como una corrección o como influencia secundaria (Fernández Casado 1957).

Siendo consciente que el método de Cross iba tomando arraigo en nuestro país, D. Carlos expone que «dos notas características del método son: dar sentido físico a las operaciones de cálculo y realizarlas materialmente sobre un esquema que reproduce la estructura» (Fernández Casado 1944), dejando claro nuevamente la preocupación por la comprensión del fenómeno físico.

Tabla 2
Distintas ediciones del libro (1934-1967). Fuente: (Pons-Poblet 2017)

AUTORÍA	EDICIÓN	IMPRESIÓN	PÁGINAS / MEDIDAS
Carlos Fernández Casado	1ª edición	Madrid: Diana Artes Gráficas, 1934	222 páginas; 22 cm
Carlos Fernández Casado	2ª ed. reformada	Madrid: Dossat, 1940	376 páginas; 22 cm
Carlos Fernández Casado	3ª ed. reformada	Madrid: Dossat, 1944	382 páginas; 22 cm
Carlos Fernández Casado	4ª ed. ampliada.	Madrid: Dossat, 1946	457 páginas; 25 cm
Carlos Fernández Casado	5ª ed. ampliada.	Madrid: Dossat, 1948	505 páginas; 25 cm
Carlos Fernández Casado	6ª ed. ampliada	Madrid: Dossat, 1952	499 páginas; 25 cm
Carlos Fernández Casado	7ª ed. reformada	Madrid: Dossat, 1958	499 páginas; 25 cm
Carlos Fernández Casado	8ª ed. reformada	Madrid: Dossat, 1967	505 páginas; 25 cm

La formulación fundamental del método, podríamos resumirla en palabras del propio autor:

Se parte de una estructura virtual con nudos absolutamente rígidos (es decir, que no permiten giros ni desplazamientos de las extremidades de las barras) y se llega a la estructura real, deshaciendo por etapas esta rigidez, permitiendo sucesivamente los giros y los desplazamientos.

La anterior operativa de aplicación del Método de Cross, está reflejada en todas las versiones del libro del autor consultadas, sólo con variaciones gramaticales entre ellas. De esta manera, el procedimiento es descompuesto por el autor en cuatro partes, comúnmente conocidas como etapas:

Etapas primera. Nudos absolutamente rígidos. Las barras están completamente incomunicadas y en condiciones de empotramiento perfecto en sus extremos.

Etapas segunda. Nudos giratorios, pero no desplazables; permiten el giro, pero no los desplazamientos de las extremidades de las barras.

La finalización de la segunda etapa permitía la resolución de cualquier estructura sin desplazamientos horizontales ($\Delta=0$). Estas dos etapas eran comúnmente conocidas como etapa fundamental. Ahora bien, si la estructura era translacional ($\Delta \neq 0$), el méto-

do continuaba con las etapas tercera y cuarta que constituían la llamada etapa paramétrica.

Etapas tercera. Nudos desplazables, pero no giratorios permiten el desplazamiento de las barras, pero de modo que se mantengan siempre paralelas sus secciones extremas; estamos en el caso de desplazamientos locales.

Pueden seguirse dos caminos para su resolución; el directo y el indirecto.

El procedimiento directo suprime de una vez todos los apoyos ficticios, dejando actuar la totalidad de fuerzas ficticias acumuladas.

El procedimiento indirecto realiza la liberación en el número de fases indicado por el grado de desplazabilidad, es decir, descompone el movimiento en tantos parciales como apoyos ficticios hayamos considerado, suprimiendo éstos uno a uno, sucesiva e independientemente.

Finalmente,

Etapas cuarta. Volvemos a dejar en libertad de giro a los nudos de la estructura, después de sufrir los desplazamientos correspondientes a la etapa anterior. Llegamos de este modo a un sistema de ecuaciones lineales en número fijado por el grado de desplazabilidad, deduciéndose los valores de las incógnitas, que son los coeficientes multiplicadores de los valores numéricos obtenidos para los momentos en las distintas fases de esta etapa.

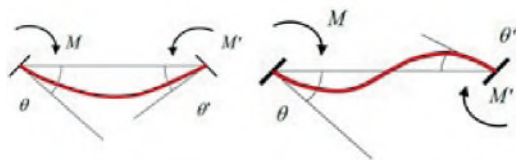


Figura 6
Viga simétrica y viga antisimétrica

trica o antisimétrica (figura 6). La utilización de las simplificaciones debidas a la simetría (o antisimetría) de la estructura, permitía el análisis de sólo la mitad de la misma con unos breves cálculos previos (figura 7). Este hecho condujo a un importante ahorro del cálculo pues un número importante de las estructuras tienen esta característica.

... en la mitad de la estructura puede considerarse la barra central como empotrada con una rigidez virtual reducida en el primer caso y amplificada en el segundo mediante factores equivalentes a la suma y diferencia del factor de transmisión con la unidad. En el caso de sección constante éstos valen 0,50 y 1,50, respectivamente (Fernández Casado 1967).

CONSIDERACIONES FINALES. CONCLUSIÓN

En este artículo, a la vez que glosando la figura de don Carlos Fernández Casado, se ha presentado la introducción del método de Cross en España y las consecuencias que éste tuvo en el cálculo de estructuras. Hasta el momento, la resolución de la estructura hiperestática era ardua tarea. La publicación del *Método de distribución de momentos*, comúnmente conocido como Método de Cross, en honor a quien lo formuló (el americano Hardy Cross), representó un vuelco en el cálculo estructural. El autor riojano, viendo la trascendencia del método y su gran aplicabilidad, prontamente lo introdujo en España. Rápidamente se incorporó en las *Escuelas Técnicas docentes, así como en las consultorías estructurales. Multitud de memorias de cálculo resueltas con el método de Cross, validan la intuición que don Carlos tuvo.*

LISTA DE REFERENCIAS

Aguirre, A. 1935. La facultad de Filosofía y Letras en la Ciudad Universitaria de Madrid. *Revista Arquitectura*, 2,



Figura 7
I/FC-083/041. Cálculos en papel vegetal de la viga Vierendeel de la Torre de mando del aeródromo del Instituto de Técnica Aeronáutica (INTA) en Torrejón de Ardoz. Fuente: Archivo Carlos Fernández Casado, CEHOPU-CEDEX

35-44. Recuperado de: <https://www.coam.org/media/Default%20Files/fundacion/biblioteca/revista-arquitectura-100/1932-1936/docs/revista-articulos/revista-arquitectura-1935-n02-pag35-44.pdf>

[Carlos Fernández Casado – España (1905 – 1988)]. (s.f.). *Hormigón estructural*, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Recuperado de: http://www1.caminos.upm.es/hormigon/?portfolio_page=fernandez-casado

Cross, H. 1930. *Analysis of Continuous Frames by Distributing Fixed-End Moments*. En *Proceeding of the American Society of Civil Engineers*, vol. 56, 919-928.

Fernández Casado, C. 1934. *Cálculo de estructuras reticulares: nudos rígidos* (1ª ed. Ref.). Madrid: Dossat.

Fernández Casado, C. 1944. *Cálculo de estructuras reticulares: nudos rígidos* (3ª ed. Ref.). Madrid: Dossat.

Fernández Casado, C. 1957. Construcción, proyecto y cálculo. *Revista de Obras Públicas*, 105, tomo 1 (2905), 234-238. Recuperado de: https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1957/1957_tomoI_2905_05.pdf

Fernández Casado, Carlos 1957. Construcción, proyecto y cálculo. *Revista de Obras Públicas* 105, tomo 1 (2902): 51-54. Recuperado de: https://quickclick.es/rop/pdf/publico/1957/1957_tomoI_2902_01.pdf

Fernández Casado, C. 1967. *Cálculo de estructuras reticulares: nudos rígidos* (8ª ed. Ref.). Madrid: Dossat.

Fernández Casado, C. 1971. El promotor de arquitectura e ingeniería. *Revista Arquitectura*, 154, 11-24. Recuperado de: <https://www.coam.org/media/Default%20Files/fundacion/biblioteca/revista-arquitectura-100/1959-1973/docs/revista-articulos/revista-arquitectura-1971-n154-pag11-24.pdf>

Fernández Pérez, B. 1959. *Método de Cross*. Madrid: Dossat.

Fernández Troyano, L. y Manterola Javier. 1997. *Carlos Fernández Casado*. Madrid: Fundación Esteyco. Recu-

- perado de: <https://www.esteyco.com/wp-content/uploads/2017/01/Carlos-Fernandez-Casado.pdf>
- Pons-Poblet, J. M.^a. 2014. De Gaudí a Miralles: cent anys d'estructura metàl·lica a Barcelona. [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya (U.P.C)]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10803/279396>
- Pons-Poblet, J. M.^a. 2016. *Mecánica Elástica, por A. Peña Boeuf. Noventa años después*.
- Pons-Poblet, J. M.^a. 2017. Cálculo de estructuras reticulares. Carlos Fernández Casado. *Revista de obras públicas*, 3593, 70-81. Recuperado de: https://quickclick.es/rop/pdf/publico/2017/2017_diciembre_3593_07.pdf
- Pons-Poblet, J. M.^a. 2019. Benoit Clapeyron y Hardy Cross: dos referentes en la ingeniería. *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*: Soria, 9-12 octubre 2019 / coord. por Santiago Huerta Fernández, Ignacio Javier Gil Crespo, Vol. 2, 2019, ISBN 978-84-9728-576-6, págs. 919-926. Recuperado de: https://www.sedhc.es/biblioteca/actas/88_Josep%20Maria%20Pons%20Poblet.pdf
- Pons-Poblet, J. M.^a. y Arboix-Alió, A. 2020. La estática gráfica, pasado y presente de una metodología singular, *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 25(39), pp. 132-143. doi: 10.4995/ega.2020.12841. Recuperado de: <https://polipapers.upv.es/index.php/EGA/article/view/12841/12865>
- Prenzlöw, C. 1958. *Cálculo de estructuras por el método de Cross*. Barcelona: Gustavo Gili.

Fabricación artesanal del mortero de cal *opus signinum*

Luis Prieto Prieto

OBJETIVOS DEL PRESENTE TRABAJO

El siguiente texto no intenta ser una recopilación histórica, sino la recopilación personal de la experiencia artesanal con un mortero que llevo utilizando 40 años en casi todas las obras y edificios históricos donde ha surgido la oportunidad. Considerando la perdida actual de los oficios resulta importante transmitir dicha utilización y sus resultados prácticos, desde mi punto de vista.

Mención especial a la colaboración en el proyecto” aquarole” como artesano especialista en la experimentación para la producción de opus signinum y financiado por el ministerio de ciencia, innovación y universidades de España, a través de la convocatoria de proyectos de I+D y dirigido por Elena H. Sánchez López desde la Universidad de Granada, arqueología. En esta investigación se pudo trabajar con agregados romanos, tegulas, para posibilitar un mejor estudio y acercamiento a la materia y resultados históricos.

Resulta interesante comprobar como los agregados romanos se comportan de manera diferente a los actuales, o producidos por la industria contemporánea.

Como podríamos en ese contexto comparativo mejorar las fabricaciones actuales, ese es el gran reto. La industria moderna usa tecnologías diferentes en el concepto de la durabilidad, el tiempo de trabajo y el esfuerzo que constituía el mismo. La manera de pensar histórica es muy distante a la actual.

También me gustaría resaltar que el estudio desarrollado por Elena tiene carácter multidisciplinar y pudimos compartir ideas con arqueólogos de otras universidades como la de Cambridge en Inglaterra. Asimismo, se trata de un estudio que se centra en el consumo de agua, algo inédito hasta la fecha. En ese contexto se realizaron ocho posibilidades históricas de morteros analizados y comprobados, en varios grosores y diferentes agregados.

Los resultados de carbonatación, hidrofugación y demás pruebas aún están por realizarse dado el breve periodo transcurrido, pero a nivel empírico y con sentimiento puedo decir sin miedo a equivocarme que los resultados son buenos. Se eligió cal la producida en horno de leña en Morón de la Frontera, esta técnica de fabricación secular ha sido catalogada como patrimonio inmaterial por la Unesco. El resto de los agregados también son locales. Asimismo, se realizaron pruebas de apagado en caliente, según algunas hipótesis más o menos descabelladas surgidas a lo largo de la historia como podemos ver en la figura 1 Podemos ver los resultados en la figura 2 y apreciar los diferentes tonos obligados por los diferentes agregados.

Curiosamente puedo encontrar todavía con relativa facilidad los materiales necesarios para elaborar el opus signinum en Madrid. Esto es debido al éxito del mortero. Pero no se trata de un producto multinacional, esta elaborado artesanalmente.



Figura 1
Apagado en volcan de la cal viva (Foto Luis Prieto)



Figura 2
Diferentes tonos según los diferentes agregados. (Foto Luis Prieto)

Se puede asegurar que este mortero de origen histórico es de los pocos que sigue totalmente vigente en la actualidad, y con un uso extendido por todo el planeta.

Divulgar asimismo la posibilidad de usar estos morteros en la obra contemporánea.

DEFINICIÓN

Con el nombre “opus signinum” era conocido un material para construir utilizado en la antigua Roma. Con seguridad su uso como mezcla de materiales es muy anterior.

El nombre viene de los términos latinos opus, “obra” y “signinum” “procedente de signia” ciudad de la región italiana del lacio, rica en cerámica, actual Segni.

La transformación, lógica, de la receta original le ha hecho variar sus utilidades para adaptarse a las diferentes técnicas constructivas y al cambio en la producción y extracción de los diferentes materiales que lo componen.

La palabra que lo designa también ha sufrido cambios. Es habitual el empleo de la palabra “mortero de chamota” aunque esta palabra “chamota” también se usa en arqueología y cerámica para describir otros productos. Esta acepción, chamota, sigue siendo la más conocida y utilizada por los actuales albañiles y la manera más sencilla en España de hacerse comprender y poder comprar los materiales adecuados.



Figura 3
Horno de cal Romano Jerusalem. (Foto Luis Prieto)

En otras lenguas como el moderno italiano se describe como “cocciopesto”.

MATERIALES QUE COMPONEN EL MORTERO

La cal

Con referencia a la fabricación de este material en la actualidad tendríamos en España el fabricado artesanalmente como la cal fabricada en Morón de la frontera en horno con combustible de leña que no posee aparentemente cambios entre lo que se hace actualmente en el proceso y lo elaborado por los caleros romanos. Si leemos atentamente a Vitrubio, Marco



Figura 4
Horno de cal moron de la frontera, España. (Foto Luis Prieto)



Figura 5
Horno de cal leon. España. (Foto Luis Prieto)

Vitrubio Polión, traducción José Ortiz y Sanz 1987, 1992, observamos que se refiere con claridad a la cal en pasta como elemento final de la mezcla. Es obvio que el transporte en la época romana era menos eficiente que en la actualidad y el hidróxido cálcico o cal en polvo se hidrataría o perdería sus propiedades. Podemos observar un horno de cal romano en la ciudad de Jerusalén en la figura 3. Un horno tradicional de leña de Morón de la frontera figura 4. Un horno tradicional vertical todavía de leña en león figura 5. Un horno de cal en la Martinica de origen Frances Figura 6.

Mi experiencia en este sentido es rotunda, la cal en pasta apagada y tanto mejor si es añeja produce morteros más duraderos y estables. Por otra parte, la carbonatación de los morteros históricos romanos con muchos menos libres, o partes no calcinadas; parece que concuerda con la cal en pasta. Otro dato que corrobora el hecho es su densidad, muy superior en la cal en pasta. Parece que los estudios fisicoquímicos comparativos al respecto realizados en época reciente comienzan a dar los mismos resultados.

Es muy importante citar que la cal añeja endurece y carbonata mucho más rápido que la cal actual en polvo o hidróxido. Es precisamente esta velocidad de endurecimiento sumada al aumento de dureza y velocidad de carbonatación provocada por los agregados lo que ha permitido a la técnica del *opus signinum* ser competitiva con las modernas técnicas derivadas del cemento.

La actualización de la receta histórica con los nuevos materiales, cal en forma hidróxido de horno de



Figura 6
Horno de cal en la Martinica. (Foto Francois Perochon)

combustión industrial moderno, obligarían a variar las proporciones de la mezcla y la moderna introducción de la cal hidráulica, naturales o artificiales no tienen relación alguna con el resultado o apariencia de los morteros tradicionales, se trataría de una nueva tecnología como ha podido ser el cemento.

Estamos siempre tratando con materiales que a pesar de poder ser fabricados a escala industrial poseen propiedades muy difíciles de reglar que solo un artesano con experiencia puede adaptar en obra con corrección.

El tipo de cal empleado nos define las técnicas realizadas con este mortero. La cal, muy difícil de adaptar aun con aditivos, que tanto dan como quitan propiedades, no permite grandes gruesos, característica de esta técnica de la chamota. Lo que obliga a una ordenación de los trabajos en el tiempo de ejecución muy diferentes a los utilizados en las actuales técnicas, tanto de construcción contemporánea, como de restauración de edificios históricos. Este grosor máximo de apenas dos centímetros marca la faceta constructiva general tanto en las juntas entre las piedras, tanto de mampuestos como de cantería y en la colocación de ladrillos, tanto estructurales como de bofetón en bóvedas o suelos y paredes, así como en las conducciones de agua donde se ha empleado con profusión.

La cal en pasta se puede encontrar hoy con relativa facilidad, pero requiere un esfuerzo complementario del artesano o técnico para poder disponer del producto, como he podido comprobar en la República Dominicana y las buenas cales que hubo y hay en aquel país tan cercano, en la Martinica, o las buenas y producidas actualmente en México. En España y Europa también se esta retomando la buena fabricación, debemos tener esperanza fundada, la cal ocupa ahora otro lugar, el del salvamento del planeta por su bajo consumo energético y poco contaminante que le están dando una nueva vida.

Por otra parte, parece complejo comprender desde la perspectiva actual que un mortero poroso por su contenido en cal sea el idóneo para la conducción de agua y garantizar la hidrofugación de los elementos constructivos. No es la cal la que impide el paso del agua, sino la arena y las tejas molidas las que impiden el paso del agua y por supuesto el propio sistema multicapas de la técnica. También la técnica constructiva previa con arcillas entre los canales u otras impiden ese paso.

La arena

La arena elegida históricamente dependerá de los agregados locales, pero en el caso romano parece que buscaban una cierta relación de contenidos entre la sílice y los calcáreos. Esta relación tiene mucha influencia si contamos con el carácter silíceo de la cerámica machacada utilizada. Es evidente que los antiguos contaban no solamente con la capacidad de impedir el paso del agua como con la capacidad de evaporación de la misma, a veces más importante que la anterior capacidad (sobre todo en ambientes húmedos) y asimismo la porosidad de las arenas que pueden tener un factor muy importante en climas fríos o de frecuentes heladas.

Una relación muy observada y habitual, de muy buen comportamiento en terrenos de geología mixta es una arena de 70% de composición en sílice y 30% de calcáreo, por supuesto otros ingredientes menores tendrán que ser tomados en cuenta. No obstante, la península ibérica tiene todos los terrenos posibles y esta mezcla se torna más caliza en el levante mediterráneo y más silíceo en el centro peninsular.

También es frecuente la adición de otros elementos como los agregados volcánicos, picón negro y rojo, jables, puzolanas, pómez, etc.

La cerámica

La cerámica usada no ha de ser calcinada a una temperatura superior a 900 grados dicen los expertos pues pierde propiedades. Los romanos usaron ánforas, tejas (tejas romanas) revestimientos de solado y cerámica casera. La lentitud del proceso y el uso de leña ofrecen un color característico único, fácilmente distinguible por un ojo artesano. Tejas romanas figura 7.

En el caso de añadir puzolanas u otros agregados de carácter volcánico parece que la norma era la misma. La temperatura a la cual fue producido por la naturaleza el producto nos determina el resultado y durabilidad finales.

En el caso de España, en la zona central del país en el “Campo de Calatrava” tenemos una gran cantidad de volcanes y no todas las puzolanas, picones o jables son idóneos. Solo el ensayo, la tradición y las modernas tecnologías nos pueden dar los resultados adecuados. Como ejemplo podría decir que el uso de puzolanas recuperadas de la producción vitivinícola



Figura 7
Tejas romanas, tegulas. (Foto Luis Prieto)

para la evaporación del suelo nos ha dado pésimos resultados.

La cerámica añadida es fundamental, en este sentido la teja de buena calidad, sin materias orgánicas, calcinada a buena temperatura, compacta y firme, es la parte más importante de la mezcla.

Existe una gran cantidad de esta cerámica a bajo precio por ser los tejados tradicionales los menos reproducidos en la actualidad y porque las nuevas técnicas de cubrición de edificios han mejorado la eficiencia y la economía de fabricación de estas, que substituyen a las históricas. En ocasiones se recogen y el arenero con el que trabajamos las muele en los tamaños adecuados al uso.

La reproducción de morteros históricos requiere de un esfuerzo complementario en la búsqueda de la cal, agregados y tejas, que no encontramos en el comercio habitual.

No obstante, se produce una gran cantidad de cerámica molida en diferentes granulometrías a la venta en las industrias cerámicas para otros usos pero perfectamente válidas para los fenómenos constructivos, Una máquina de molienda de materiales cerámicos o piedras de carácter casero es económica y muchos constructores la poseen.

La cerámica empleada en la época romana al ser calcinada a una temperatura de 900 grados tiene un color menos rojizo que la cerámica de temperatura superior e inferior, un color conocido y característico.

FORMULACIÓN DE LA MEZCLA

Los análisis petrológicos a lo largo de la cuenca Mediterránea nos dicen que el *opus signinum* esta realizado con una proporción volumétrica de cal en pasta y áridos de 1 cal, 3 ó 4 áridos.

Los escritos y recomendaciones de Vitrubio y Plinio indican que las mezclas varían según dependan de los materiales y del destino final de la obra. Así como de los agregados locales, hecho que ocurre en todas las épocas hasta la actualidad en la albañilería tradicional.

Resulta conveniente citar previamente la composición del *opus caementicium*, que en numerosas ocasiones sirve de base o asentamiento al *opus signinum*.

Con él se construían hasta tres tipos de diferentes muros. Denominado *opus caementicium*, se basaba en una mezcla que contenía unas 12 partes de ceniza volcánica, nueve de cal, seis de arena y 16 de gravas y piedras. Tras añadir agua y batir la mezcla, tardaba un tiempo en hacerse sólido (carbonatar). En España se empleó también el *opus vittatum*: una mampostería de piedras pequeñas y prismáticas alineadas en bandas bastante regulares.

También resulta necesario aclarar que los romanos no utilizaban las modernas cales hidráulicas calcinadas a 1.400 grados sino cales aéreas de aproximadamente 1.000 grados de calcinación a las que añadían los materiales necesarios para formar lo que conocemos como hormigones romanos. Estos materiales aportan los elementos fisicoquímicos necesarios para obtener mezclas de gran dureza, estabilidad y resistencia al medio acuoso como podemos observar en el panteón de roma con la adicción de piedra pómez de carácter volcánico, muy porosa y ligera y variando su composición según las zonas y fuerzas estructurales.

Formulaciones de morteros para:

Conducciones de agua

En muchas ocasiones, sobre todo cuando se trata de conducciones de agua o aljibes el sistema constructivo nos determina la composición del mortero. En el caso de las conducciones de agua suelen ir amparadas por piedras que determinan el lugar a ocupar por el *opus signinum*. Una vez construido el canal



Figura 8
Opus signinum León (España). (Foto Luis Prieto)



Figura 9
Opus signinum quaram 250 A.C. Israel. (Foto Luis Prieto)

con estas piedras las paredes se recubren de barro y con posterioridad se añade el mortero de opus signinum, en un sistema multicapas, con seguridad repartiendo la longitud del trabajo según la carbonatación de la cal, es decir de un día por milímetro de grosor. El conjunto de la estructura se puede observar en la figura 8, en la ciudad de León (España) se ha museado con las explicaciones pertinentes el sistema de ejecución.

Esta primera formulación consta de agregados cerámicos de tegulas fragmentadas de mayor tamaño y su formulación en volumen podría ser:

- 1 volumen cal en pasta
- 2 volúmenes arena lavada de buena calidad para el uso con la cal, con granulometrías desde 1mm a 0,2mm
- 2 volúmenes de tejas fragmentadas con tamaños desde 2cm, 1 cm y superiores a 0,5 cm

Dice el refrán que el agua que necesita el mortero es el sudor del albañil, esto nos indica que un muy

buen amasado de la mezcla con el agua estrictamente necesaria es laborioso y requiere de un conocimiento y supervisión concienzudo.

Mojado de la superficie y aplicación en capas.

Podemos apreciar las capas base realizadas por tongadas de no más de 3cm de grosor, en capas superpuestas en la figura 9.

Segunda formulación

Esta segunda formulación sería para realizar el recubrimiento del opus signinum con una capa más fina que permita un menos desgaste y evite las pérdidas y filtraciones. Conviene repetir que el opus signinum no es un revestimiento impermeable, se moja y el agua penetra a través de él empapándolo, es la arena que tenemos en las capas inferiores, la arcilla de las paredes y las diferentes capas del sistema multicapas los que impiden como en casi todos los revestimientos multicapas de cal la penetración del agua en viviendas y pérdidas.



Figura 10
Izquierda opus signinum sin desgaste, derecha desgastado por el uso. (Foto Luis Prieto)

- 1 volumen de cal en pasta.
- 2 volúmenes de arena fina de granulometría 0,5 a impalpable
- 1 volumen de agregado cerámico de granulometría 0,5 a impalpable

Aplicado en varias capas y reapretado fuertemente apenas se encuentre con cierta consistencia la capa anterior. Es habitual el uso de otras materias en estas capas de acabado que mejoran o dotan de propiedades a la mezcla. El acabado histórico en muchas ocasiones no ha llegado a nuestros días debido al desgaste. En la figura 10 vemos ese efecto.

Tercera formulación. Adicción de *tierra roja o almagre* a la capa superior, entendemos como adicción los añadidos que no superan el 5% del peso de la cal en la mezcla. Figura 11.

La tierra roja puede ser añadida como resultado de la calcinación del ocre amarillo y tener características de pigmento, eso explica el color fuertemente rojizo que se produce en gran cantidad de las mezclas históricas y el carácter marcadamente estético y decorativo de la misma.

Cuarta formulación y restauración histórica artesanal. Sembrilla. Otro conglomerante habitual es la

llamada *sembrilla* que se usa en muchas ocasiones para tapar juntas y corregir filtraciones y humedades, así como para conseguir pavimentos y solados finos. Material habitual para restaurar el opus signinum o chamota o cocciopesto sobre todo en las pequeñas filtraciones. Se realiza con chamota o polvo de teja de carácter impalpable, marmolina y sílice impalpables mezclado en proporción volumétrica.

- 1 volumen de cal en pasta añeja
- 1 volumen de polvo impalpable de ladrillo
- 1 volumen de marmolina y sílice impalpables

El conjunto se aplicaba sobre la reparación y apenas cogía algo de consistencia se bruñía con piedra fina, serpentinas o piedras de afilar y aceite de lino. En otras ocasiones se bruñía con jabón graso.

También se han detectado, desde un punto de vista físico la adicción de grasas y sebos, estos parecen ser que producen jabones cálcicos en reacción con la cal que permiten el paso del vapor de agua por el revestimiento, sin este paso de vapor de agua o permeabilidad la resistencia del mismo sería mucho menor.



Figura 11
Adicción de tierra roja o almagre. (Foto Luis Prieto)

Rejuntado de ladrillos en bóvedas o solados

La receta se tiene que adaptar en este caso a la movilidad de la propia cubierta y a los materiales que esta junta tiene que unir. No sería la misma receta si el material a rejuntar se trata de una baldosa de teja que una piedra de mampuesto ni una bóveda de piedra. La cal es un elemento de notable elasticidad, pero muy porosa, estos dos factores deben ser tenidos en cuenta a la hora de realizar la mezcla. Las cubiertas suelen tener por motivos obvios más movimientos que las partes bajas de la construcción. Pero una mayor cantidad de cal podría convertir a la mezcla en algo más poroso, es por este motivo que el trabajo manual debe ser mucho más prolijo.

Receta anterior válida para el rejuntado de cubiertas y solados. Para la base del rejuntado.

- 1 volumen cal en pasta
- 2 volúmenes arena lavada de buena calidad para el uso con la cal, con granulometrías desde 1mm a 0,2mm
- 2 volúmenes de tejas fragmentadas con tamaños desde 2cm, 1 cm y superiores a 0,5 cm.



Figura 12
Regina angelorum. República Dominicana. (Foto Alejandro Ciudad Gallardo)

Para el acabado del rejuntado.

- 1 volumen de cal en pasta.
- 2 volúmenes de arena fina de granulometría 0,5 a impalpable
- 1 volumen de agregado cerámico de granulometría 0,5 a impalpable

O utilizar sembrilla, cuya eficiencia esta más que probada.

La diferencia en la ejecución sería el nivel de reapretado necesario, que en el caso de una cubierta debe ser perfecto, eso lo podemos observar con facilidad con una inspección visual, aunque lo habitual es ver solamente la capa base debido al frecuente desgaste del tratamiento superficial.

Este reapretado en el momento propicio cuando la capa esta aun fresca es de notable importancia y determina el éxito o fracaso de la técnica. Podemos observar este mortero en la Iglesia de Regina Angelorum en la ciudad colonial de la Republica Dominicana. Figura 12.



Figura 13
Depositos de Garum.Sexi. (Foto Luis Prieto)

Suelos continuos y factorías de garum

En la ciudad hispano-romana de Sexi, la actual Almuñécar se encuentran las mayores factorías romanas de garum, la famosa salsa de pescado que hacía las delicias de las mesas romanas.

Estas factorías de garum se extendían por todo el orbe romano, encontrándose asimismo en Portugal, marruecos y muchísimos más sitios y puertos, su consumo debería ser muy elevado para justificar tal cantidad.

La sembrilla parece ser la técnica más usada en los depósitos de Garum abundantes en la cuenca mediterránea e incluso en el Atlántico, como podemos apreciar en Sexi, actual Almuñécar, España.

El opus signinum revestía las paredes de las vasijas donde se elaboraba o guardaba el garum. En este caso el revestimiento era alisado y reapretado fuertemente, dejando una visión próxima a la del estuco. Numerosos suelos compuestos por opus signinum aparecen en el orbe romano demostrando que esta técnica tenía un comportamiento estético apropiado para las elites romanas a la par que un uso de suelo industrial.

Las recetas para la elaboración de estos suelos no son diferentes a las utilizadas en la conducción de agua. La técnica del opus signinum necesita de trabajadores que la conozcan y comprendan, a su favor tiene el experiencia y durabilidad de siglos, la ausencia de sales en la cal, y la economía de sus materiales.

El resultado histórico tan floreciente de estos morteros, su bajo consumo energético y su facilidad de aplicación constituyen su futuro y uno de los argumentos para pensar en el resurgir de los mismos. Es por esta y otras muchas razones, que debemos conservar el patrimonio inmaterial y material del pasado para construir el futuro.

LISTA DE REFERENCIAS

- José Ortiz Sanz 1987, 1992. *Vitrubio, los diez libros de arquitectura*. Madrid: Akal.
- Fontanilles, Josep María. 2019. Perversiones y versiones, en arqueología, de la terminología técnica latina. El caso del Opus Signinum. *Revista Otras Arqueologías* 4: 5-24

El uso de tabla de palma en la arquitectura vernácula del Caribe Hispano

Esteban Prieto Vicioso

Al llegar los españoles a la isla Española, se encontraron con unas condiciones medioambientales y naturales diferentes a las de la Península Ibérica. La población taina, que era la que predominaba en la isla, no conocía el metal y por lo tanto no tenían ningún instrumento fabricado con ese material. Sus viviendas, a las que llamaban bohíos, eran completamente de materiales vegetales, ya que no utilizaban la piedra, ni el adobe, para la construcción de estas. Las viviendas indígenas estaban construidas con palos y techadas con hojas de palma cana o yaguas provenientes de la palma real. Al no tener clavos metálicos, toda la estructura era amarrada con bejuco (figura 1). Pero los españoles vieron que los indígenas utilizaban la corteza de las palmas reales, las cuales eran obtenidas sin necesidad de ningún instrumento metálico, para construir sus macanas, instrumento defensivo de estos. Al ver la facilidad de obtención de esas tablas y la dureza y duración de estas, aprovecharon ese recurso para construir las paredes de sus viviendas, las cuales fijaban a los horcones mediante clavos metálicos. De esa forma surge en las islas hispanas del Caribe ese tipo de vivienda cuya estructura está basada en los bohíos indígenas, pero incorporando las paredes de tablas de palma en estos. Ese tipo de bohío se convirtió en el modelo de vivienda utilizado por los españoles en las Antillas, tanto a nivel urbano como rural, perdurando hasta nuestros días. (Prieto Vicioso 2015, 271-292)

CONTEXTO HISTÓRICO

El cronista Gonzalo Fernández de Oviedo en su libro *Historia General y Natural de Indias* dice que la tabla de palma «es buena para pocas cosas, así como cajas de azúcar e para cubrir casas, al modo de los indios, e de poca costa» (Fernández de Oviedo [1535] 1851, 333). Con exactitud no se sabe a qué elemento se refería Oviedo al decir que la madera de palma era usada por los indígenas para cubrir casas, ya sea si era utilizada en la estructura del techo o en las paredes. La no utilización del clavo hace difícil el manejo de las tablas de palmas, al menos colocadas horizontalmente en paredes como se usa en la actualidad.

El cuidado que tenían los antiguos constructores en cortar un árbol, que utilizaban en la construcción; y hacer que ese corte fuera en un momento determinado y específico en relación con las fases lunares no es cosa novedosa ni sin fundamentos. Sabemos a ciencia cierta que desde Vitruvio ya se tenían esos cuidados. En su tratado, en el primer libro, en el capítulo IX dice que «...el tiempo conveniente para cortar la madera es desde el principio de otoño hasta antes de que empiece a soplar el viento Favonio». (Vitruvius 2001)

En el libro VIII, Fernández de Oviedo expresa de igual manera la preocupación por las fases lunares al momento del corte de la madera. Todavía hoy día los campesinos dominicanos, así como los de otras latitudes, toman muy en cuenta el momento del corte de

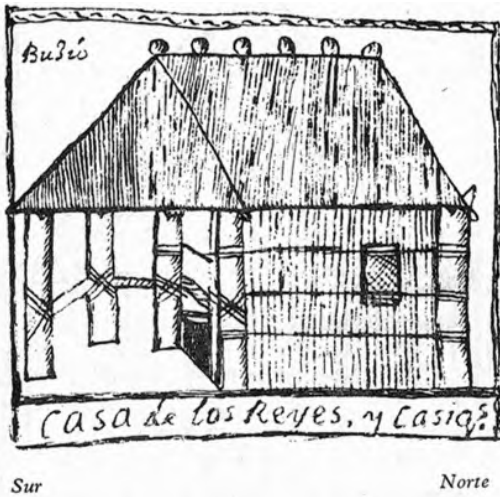


Figura 1
Grabado de bohío indígena de planta rectangular. (Peguero [1762] 1975)

la madera y dicen que se debe hacer en «buen meneguante».

Fray Bartolomé de las Casas también se refiere a las tablas de palma y dice que son mas duras que si fueran de hueso y que los indígenas las utilizaban para construir sus macanas o garrotes defensivos. También se refiere a la facilidad con que se obtienen, pues no se requiere ningún instrumento metálico, «pues basta una cuña de piedra para golpear el tronco y producir una rajadura en el mismo, a la que se le da seguimiento a todo lo largo del tronco. La tabla producida se desprende con la mano y se quitan con facilidad las hilachas que componen el interior del tronco». (Las Casas [1527] 1909, 37). Las Casas no hace una mención específica sobre el uso las tablas de palma en las paredes de los bohíos.

Pero a pesar de esto, los españoles ya conocían y valoraban las propiedades de dicha madera, la cual rápidamente se convirtió en la madera más utilizada para la construcción de las paredes de los bohíos dominicanos, cosa que se mantiene hasta el día de hoy. Es probable que los indígenas también construyeran con tablas de palma los pisos de las barbacoas, así como sus camastros.

En la memoria descriptiva de un contrato de obra para una iglesia en la ciudad de Monte Plata en 1605, se señala que «dicha iglesia se entable de tablas de

palma labrada a boca de azuela viejas del primer corte de debajo de la dicha palma tinglándolas para que quede conforme a buenas obras» (AGI 1605). La utilización del primer corte de debajo se debe a que esta parte es la mas vieja del tronco y por tanto las tablas que se extraen son mas duras.

El hecho de que para esa fecha ya se tenían esos conocimientos y se construyera la iglesia mayor de la ciudad con paredes de tablas de palma evidencia que ya era habitual el uso de este material ante todo en la arquitectura doméstica o bohíos.

Existen numerosos documentos que alegan claramente que los españoles en pleno siglo XVI utilizaban y preferían el bohío como vivienda, a pesar de que también existían construcciones de piedra y tapia. También en el siglo XVII es común el uso del bohío como tipología de vivienda urbana y rural por parte de la población española, tanto por el español común y corriente como por el español adinerado.

Las palmas más utilizadas en la construcción de bohíos son la palma real (*Roystonea hispaniolana*) (figura 2) y la palma cana (*Sabal dominguenis*). De la primera los indios obtenían las tablas de palma para las paredes y las yaguas para cobijar sus bohíos. La yagua no es más que el tejido fibroso que rodea la parte superior y más tierna del tronco de la palma



Figura 2
Palmas reales (*Roystonea hispaniolana*). (Fuente: Esteban Prieto Vicioso)

real, del cual se desprende naturalmente en todas las lunaciones. (Prieto-Vicioso 2008, 59)

En un inventario realizado en 1659 se encuentra una descripción de una vivienda donde indica que «encontramos primeramente el buxio de vivienda cercado de tablas de palo de dos aposentos y ladrillos y cubierto de yaguas [...] Ytten vn buxio que sirve de cosina». (Chez Checo 1995, 217). También menciona que había «veinte y dos varvacoas de a dos cuarteles cada una de tablas de palma em que se beneficizia el cacao».

En una descripción de 1681 de la villa de Azua se dice que en la villa había unas 582 personas de confesión de los cuales 74 de ellos eran españoles, además que tenía 196 esclavos y que «en su vecindario había 80 bohíos, sin contar los más pequeños». Sobre la iglesia dice que «su convento de la merced era tan sólo un bohío con un único religioso». (Hernández 2006, 217-218)

Son muchos los documentos de pleitos, escándalos, inventarios, herencias y otros escritos de carácter legal que hacen mención del bohío como tipología de viviendas en que habitaban tanto españoles y criollos. Un documento fechado 1719 menciona un «bojio» el cual esta fundado «en suelo de Mayorazgo, de paredes de tablas y yaguas y sus puertas de calle y patio». (Inchaustegui 1976, 58)

En 1730, el padre jesuita Pierre François Xavier de Charlevoix al describir las villas de la colonia de la isla menciona la gran cantidad de bohíos que en ellas había. El bohío estaba hecho con horcones de madera, por lo general caoba, roble, campeche, caya u otra madera dura y resistente, para ser colocada, las más grandes en las esquinas y las más pequeñas entre las paredes, de la vivienda y encuadrando las puertas y ventanas. Como cerramiento se utiliza la tabla de palma y la estructura de la cubierta está hecha de varas de madera y revestida con hoja de cana, guano o yagua. (Charlevoix 1730)

Desde el inicio de la colonización hasta finales del siglo XIX, la arquitectura dominicana era en su mayoría de madera, con paredes de tablas de palma y cubiertas de yagua o de hojas de palma cana o yarey, tal como puede verse en antiguos dibujos y en diversas descripciones que podemos encontrar en viejos libros y documentos (figura 3). Otros tipos también usados eran los de paredes de bajareque y de palos parados, las cuales eran utilizadas en viviendas mas modestas.



Figura 3
Grabado de Puerto Plata en 1873, donde puede observarse la cantidad de bohíos de tabla de palma. (Hazard 1873)

Por extrapolación se estima que la población dominicana en 1844 era de unos 126,000 habitantes, la gran mayoría de ella perteneciente al ámbito rural. De acuerdo con un informe realizado a principios de mayo de 1846 por el teniente de la marina y agente comercial estadounidense David Dixon Porter, en la ciudad intramuros de Santo Domingo había unas 1,500 casas que «están construidas según el antiguo estilo español, fuera de las chozas de los suburbios, que están hechas de cañas o árboles de palma y techadas con hojas de palmeras» (Callan, 1977, 152). (figura 4)



Figura 4
Grabado de 1873 de bohío de tablas de palma. (Hazard 1873)

LAS TABLAS DE PALMA

Las tablas más utilizadas para las paredes de los bohíos, o para «techar el bohío» como suele decirse en el campo dominicano, son las extraídas de la corteza o epidermis de las palmas, ya sean palma real, cana, yarey o manacla, dependiendo de la zona donde se encuentre (figura 5). Estas tablas en la actualidad se sacan con la ayuda de un hacha o cuña de hierro y se acaban de limpiar de la fibra interior con un machete o cuchilla metálica (figura 6). Primero el tronco o estípite se corta en rolos de 3 a 5 varas castellanas, según el largo de este y del tamaño del bohío a construir, y luego se sacan las tablas de unos 10 centímetros de ancho, logrando unas 12 tablas por rolo, dependiendo del espesor del tronco. (figura 7)

A finales del siglo XVIII Antonio Sánchez Valverde describe la extracción y uso de las tablas de palma de la siguiente manera:

El modo regular de cortar este árbol es darle fuego por su raíz. Derribado, se abre al hilo con cuñas de hierro a distancia de ocho o diez dedos y da unos listones o tablas larguísimas. Éstas se labran quitando aquellos filamentos que ocupaban los intestinos de la palma, hasta reducir la tabla al espesor de un dedo, poco más, en que tiene toda su solidez adelgazando o afilando las partes laterales,

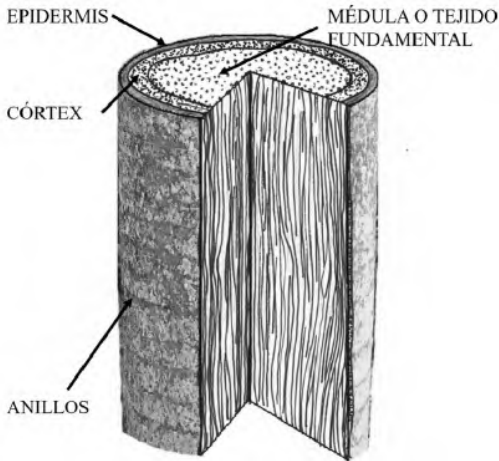


Figura 5
Anatomía del estípite de una palma real (*Roystonea hispaniolana*). (Prieto Vicioso 2008)



Figura 6
Extracción de la tabla de palma (Prieto Vicioso 2008)

para que caigan bien unas sobre otras en las vestiduras de la armazón o paredes de las casas que se fabrican con ellas y que, a pesar de las continuas lluvias y ardientes soles, duran muchísimos años, y puede decirse que son perpetuas. Para clavarlas es menester barrenar la tabla para que no se hienda. (figura 8)



Figura 7
Rolo de palma real (Prieto Vicioso 2008)



Figura 8
Limpieza de la tabla de palma quitando los filamentos interiores (Fuente: Esteban Prieto Vicioso)

Sánchez Valverde agrega que «Su duración es de siglos; porque, aunque en la parte interior es esponjosa, o casi hueca, tiene una superficie [...] tan sólida, que sólo las planchas de metal pueden ser más duras, cuando el árbol ha tomado su perfecta consistencia.» (Sánchez Valverde 1988, 108-109). (figura 9)



Figura 9
Sección de una tabla de palma (Fuente: Esteban Prieto Vicioso)

En cuanto al proceso de innovación tecnológica los españoles trajeron nuevas herramientas como el hacha metálica, la sierra, el martillo y el clavo entre otras; que permitieron modificar de alguna manera el sistema constructivo tradicional indígena imponiendo nuevas estructuras y modificando ligeramente la expresión exterior de los bohíos indígenas. La diferencia entre la casa rural española y el bohío indígena se encuentra en los materiales utilizados para las estructuras verticales, ya que el indígena caribeño no utilizaba la piedra ni el adobe para hacer sus paredes, sino que utilizaba troncos y palos de árboles, básicamente horcones y palos parados o cañas, colocados verticalmente para poder realizar sus cierres. Otro sistema constructivo utilizado por los españoles tanto en paredes interiores como en exteriores es el tabique o bajareque, el cual es construido a base de un armazón de madera, trenzado o no, recubierto de una argamasa de boñiga y barro. Esta técnica constructiva es muy común en la arquitectura primitiva y surge paralelamente en diversas partes del mundo.

En consecuencia, uno de los principales aportes que hacen los conquistadores europeos a la arquitectura vernácula de La Española, es la introducción de las tablas de algún tipo de madera o de palma y del clavo como elemento de sujeción (figura 10). Esta aportación cambia un poco el aspecto exterior del bohío taíno ya que a partir de esos momentos aparece un nuevo elemento como cierre, ahora ya no todos los bohíos serán de palos parados también habrá de tablas, sostenidos con postes de madera, ya utilizados por los indígenas. La utilización de estas tablas de manera horizontal hace que se adopte como tipo único la planta rectangular, desapareciendo así de la arquitectura vernácula de la Española el tipo de vivienda de planta circular o caney.

A ciencia cierta no se sabe exactamente en que momento se comienza a utilizar las tablas de palma en las paredes de los bohíos, ya que en las descripciones más antiguas simplemente se menciona la existencia de casas o bohíos de madera con techos de paja, sin especificar con qué tipo de tablas o madera estaban construidos, pero eso debió haber sucedido desde principios del siglo XVI.

El historiador Esteban Mira Caballos (2000) dice que «durante décadas hubo multitud de edificios realizados con elementos vernáculos, es decir, con madera y paja, inspirados claramente en los bohíos o casas indígenas.» Estas conclusiones parecen ser muy acertadas.



Figura 10
Tablas de palma fijadas con clavos (Fuente: Esteban Prieto Vicioso)

PAREDES DE TABLAS DE PALMA

El material más utilizado en las paredes de las casas vernáculas dominicanas es la tabla de palma, la cual suele ser de palma real, aunque también se usan otros tipos de palmas como la cana, el yarey y la manacra. Si bien hay indicios de que los indígenas antillanos las utilizaban, su desarrollo viene con la llegada de los españoles quienes vienen con herramientas metálicas desconocidas en el archipiélago, que le permitían sacar las tablas con mayor facilidad y con clavos de hierro, para la fijación de éstas a la estructura portante de madera. Las paredes de tablas de palma están compuestas de una serie de horcones enterrados a unos 85 centímetros aproximadamente de separación entre ellos y arriostrados por las soleras o caballetes, a unos 2 metros de altura sobre el terreno. En el caso de los bohíos de tablas de palma, la estructura puede tener mejor terminación, estando inclusive los horcones principales trabajados con hacha, en sus cuatro caras.

Una vez levantada la estructura, incluyendo la de la cubierta, o sea cuando el bohío está «parado en blanco», se comienzan a clavar las tablas de palma horizontalmente, de abajo hacia arriba y solapándose unas a otras dos o tres centímetros. Las tablas de palma, con aproximadamente 10 centímetros de an-

cho, se colocan con la epidermis hacia fuera y se clavan con uno o dos clavos a cada uno de los horcones. (figura 11). Tradicionalmente y ante todo cuando se usaban los clavos de hierro forjado, que tenían una sección cuadrada, primero se hacía en la tabla un agujero con un berbiquí, por donde se introducía el clavo, ya que por la dureza de la tabla de palma si no se hacía de esa forma la misma se rajaba. Esa buena práctica ha caído en desuso luego de que se introdujeran los clavos galvanizados industrializados, de sección circular. (Prieto Vicioso 2010, 276-277)



Figura 11
Proceso de clavado de las tablas de palma. (Fuente: Esteban Prieto Vicioso)

Por la parte interior de las paredes, las rendijas entre las tablas de palma se resanan con una mezcla de boñiga con ceniza, para impedir la entrada de aire, agua o alimañas, por las mismas. Recientemente esta mezcla está siendo sustituida por una a base de cemento, cal y arena, la cual inclusive se aplica a todo el interior de la pared y no sólo a las rendijas.

Las paredes de tablas de palma son normalmente encaladas por fuera y por dentro, pero agregando algún color a base de un pigmento mineral. La pintura industrializada es también utilizada, por facilidad de obtención y empleo y por la amplia paleta de color disponible en el mercado.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Lo primero que tenemos que hacer notar es que los españoles adoptaron el nombre indígena de bohío para las viviendas construidas con materiales vegetales que no requerían de grandes equipos para su obtención, como es el caso de los palos, cañas y tablas de palma, con cubiertas de hojas de palma cana o de yaguas de la palma real. Aprendieron de los indígenas que las tablas de palma se obtenían con gran facilidad, que eran muy duras y duraderas y que no le afectaban las termitas ni el comején. (figura 12).

Rápidamente las tablas de palma se convirtieron en el material principal para recubrir las paredes de los bohíos, en todas las islas de las Antillas. Tanto es así que, de la isla de Santo Domingo, que tenía una gran cantidad y variedad de palmas, se exportaban muchas tablas de palmas a otras islas que no poseían este tipo de plantas. (figura 13).

No siempre fueron registradas las exportaciones, ya que los que «comercializaban» las maderas eran los mismos dueños de tierra o los carpinteros, y muchas veces traficaban directamente sus productos, lo que explica su transcendencia socioeconómica. Los registros aduanales de embarques indican que entre 1785 y 1790, salió una gran cantidad de madera por los puertos hábiles de la colonia española de Santo Domingo.



Figura 12
Bohío de tabla de palma cobijado con yaguas. (Fuente: Esteban Prieto Vicioso)

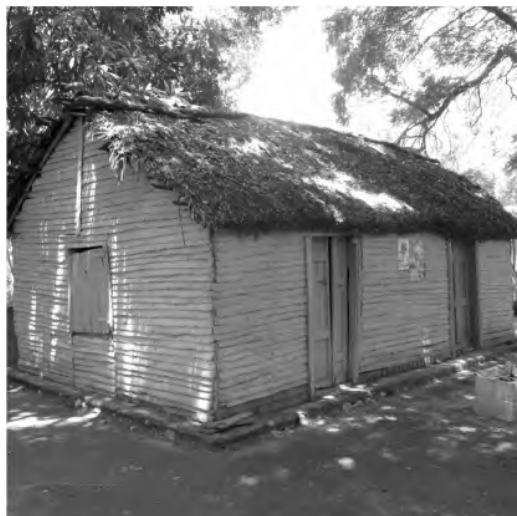


Figura 13
Bohío de tabla de palma cobijado con hojas de palma cana. (Fuente: Esteban Prieto Vicioso)

Esta madera se exportaba como piezas o mazas para trapiches, vigas, varas columnas, horcones, estacas, estantes y tablas de caoba o de palma entre otras. Tan solo por el puerto de Puerto Plata se reportó en esos 5 años la salida de 5,900 tablas de palma, según consta



Figura 14
Casa de tablas de palma. (Fuente: Esteban Prieto Vicioso)

en el Libro de administración de Montecristi de 1785 a 1788, Archivos de Ultramar, Libro 749.

Los bohíos con paredes de tablas de palma es un modelo de vivienda que los españoles desarrollan en el Caribe hispano, por lo que debería considerarse como arquitectura española de ultramar. (figura 14)

LISTA DE REFERENCIAS

- AGI. Archivo General de Indias Santo Domingo 52, ramo 6, nº 63 Santo Domingo, 14 de septiembre de 1605. En *CLIO* 200, 2020. Sección: Documento inédito: San Antonio de Monte Plata. Fábrica de la iglesia, 354-360).
- Callan, Charles [1938] 1977. *Los Estados Unidos y Santo Domingo 1798-1873. Un capítulo en la diplomacia del Caribe*. Editora de Santo Domingo: 152.
- Charlevoix, Pedro Francisco Javier de. 1977. *Historia de la Isla Española o de Santo Domingo*. Traducido por Roberto Guzmán. Vol. 1. 2 vols. Cultura Dominicana. Santo Domingo: Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Editora de Santo Domingo.
- Chez Checo, José (ed.). 1995. *Autos contra Don Rodrigo Pimentel. 1658-1660*, ed. Patronato de la Ciudad Colonial de Santo Domingo, Colección Quinto Centenario. Serie Documentos. Colección César Herrera: 6.
- Hazard, Samuel. 1873. *Santo Domingo, su Pasado y Presente*. New York: Harper & Brothers, Publishers.
- Hernández González, Manuel Vicente. 2006. *La colonización de la frontera dominicana. 1680-1795*, Colección Investigaciones (Santo Domingo: Archivo General de la Nación y Academia Dominicana de la Historia, Editora Búho): 217-218
- Inchaustegui Cabral. Héctor. 1976. *La Vida Escandalosa en Santo Domingo en los Siglos XVII y XVIII*. Colección Inchaustegui, ed. Universidad Católica
- Madre y Maestra. Barcelona: Industrias Gráficas M. Pareja. Las Casas, Bartolomé. [1527]1909. *Apologética historia de Las Indias*, Nueva Biblioteca de Autores Españoles, vol.1 Madrid: Bailly Bailliere e hijos, Editores: 37.
- Mira Caballos, Esteban. 2000. *Las Antillas Mayores, 1492-1550*. Madrid: Iberoamericana. Gráficas Almeida S.L.
- Peguero, Luís Joseph. [1762] 1975. *Historia de la Conquista de la Isla Española de Santo Domingo, Trasmptada el Año de 1762, Traducida de la Historia General de las Indias Escrita por Antonio de Herrera*, Santo Domingo: Publicaciones del Museo de las Casas Reales.
- Prieto Vicioso, Esteban. 2008. *El bohío como expresión de la arquitectura vernácula dominicana en la Región Sur*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Arquitectura en la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México.
- Prieto Vicioso, Esteban. 2010. Tipología arquitectónica del bohío sureño. *Anuario 4*: 271-292. (Centro de Altos Estudios Humanísticos y del Idioma Español, adscrito a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo.)
- Prieto Vicioso, Esteban. 2015. Influencia española en la vivienda tradicional dominicana. En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*, Santiago Huerta y Paula Fuentes (eds.) Segovia: Instituto Juan de Herrera, Vol. 3: 1377-1386.
- Sánchez Valverde, Antonio. 1988. *Ensayos* (Biblioteca de Clásicos Dominicanos, vol. 5). Santo Domingo: Fundación Corripio: 108-109
- Vitruvius. 2001. *Ten Books on Architecture*. (Traducido por Ingrid D. Rowland, ed.
- Ingrid D. Rowland y Thomas Noble Howe.) Cambridge, USA: Cambridge University Press.

Técnicas y materiales de la presa andalusí del desfiladero o garganta del ciervo (s. XII): últimos hallazgos en una barrera fluvial de embalse de tradición constructiva oriental

Santiago Quesada-García
María Lozano-Gómez

Las historiografías medievalista y de la ingeniería civil suelen mantener que en al-Andalus las principales infraestructuras fluviales fueron los azudes, barreras cuya función es derivar las aguas, no almacenarlas. También suelen considerar que, durante el periodo andalusí, la construcción de barreras de contención o embalse en la península ibérica fue escasa y que, además, su tecnología estuvo basada en la tradición constructiva hispanorromana. Los resultados, obtenidos en la investigación que se presenta a continuación, apuntan en otra dirección: las infraestructuras hidráulicas andalusíes emplearon una tecnología autónoma, más relacionada con sistemas de construcción orientales que con las técnicas locales heredadas de épocas anteriores. En esta comunicación se expone el análisis y caracterización constructiva de una presa andalusí, levantada a mediados del siglo XII sobre el cauce del río Trujala en la Sierra de Segura (Jaén), al inicio de la garganta, cañón o desfiladero del ciervo. Una barrera fluvial que conformó un embalse, albuhera o pequeño mar interior, cuya misión principal fue embalsar agua, no para el abastecimiento urbano, sino para la irrigación de terrenos rurales vinculados a una explotación agropecuaria de un posible rafal o almunia existente en el cercano paraje de Amurjo¹.

CONTEXTO Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

En los catálogos o inventarios que recogen los azudes y presas históricas medievales de la península ibérica

se presupone que muchas tienen un origen o relación directa con época romana (Fernández 1984; Pérez 2017, 7). Sin embargo, la mayoría de ellas no cuentan con estudios específicos que avalen dicha caracterización o atribución (Barahona 2020, 268–69). Por otro lado, las menciones a estas antiguas barreras fluviales suelen estar basadas en textos previos o en traducciones de terceros, a veces sin contrastar. Además, en escasas ocasiones son visitadas *in situ*, quizá porque estos vestigios están dispersos y aislados en zonas rurales de difícil acceso. Estas circunstancias, entre otras, denotan la carencia de estudios exhaustivos, levantamientos rigurosos, análisis constructivos minuciosos y, sobre todo, de una metodología adecuada que aborde con solvencia la compleja problemática que plantea este peculiar y desconocido patrimonio.

Por otro lado, en lo que respecta al desarrollo de la hidráulica durante el periodo andalusí, se ha venido manteniendo, tanto en el campo de la ingeniería civil (Pérez 2017) como en el ámbito de la historiografía arabista (Cressier 1996, 142), que sus principales ingenios fueron azudes o saltos de agua, debido a la abundancia de este tipo de represas a lo largo y ancho del territorio peninsular. De forma implícita, se considera que no hubo un excesivo impulso tecnológico en la construcción de las presas de almacenamiento o embalse, ya que sus técnicas habrían estado basadas en formas de construir hispanorromanas. Los hallazgos obtenidos en esta investigación señalan lo contrario.

Este trabajo expone el análisis y caracterización constructiva de un dique de contención o acumulación andalusí que bloqueó el paso de un cauce fluvial para formar un embalse o albuhera en una hondonada natural. Fue un ingenio hidráulico, con un carácter rural, que tuvo una envergadura y complejidad dignas de consideración y que se construyó con una tecnología diferente de las técnicas preislámicas existentes en el territorio peninsular

Según relata Abū ʿAbdillāh Maḥammad al-Zuhrī en su *Kitāb al-Ġarāfiyya* o Libro de la Geografía, escrito a mediados del siglo XII, la presa de Garganta del Ciervo fue construida por el andalusí Abū Ishāq ibn Hamšuk, un ámel que gobernó Segura entre los años 1147 y 1169 (al-Zuhrī 1968, 208). La datación absoluta por radio-carbono, realizada en esta investigación, confirma los datos de las fuentes escritas árabes, ya que, tras el análisis de varios testigos en diferentes materiales, se ha obtenido como fecha más moderna el año 1168.

En época contemporánea, el texto medieval del geógrafo andalusí es transcrito y editado por completo en árabe por el historiador M. Hadj-Sadok (al-Zuhrī 1968). Un año después, J. Vallvé menciona esta presa serrana de la Cora de Jaén por vez primera en español (Vallvé 1969, 76–77). A partir aquí, este dique es mencionado hasta en ocho publicaciones diferentes. Casi todas ellas se hacen eco de la versión castellana del arabista español. En general, son referencias que abordan aspectos históricos y geográficos del inmueble, salvo la descripción del ingeniero J. M^o Almendral que dibuja un croquis de los restos y propone una hipótesis de los posibles terrenos irrigados por el agua embalsada (Almendral 1986, 115–16).

En 2016 sale publicado el primer artículo dedicado monográficamente a esta obra andalusí. Basándose en una nueva versión castellana de J. Vallvé (1986), el artículo resalta, varias veces, que al-Zuhrī comete numerosos errores en su descripción. También se describen los restos conservados, abordando algunos aspectos de la ejecución de su fábrica y relacionando su técnica con la empleada en las murallas de tapial de castillos cercanos. Termina el artículo haciendo una interpretación sobre las intenciones de esta obra hidráulica que, según los autores, fue un fracasado intento propagandístico que «el hundimiento de la presa, convirtió en baldío» (Salvatierra y Gómez 2016, 307–22).

Tras ese artículo y hasta la fecha, esta estructura medieval ha continuado siendo mencionada, descri-

ta y referenciada en varios estudios que analizan diferentes paisajes irrigados de al-Andalus (Quesada-García 2021, 11; Navarro y Jiménez 2022, 20; Jiménez 2022). Sin embargo, ningún trabajo profundiza en su tecnología, en sus técnicas constructivas y, sobre todo, en cuál fue la procedencia del conocimiento que imaginó, proyectó y construyó una gran presa de contención que conformó un embalse para proporcionar recursos hídricos a unos terrenos rurales.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Durante estos últimos tres años, en el marco de un proyecto competitivo nacional de I+D+i, hemos desarrollado una exhaustiva investigación sobre esta infraestructura andalusí. El método para abordar el estudio ha empleado una estrategia de trabajo múltiple, con herramientas y procedimientos de diversas disciplinas, combinando el trabajo de campo con el de laboratorio.

Uno de los primeros pasos ha sido estudiar la referencia más cercana a la fuente árabe original, que es la edición crítica realizada por Hadj-Sadok en 1968. Para ello, hemos traducido la parte correspondiente a la descripción de la presa, incorporando todas las anotaciones del texto original que hace el historiador argelino y que, en general, no se tienen en cuenta en las versiones castellanas, salvo en un pequeño opúsculo de E. Molina (1972). Posteriormente, se ha procedido a realizar un levantamiento fotogramétrico completo de todos los restos, así como una cartografía de los terrenos ocupados por el embalse, procediendo a calcular la superficie y capacidad del vaso de agua. Los vestigios existentes se han datado por medio de carbono-14 (¹⁴C), realizando además ensayos de resistencia y caracterización de los materiales. Para conocer los coeficientes de seguridad de la estructura se han determinado los esfuerzos y sollicitaciones a los que estuvo sometida, junto con la aceleración producida por el sismo. Los resultados obtenidos hasta el momento aportan datos cuantitativos sobre el funcionamiento del sistema constructivo de este dique de contención y permiten caracterizar con bases sólidas, científicas y técnicas, esta infraestructura hidráulica andalusí, además de determinar las causas de su colapso.

La originalidad de esta comunicación radica en que presenta estos últimos hallazgos. Resultados que

permiten mantener que en al-Andalus la construcción de presas de contención o embalse tuvo una tecnología propia, más relacionada con las formas de construir orientales o del norte de África que con otras técnicas constructivas preexistentes en el territorio peninsular. La novedosa información que ahora se aporta, respecto a lo publicado hasta el momento sobre esta presa andalusí, es la principal contribución de este trabajo al XIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción.

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN

La presa de Garganta del Ciervo se sitúa sobre el cauce del río Trujala, un afluente del Guadalimar que, a su vez, es tributario del río Guadalquivir. Las coordenadas geográficas de los restos son: 38° 17' 42" N y -2° 41' 7" O, estando referidas al sistema ETRS89. Su altitud respecto al nivel del mar en su base es de 680 metros. Las ruinas se localizan en el actual término municipal de Segura de la Sierra, al noreste de la provincia de Jaén (Andalucía, España) (figura 1).

Esta comarca serrana formó parte, durante el siglo XII, del *'amal šaqūra* o amelia de Segura, un distrito territorial localizado en el oriente andalusí o *šarq al-Andalus* y perteneciente a la cora de Jaén. La demarcación de Segura abarcaba las cuencas altas de los ríos Segura, Guadalimar y Guadalquivir (Aguirre y Jiménez, 1979). Hay noticias de una temprana colonización de la Sierra de Segura por tribus de árabes del norte (linaje de los Ġāfiq) y de yemeníes (linaje de los Banū Tayy'), que serían los que le darían nombre a la cercana población de Benatae (Terés 1957, 344-45; Oliver 1973, 341; Quesada-García 2021, 5-6).

La presa ubicada en el desfiladero del ciervo y el embalse que conformó habrían formado parte de un proceso de colonización agrícola basado en un modelo específico de fincas privadas, caracterizadas por albergar una reserva hídrica de notables dimensiones (Quesada-García 2023, 101-115). Esta gran reserva de agua habría servido para regar los terrenos de un posible rafal o almunia existente en Amurjo o Hamusgo, cuyo propietario o administrador pudo haber sido Ibn Hamušk, ámel de Segura (figura 2).

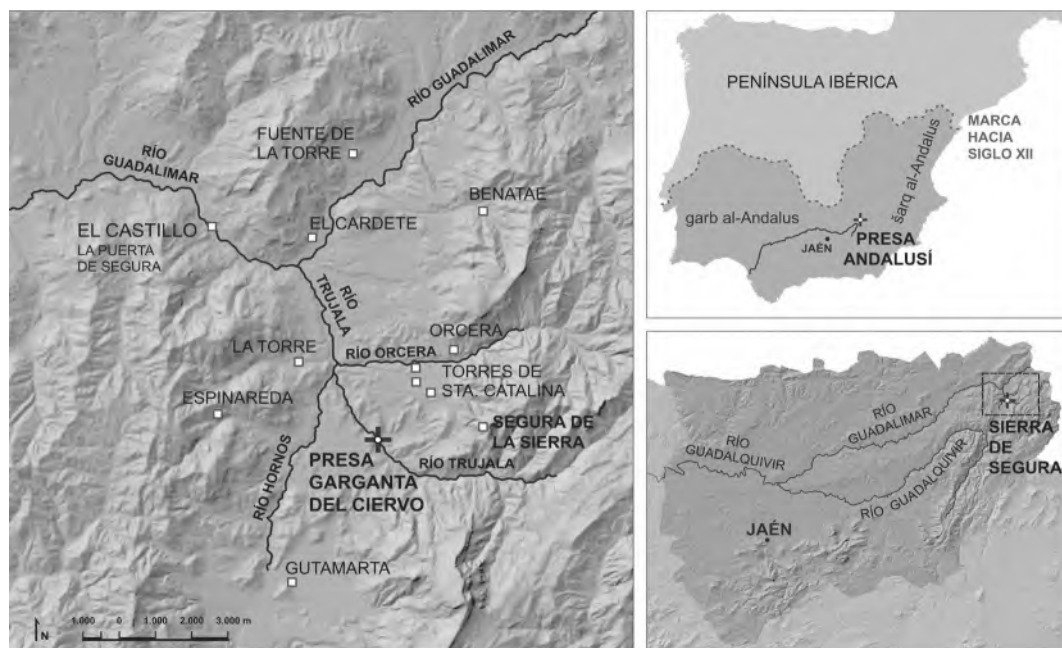


Figura 1
Ubicación de la presa de Garganta del Ciervo. (Elaboración propia)

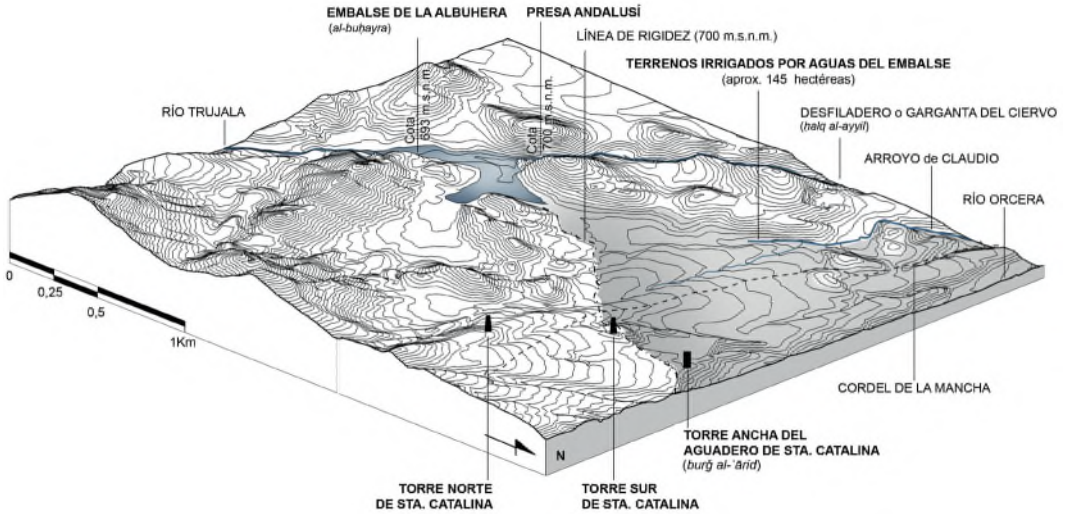


Figura 2
 Terrenos irrigados por el embalse de la Albuhera. La superficie aproximada de esa rambla ondulada de tierras es de unas 240 ha, de las cuales 145 ha serían susceptibles de ser irrigadas por gravedad con las aguas del embalse al estar por debajo de la línea de rigidez. Esa línea vendría a coincidir con un carril que hay en la cota 700 m.s.n.m. Las aguas del embalse drenarían en el arroyo de Claudio que desemboca en el río Orcera, tributario a su vez del río Trujala (Elaboración propia)

La posición del dique andalusí taponaba el inicio de un cañón rocoso recorrido por el río Trujala. Este cauce fluvial atraviesa previamente una cuenca natural que fue aprovechada para conformar un embalse cuya superficie pudo oscilar entre 6,1 y 8,23 Ha, almacenando un volumen de agua que estaría comprendido entre los 0,18 y 0,25 Hm³. La memoria de la lámina acuosa, que caracterizó este paisaje durante la Edad Media, aún se mantiene en la toponimia local, ya que estos terrenos junto con un pequeño arroyo que los recorre, son conocidos como Albuhera, término que proviene de la palabra hispano-arábiga *al-buhayra* que significa ‘el mar pequeño’ o ‘el marcito’ (Quesada-García 2021) (figura 3).

Los restos que aún se conservan de esta barrera fluvial están en mal estado, muy deteriorados, con inminente peligro de desplome y derrumbe. A la acción constante de erosión del río, se suma la abundante vegetación y los numerosos pinos que han arraigado sobre sus fábricas. Sus raíces están produciendo una acelerada disgregación y fragmentación del gran volumen que aún se conserva del estribo izquierdo. El estribo derecho ha desaparecido en su totalidad, sólo que-

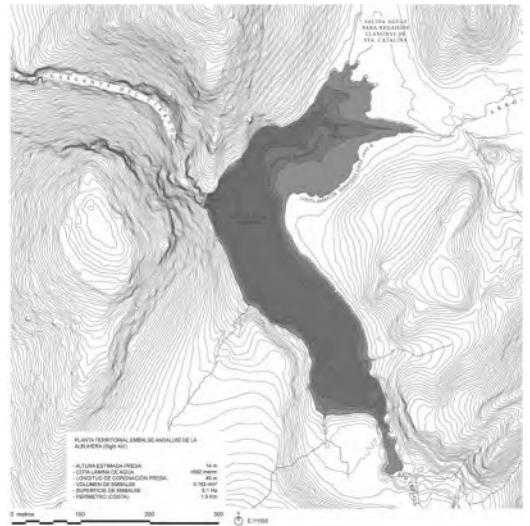


Figura 3
 Embalse de la Albuhera con la representación hipótesis de las diferentes cotas de máximo embalse. (Elaboración propia)

da la cimentación sobre la que hay grandes bloques de fábrica desprendidos. Cuarenta metros río abajo también hay algún fragmento de gran tamaño, desplazado hasta allí quizá como consecuencia del momento del colapso del dique (figura 4).



Figura 4

Cauce del río Trujala a su paso por la garganta del ciervo en cuyo inicio se encaja la presa con una directriz recta norte-sur. Se observan las modificaciones topográficas de ambos márgenes para alojar la fábrica de la presa. Del estribo derecho solo queda la cimentación. Del estribo izquierdo se conserva un imponente volumen. Cuarenta metros, río abajo, se reconocen también fragmentos de la fábrica. (Elaboración propia)

La presa de Garganta del Ciervo estaba encajada entre las dos paredes de un estrecho o desfiladero rocoso, con una única alineación recta en sentido norte-sur. Como se ha comentado más arriba, el estribo izquierdo se mantiene casi en su integridad, porque está asentado sobre una ladera con 45° de pendiente que le aporta alguna estabilidad al imponente volumen de fábrica. La altura actual de este estribo es de 11,36 m, aunque es posible que fuera más alto, a juzgar por los desbastes y rebajes que existen en las rocas sobre las que se apoya. La pared derecha del desfiladero es vertical, por lo que sus condiciones de apoyo y adherencia son bastante menores que la pared que tiene enfrente, motivo por el cual no quedan prácticamente restos del estribo derecho. En este farallón rocoso, a lo largo de su altura, se pueden observar varios orificios hechos en la piedra para anclar la fábrica. Por los engastes, tallados y erosiones que tienen las rocas en las partes altas de ambos márgenes, es posible establecer que su coronación alcanzó una longitud total de 40 m, en su parte más larga, y que su altura fue de unos 14 m (694 m.s.n.m.) desde el centro del lecho del río (680 m.s.n.m.) (figura 5).

El análisis que hemos realizado de la descripción de al-Zuhri ha demostrado que este geógrafo medieval aporta una información muy precisa, con pocos errores y datos muy concretos. Indica que la arquitectura hidráulica andalusí «quiso imitar la presa de Ma'rib que está en el Yemen» (al-Zuhri 1968, 208). Esta barrera fluvial oriental fue una importante estructura, construida en el siglo VIII a.d.c. sobre el río Danah en la antigua capital del reino de Saba. Este dique sabeo fue el modelo de numerosas barreras en la antigüedad, estuvo en servicio durante más de 1500 años y su colapso final viene incluso recogido en el Corán. El común denominador de la presa yemení y la andalusí es que ambas tenían una doble función: por un lado, embalsar el agua y, por otro, desviarla hacia los terrenos irrigables. Este doble uso no era habitual, ya que lo normal es que las barreras fluviales fueran de derivación (azudes) o de almacenamiento (presas) (Quesada-García 2023, 101)

El autor andalusí describe que las aguas «salían por *halq al-ayyil* (desfiladero del ciervo) hasta que llegaban a *burg al-'ariq* (torre ancha) que se conoce como *burg al-dajira* (torre de las provisiones)» (al-Zuhri 1968, 208). Esta observación parece indicar que, siguiendo el ejemplo de los embalses orientales, la presa jiennense también pudo haber tenido aliv-

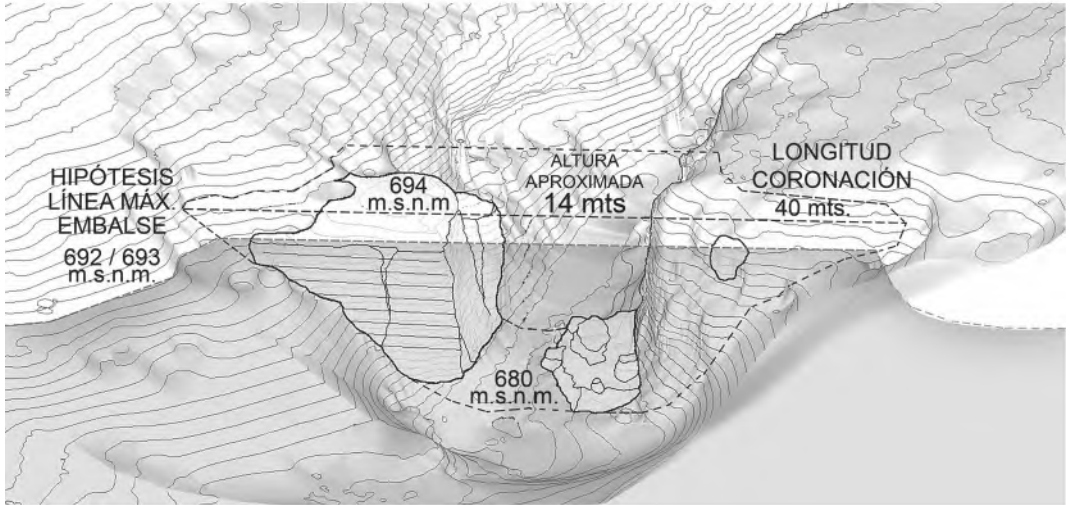


Figura 5

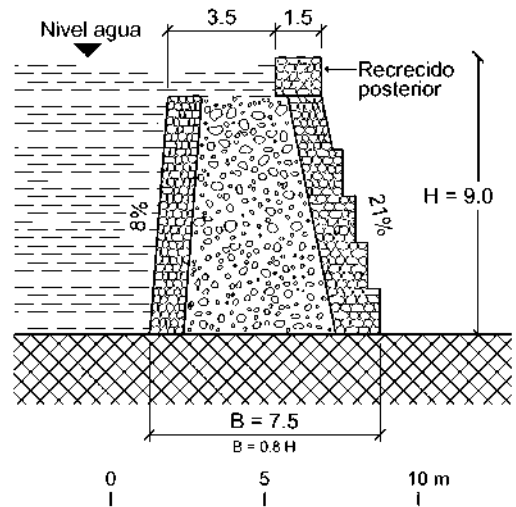
Reconstrucción volumétrica de la presa, con representación de los restos aún conservados. Las líneas de curvado topográficas muestran los encajes de la fábrica en la roca. Igualmente es significativa la erosión del terreno en la parte delantera del dique, que es un indicio claro de la erosión del terreno que minó la base de la presa. (Elaboración propia)

riaderos superiores para desaguar hacia el cauce natural del río Trujala. En la coronación derecha, hay un corte muy regular en la roca en forma de atarjea, a continuación, el perfil natural de la pared rocosa está muy erosionado a una cierta altura y tras ese canal, por eso es razonable pensar que en ese lugar estuviera uno de los desagües del embalse.

CARACTERIZACIÓN MÉTRICA, ESTRATIGRÁFICA Y CONSTRUCTIVA

La presa de Garganta del Ciervo era de gravedad, es decir, que resistía el empuje por su propio peso, no tenía contrafuertes o terraplenes exteriores, y estaba encajada en los dos laterales del inicio del desfiladero. Su anchura total era de 11 m y su altura estimada de 14 m, la relación entre ambas dimensiones implica una equivalencia de $A = 0,8 H$. Esta correspondencia métrica acerca a este dique serrano a la proporción que tenían las presas de Dama o Umm al-Baqarah, construidas en Arabia central durante los siglos VII y VIII (figura 6).

Los árabes del norte construyeron varias barreras fluviales en los alrededores de La Meca y Me-



SECCIÓN ESQUEMÁTICA DE LA PRESA DAMA

Figura 6

Sección transversal de la presa de Dama (s. VII-VIII) cercana a La Meca (Arabia Saudí). (Elaboración propia en base a dibujo de Schnitter 2000, 99)



Figura 7
Vista del imponente estribo izquierdo de la presa que aún se conserva en la entrada de la garganta o desfiladero del ciervo, sobre el cauce del río Trujala en Segura de la Sierra (Jaén) (Fuente: Santiago Quesada)

dina, siguiendo la ancestral tradición yemenita de los árabes del sur, encarnada por la gran presa de Ma'rib. El sistema constructivo de este clásico modelo consistía en dos grandes muros exteriores de sillería y un núcleo interno de relleno heterogé-

neo. Esta conocida obra sabea fue intentada destruir por los romanos en su fracasada campaña de los años 24 y 25 a.e.c., por lo que su tecnología tuvo que ser conocida y, es posible, que también fuera empleada con posterioridad por su ingeniería hidráulica. Las presas romanas están ejecutadas con un relleno interior de *opus caementicium*, contenido entre dos grandes muros exteriores de un metro de espesor, generalmente, de mampostería (Schnitter 2000, 71).

El dique andalusí se edificó con una tecnología muy diferente de las presas hispanorromanas; pero tampoco tiene relación con la ejecución tradicional de las tapias, común en algunas edificaciones, murallas y castillos medievales. En la presa andalusí se utilizó una singular técnica mixta de construcción. En primer lugar, no existe ningún tipo de sillería o mampostería exterior; las dos caras externas están encofradas con tableros o tapiales y su interior no es de tapia o tierra compactada por tongadas, sino que está ejecutado con hiladas de cantos de piedra tomadas con un aglomerante de cal y arena (figura 7).

En segundo lugar, en vez de tener dos grandes muros exteriores a ambos lados, esta estructura fluvial

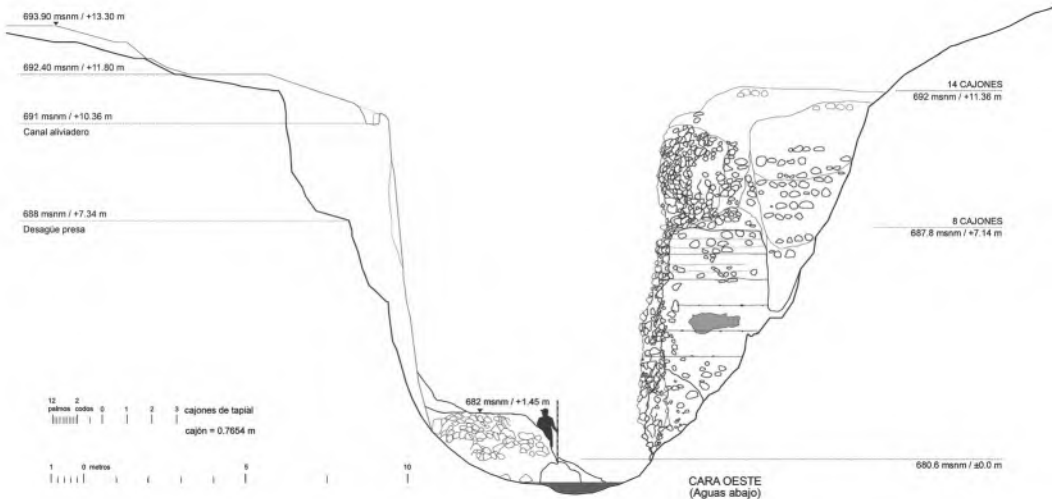


Figura 8
Vista del estribo izquierdo de la presa, aguas abajo. Todavía se aprecian los restos del revestimiento de cal original, así como los mechinales para el alojamiento de las medias agujas de tapial. El muro exterior que delimita la presa hacia su cara oeste conserva una altura de 8,40 m equivalentes a 8 cajones de tapial (Elaboración propia)

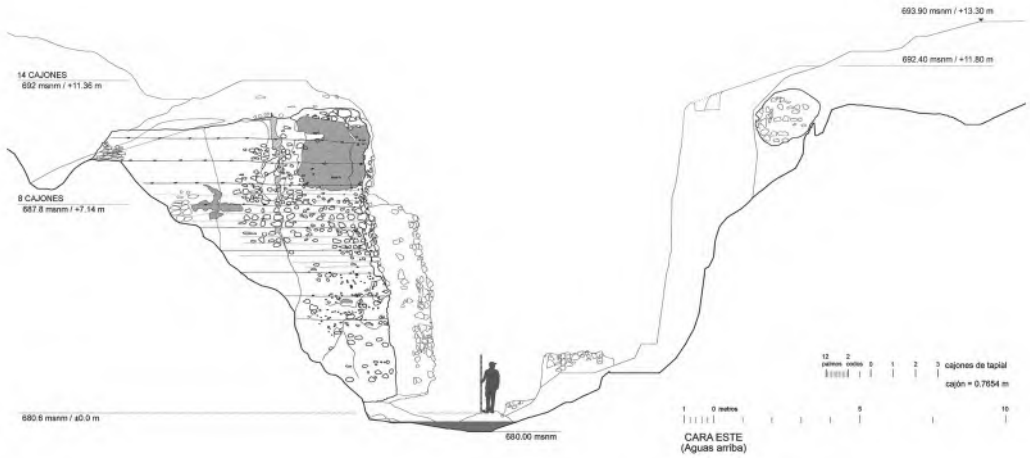


Figura 9

Representación fotogramétrica, aguas arriba, del estribo izquierdo de la presa, y de los vestigios aún conservados en la base del margen derecho. Se aprecia con nitidez la tecnología constructiva empleada en su construcción, realizada con una fábrica de hiladas de calicanto encofradas con cajones de tapial y con un revoco final de cal. En esta cara este, se conservan hasta 14 cajones de tapial equivalentes a una altura de 11,36 m. (Elaboración propia)

tiene un solo muro en su cara oeste, aguas abajo. De este muro occidental se conservan 8,40 m de altura y tiene un espesor de dos metros y medio. Esta gran pared no es de mampostería, sino que está ejecutada también con hiladas de calicanto. Su función habría sido servir de replanteo o escantillado para el resto de la fábrica, ya que una obra de estas características no es fácil de construir si no se dispone de algún elemento que guíe su ejecución. En la cara externa del muro todavía se aprecian restos del revoco de cal de unos 2,5 cm de espesor, así como los mechinales de las medias agujas de madera que sirvieron de apoyo a los tableros del encofrado (figura 8).

En la cara oriental de la presa, aguas arriba, no hay ningún muro que delimite las hiladas de calicanto, estas filas fueron encofradas en exterior con tapiales. En esta cara también se mantiene, bien conservada, una amplia superficie del revoco original, en la que también es posible apreciar con nitidez los mechinales de las agujas, que tienen una escuadría aproximada de 7 x 3 cm y están dispuestas a una distancia media de 65–70 cm. La altura media del cajón de tapial, en ambas caras, es de 76,55 cm. La cara este conserva un total de 14 cajones de tapial visibles y en el muro de la cara oeste se aprecian con nitidez 8 cajo-

nes. Tanto la métrica de las agujas como el tamaño del cajón coincide en gran medida con las dimensiones que se pueden encontrar en el resto de torres andalusíes del siglo XII, existentes en el valle de los ríos Hornos, Trujala y Guadalimar (Quesada-García y Romero-Vergara 2019) (figura 9).

Como se ha indicado, el interior de esta estructura no es de tierra, tapia o relleno de materiales heterogéneos, sino que está ejecutada con una cuidada fábrica de calicanto encofrada. A veces, este peculiar sistema constructivo también es llamado hormigón de cal, sobre todo en construcciones islámicas. Sin embargo, ambas técnicas son completamente diferentes: el hormigón de cal se vierte en tongadas, con áridos de tamaño variado (finos y gruesos), mezclados y sin un orden preciso, una vez vertido en obra, esa mezcla se compacta. En el caso de la fábrica de calicanto, las diferentes hiladas se replantean y existe un orden en la colocación de los áridos, ya que los cantos más gruesos se colocan por tamaño, asentando y ajustando unos con otros, para tomarlos con un mortero aglomerante que, después, se compacta.

Los cantos de la fábrica de la presa serrana están dispuestos en hiladas bastante regulares con un espesor medio de 25 cm. La altura y diámetro medio de

las piedras ronda los 20 cm de altura y su cara inferior está tallada de forma plana, por lo que asientan de forma muy estable. Estos cantos se toman con un mortero compactado, muy rico en cal, cuya proporción y composición estequiométrica se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Proporción y composición estequiométrica del mortero.

Dolomita MgCa(CO ₃) %	Calcita CaCO ₃ %	Cuarzo SiO ₂ %	Total
37,67	43,65	11,33	92,65

(Elaboración propia)

Estos resultados indican una alta proporción de cal y que la dosificación en peso del mortero está muy cercana a la proporción 1:1. Esto quiere decir que la mezcla usada para aglomerar los cantos fue realizada echando una espuerta de cal y otra de are-

na. Por otro lado, el aglomerante empleado tiene una porosidad media de 29,4 %, es decir, una porosidad muy baja. En otras fábricas históricas similares, las porosidades están entre 30% y 50%, y, habitualmente, son mayores al 35%. La conclusión que se extrae de este dato es que los aglomerantes usados en esta construcción están muy bien compactados y ejecutados.

En el tercio superior de la fábrica se observa que su calidad de ejecución es más deficiente que en los dos tercios inferiores. La disposición de los áridos y cantos de piedras, así como de las hiladas, es muy irregular y desordenada, no sigue el orden y sistema de las filas inferiores. Parece un vertido de materiales, que se acerca más a un hormigón de cal que al calicanto. Podría tratarse de alguna reparación realizada con motivo de alguna rotura, algún recrecido posterior o haber sido realizada por una mano de obra diferente de la que realizó los dos tercios inferiores (figura 10).

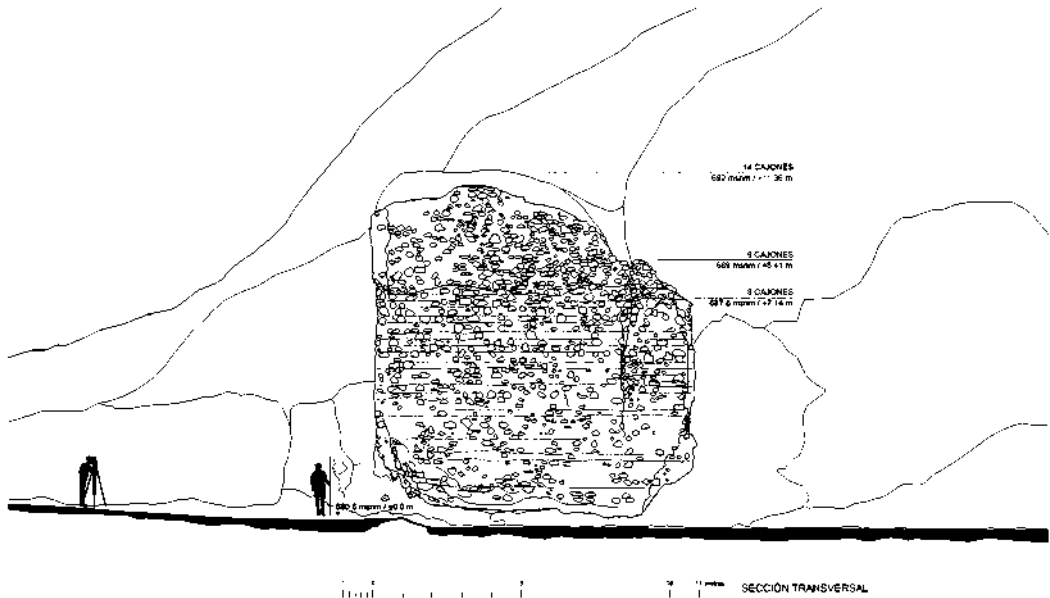


Figura 10

Levantamiento fotogramétrico de la presa, que es un corte transversal del estribo izquierdo en el que se aprecia con claridad su sistema constructivo. El dique tiene una anchura total de 11 metros. En el tercio superior de la fábrica hay un cambio de calidad notable en la ejecución y disposición de las hiladas de cantos. Aguas abajo, en la cara oeste se aprecia un grueso muro de dos metros y medio de anchura que debió servir como escantillado o guía para la construcción de la presa. (Elaboración propia)

COLAPSO DE LA PRESA

Al-Zuhrī, cuando describe el paisaje de la presa, dice que: «transformó todo aquel campo en un mar, en el momento en que las aguas se elevaron y no encontraron salida. Querían salir sobre las cumbres de esas montañas, pero el lugar no les ayudaba» (al-Zuhrī 1968, 208). Esta retórica descripción puede entenderse como una glosa a las buenas condiciones orográficas del lugar para retener el agua embalsada, acompañando a la reseña que hace del propio dique en la que dice que es: «una construcción y una arquitectura perfectas» (al-Zuhrī 1968, 208).

Sin embargo, la sintaxis del texto anterior ha llevado a determinados autores a interpretar que, en realidad, lo que el geógrafo andalusí está relatando es el fallo de la presa y que, debido al mismo, ese proyecto hidráulico medieval fracasó (Cressier 1996, 155; Salvatierra y Gómez 2016, 319). Estos últimos autores mantienen, además, que el colapso fue debido a que «la estructura resultase poco resistente a fuertes empujes» o a la «falta de pericia desde el punto de vista de la ingeniería» (Salvatierra y Gómez 2016, 312–320).

En este trabajo hemos calculado los esfuerzos y sollicitaciones a los que estuvo sometida la estructura por la presión acuosa, en relación a sus dimensiones y a su composición material². El resultado de dichos cálculos ha verificado que esta estructura de contención tuvo coeficientes de seguridad adecuados y estuvo bien dimensionada para soportar el empuje del líquido. La aceleración producida por el sismo tampoco habría sido suficiente para provocar su rotura, un aspecto que también se ha comprobado. El motivo de la rotura debió ser otro diferente al dimensionamiento estructural, a la composición de los materiales o a la pericia técnica de sus constructores.

La hipótesis más razonable es que el derrumbe fuera provocado por la pérdida de apoyo en el terreno de la masa de la fábrica. Según el mapa de karst del Instituto Geológico y Minero de España, del año 2021, el terreno de la zona está compuesto por dolomías calcáreas que son rocas karstificables, es decir, con componentes yesíferos que se disuelven en contacto con el agua. El 90 % de las cuevas están formadas por este tipo de rocas. Al construir en este tipo de terrenos surgen problemas geotécnicos, litológicos e hidrológicos, según el mapa de interpretación geotécnica de 2009 del Instituto de Estadística y Cartogra-

fía de Andalucía. Por tanto, el suelo donde estuvo edificada esta barrera de contención fluvial es uno de los menos adecuados para la construcción de este tipo de infraestructuras, ya que este tipo de rocas en contacto con corrientes acuosas aumentan su velocidad de disolución, creándose huecos y cavernas en el terreno. Todo el desfiladero del ciervo está formado por este proceso de erosión (figura 11).

Probablemente, esa fue la causa del colapso de la presa. Al formarse cavidades o huecos en el terreno debajo la fábrica, llegaría un momento dónde le faltaría el apoyo en su punto medio. Al no estar preparado para resistir a flexión, el dique se partió en la vertical de su punto medio, colapsando después debido al empuje de las aguas que contenía. Ese proceso puede ser dilatado en el tiempo, en cualquier caso, no es demasiado rápido, por lo que cabe deducir que, cuando al-Zuhrī escribió su libro, esta barrera estaba todavía en servicio y que, en su descripción, no se refiere a ningún fallo o fracaso del proyecto hidráulico.

El Instituto Nacional de Colonización propuso hacer en 1954, en este mismo lugar, un embalse con su presa correspondiente, infraestructura proyectada por el ingeniero agrónomo Alfonso García del Pino. Sin embargo, fue un proyecto que nunca se ejecutó, quizá debido a que se detectó a tiempo la composición kárstica del terreno, lo que paradójicamente ha permitido que los restos de la presa de Garganta del Ciervo hayan llegado hasta nuestros días.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación aportan información relevante sobre la construcción de una infraestructura hidráulica andalusí, formada por una presa y un embalse, destinada a suministrar agua a unos terrenos localizados en un ámbito rural que quizá formaron parte de una finca privada, rafa o almunia.

Con los conocimientos que se han adquirido en esta investigación, no es posible mantener que la presa de Garganta del Ciervo fue un proyecto estatal que fracasó, justificándolo en que la construcción del dique se hizo sin poseer los conocimientos y la tecnología adecuada para ello, ignorando la realidad del río Trujala, una de cuyas avenidas motivaría su hundimiento; y que ese fracaso habría sido descrito, además, por al-Zuhrī.

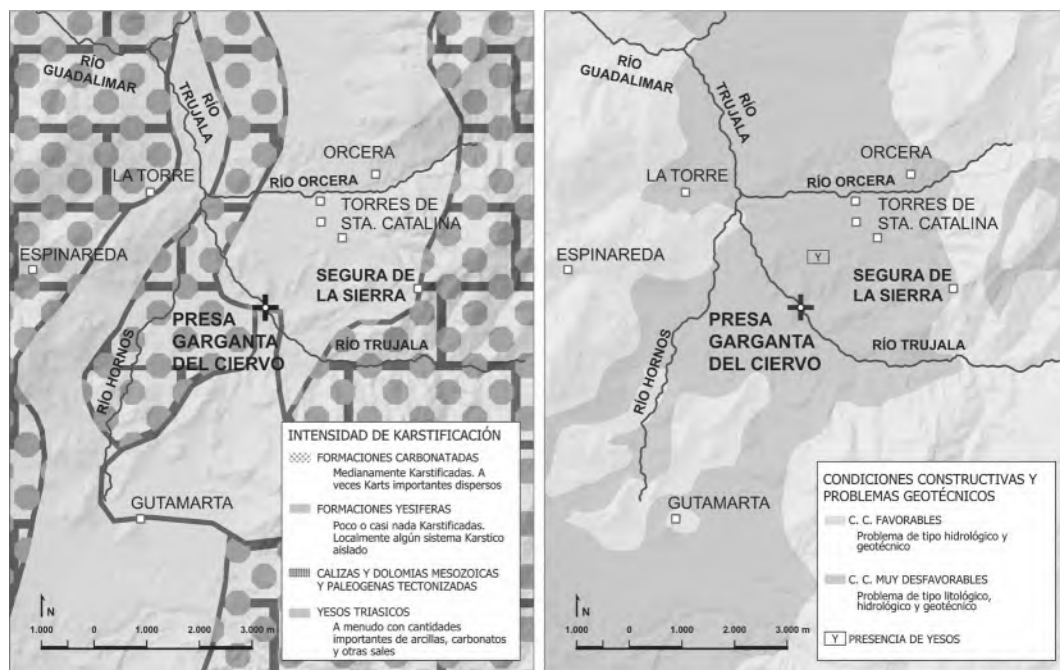


Figura 11

Características constructivas y problemas geotécnicos de los terrenos. A la izquierda: Mapa de Karst (Instituto Geológico y Minero de España, 2021). A la derecha: Mapa de interpretación geotécnica. (Instituto Geológico y Minero de España, 1976 e Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, 2009)

Para la construcción de este dique de contención se empleó una técnica mixta, con un encofrado de tableros o tapias para las caras exteriores; el interior de la fábrica se ejecutó con calicanto, en vez de usar tapia o tierra compactada. La tecnología con la que está edificada esta presa es completamente diferente a la de las barreras fluviales hispanorromanas. A diferencia de otras presas, romanas o islámicas, que suelen tener dos muros exteriores delimitadores, de sillería o mampostería, esta barrera jiennense tiene un solo muro exterior, aguas abajo, y está construido con fábrica de calicanto. Los resultados obtenidos en este trabajo, para comprobar la resistencia de la estructura, han demostrado que el motivo del colapso no fue debido a la presión, a las crecidas del río, al dimensionamiento de la fábrica, a la composición de los materiales o a la ejecución de la obra, sino a las características del suelo sobre el que se cimentó la presa. Un dato que sus constructores no podían conocer y ni siquiera sospechar.

Del estudio constructivo de esta barrera de contención fluvial, se pueden extraer varios indicios que apuntan a que la transferencia del conocimiento, necesaria para construir estos ingenios en al-Andalus, tuvo un origen oriental. En primer lugar, la referencia de una fuente escrita árabe, contemporánea a la construcción de esta obra andalusí, que menciona como modelo una conocida presa existente en Yemen, cuyo funcionamiento fue similar, ya que fueron dos sistemas que tuvieron la doble función de almacenar y derivar las aguas de un cauce fluvial. Por otro lado, el dimensionamiento de estructura hidráulica es similar a las proporciones que tienen algunas barreras medievales de la península árabe. Y, por último, hay noticias de un poblamiento en la comarca por tribus yemeníes, como los Banū Ṭāy'. La colonización de este clan pudo haber sido una de las formas de transmisión del conocimiento que hizo posible esta barrera.

La presa de Garganta del Ciervo se encuentra en un ámbito rural, alejada de vías principales y de

núcleos poblacionales, es decir, está situada en un lugar poco transitado y de difícil acceso. Además, dadas las condiciones topográficas de su ubicación, encajada en una garganta, la estructura del dique no podía ser visible desde ningún punto cercano o lejano. A pesar que la lámina de agua del embalse se podía ver desde Segura de la Sierra, afirmar que esta infraestructura fue la expresión propagandística del poder es una hipótesis posible, pero no deja de ser una conjetura de difícil demostración. Lo que parece claramente evidente es que su principal utilidad fue almacenar, derivar y suministrar recursos hídricos a unas tierras destinadas a algún fin agropecuario, no al abastecimiento humano, al placer o al recreo. La representación podría haber sido una segunda intención de este complejo hidráulico. Sin embargo, la construcción de la presa y del embalse de la Albuhera no fue una obra del Estado musulmán, ni de las comunidades campesinas, fue promovida por un poder local, no estatal o comunitario. Fue iniciativa del gobernante andalusí Ibn Hamšuk, a mediados del siglo XII, antes de la administración almohade de este territorio, que ocurrió a partir de 1169. Con los datos actuales, lo que se puede afirmar con seguridad es que esta infraestructura fue la expresión de una necesidad funcional: proveer de agua de riego a una extensión determinada de terreno.

La investigación expuesta en este trabajo y los hallazgos alcanzados contribuyen a dar algunas claves para el conocer mejor la forma de construcción de estas peculiares estructuras hidráulicas andalusíes, revelando datos importantes que aportan nuevo conocimiento sobre la tecnología constructiva empleada en las presas de contención de al-Andalus durante el siglo XII.

NOTAS

1. Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del proyecto de investigación I+D+i: “El sistema de torres de origen medieval islámico en Segura de la Sierra, implantación, técnicas constructivas y restauración del tapial” (HAR2014-53866-R) del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016.
2. Cálculos que están a disposición de los investigadores que los quieran comprobar.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aguirre Sádaba, Francisco Javier y Jiménez Mata, María del Carmen. 1979. *Introducción al Jaén islámico (Estudio geográfico-histórico)*. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses, Excma. Diputación Provincial.
- Aguirre Sádaba, Francisco Javier y Jiménez Mata, María del Carmen. 1979. *Introducción al Jaén islámico (Estudio geográfico-histórico)*. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses, Excma. Diputación Provincial.
- Almendral Lucas, José María. 1986. *Jaén desde sus obras públicas*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 111–112.
- Al-Zuhri, M. 1968. *Kitāb al-Ġa’rāfiyya*. Libro de Geografía. En *Bulletin d'études orientales*, editado por Maḥammad Hadj-Sadok, 21: 7–312.
- Barahona Oviedo, Marisa. 2020. Tecnología hidráulica y construcción de presas en Melque: estratigrafía, tipología, paisaje y proceso de obra. *Archivo Español de Arqueología* 93: 249–274.
- Cressier, Patrice. 1996. À propos des apports orientaux dans l'hydraulique agraire d'al-Andalus: observations sur le barrage. En *Spanien und der Orient im frühen und hohen mittelalter*, editado por Philipp von Zabern, 142–156. Mainz am Rhein: Kolloquium Berlin 1991.
- Fernández Ordóñez, José Antonio. 1984. *Catálogo de noventa Presas y Azudes Españoles anteriores a 1900*. Madrid: Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU).
- Jiménez Castillo, Pedro. 2022. La expansión agrícola en Šarq al-Andalus. *Al-Qanṭara: Revista de estudios árabes* 43, núm. 2: e24.
- Molina López, Emilio. 1972. La cora de Tudmir según al-'Udri (s. XI). Aportaciones al estudio geográfico-descriptivo al SE peninsular. *Cuadernos de Historia del Islam*, Serie Monográfica, 3: 35–36.
- Navarro Palazón, Julio y Jiménez Castillo, Pedro. 2022. La almunia del Castillejo de Monteagudo (Murcia) y su complejo palatino del llano. En *Al-bustān. Las fincas aristocráticas y la construcción de los paisajes periurbanos de al-Andalus y Sicilia*, editado por Julio Navarro Palazón. Murcia: Laboratorio de Arqueología Arquitectura de la Ciudad (LAAC).
- Oliver Asín, Jaime. 1973. En torno a los orígenes de Castilla: su toponimia en relación con los árabes y los beréberes. *Al-Andalus* 38, núm. 2: 319–391.
- Pérez Marrero, Jenny. 2017. *Catálogo de presas españolas anteriores a 1926 asociadas a procesos industriales*. Madrid: Instituto de Patrimonio Cultural de España.
- Quesada-García, Santiago. 2021. Poblamiento y asentamientos rurales andalusíes: análisis del paisaje y caracterización territorial de un valle del 'amal Šaqūra (siglos VIII-XII). *Al-Qanṭara* 42, núm. 2: 1–30.

- Quesada-García, Santiago. 2023. *Torres, castillos e infraestructuras andalusíes en la Sierra de Segura. Caracterización territorial, espacial, métrica y constructiva*. Sevilla: HAC University books, 101–115.
- Quesada-García, Santiago y Romero-Vergara, Guadalupe. 2019. El sistema de torres musulmanas en tapial de la Sierra de Segura (Jaén). Una contribución al estudio del mundo rural y el paisaje de al-Andalus. *Arqueología de la Arquitectura*, 16: 1–32.
- Salvatierra Cuenca, Vicente y Gómez Cabezas, Francisco. 2016. La presa de la Garganta del Ciervo, s. XII (Segura de la Sierra, Jaén, España): Aportaciones a la ingeniería hidráulica andalusí. *Lvcentvm XXXV*, 307–322.
- Schnitter, Nicholas J. 2000. *Historia de las presas. Las pirámides útiles*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Terés Sábada, Elías. 1957. Linajes árabes en al-Andalus según la 'Yamhara' de Ibn Hazm (conclusión). *Al-Andalus* 22, núm. 2: 337–376.
- Vallvé Bermejo, Joaquín. 1969. La división territorial en la España musulmana. La cora de Jaén. *Al-Andalus* 24, núm. 1: 55–82.
- Vallvé Bermejo, Joaquín. 1986. *La división territorial en la España musulmana*. Madrid: CSIC, 131–132.

Bóvedas tabicadas en los pueblos del INC de la cuenca del Ebro

Esther Redondo Martínez

El INC (Instituto Nacional de Colonización) se crea en octubre de 1939, buscando contrarrestar los efectos de la Ley Agraria de 1932, redactada por gobierno republicano español. Supuso una importante transformación territorial: el INC actuó, hasta su fin en 1971, sobre más de 1 millón de Ha (principalmente creando regadíos en las cuencas de los grandes ríos); se construyeron 264 nuevos pueblos, en los que se reasentaron unas 50.000 personas. Sin embargo, no supuso una verdadera reforma social: la dictadura franquista fue especialmente garantista con el derecho de propiedad, lo que llevó a un insuficiente reparto de tierras a los nuevos colonos (Monclús y Oyón, 1988; Alagón Laste, 2012). El INC se organizó por delegaciones regionales alrededor de las cuencas hidrográficas: Guadalquivir, Guadiana, Tajo, Ebro, Sur, Levante, Noroeste.

La Delegación Regional del Ebro fue una de las más relevantes dentro de las actuaciones del INC.¹ Con sede en Zaragoza, desde allí se controlaban las regiones de Aragón, Cataluña, Navarra y La Rioja. Se construyeron 40 nuevos pueblos, en los que se alojaron 4028 colonos y 606 obreros agrícolas.² El arquitecto encargado de esta Delegación fue, desde 1943, José Borobio Ojeda (Alagón Laste, 2013). Él fue el encargado de redactar buena parte de los proyectos para los pueblos de la zona (15 en total). Otros arquitectos en la plantilla del INC de Zaragoza fueron Antonio Barbany Bailo (redactor de proyecto 9 pueblos) y José Beltrán (8 pueblos). Finalmente,

arquitectos externos al INC se encargaron puntualmente del redactar el proyecto de algunos pueblos. El primer proyecto del área es el pueblo de Ontinar (en 1944) y el último es Vencillón, en 1961

La documentación relativa a los proyectos se conserva en un archivo, dependiente del Ministerio de Agricultura. En general, para cada pueblo se conservan muchas carpetas de archivo. Las primeras corresponden a la decisión del emplazamiento (en algunos casos firmadas por ingenieros en lugar de por arquitectos). A continuación, encontramos las carpetas que se refieren al proyecto inicial del pueblo, que suelen ser un grupo de viviendas (diferentes para colonos y para obreros agrícolas), una escuela y una iglesia, una plaza mayor que incluye otros servicios comunes (administrativos, comerciales) y viviendas representativas (para el médico, para el maestro, etc). La mayoría de los pueblos se amplían varias veces: más viviendas, dependencias agrícolas, un edificio social para reuniones, cine y teatro, un cementerio, etc. De esta manera, encontramos documentación referida a un mismo pueblo desde su inicio hasta finales de la década de los 60 o primeros 70.³ Los poblados de colonización se construyen de forma sencilla, con materiales humildes y apegados a la zona, con el objeto de abaratar costes (Tamés, 1983). El uso del acero se reduce a mínimos. En un primer estudio de los sistemas constructivos de los poblados en toda España, se observan aspectos comunes como las cimentaciones de hormigón pobre o los muros de ladrillo y tapial. Con respecto a las es-

estructuras de forjados y cubiertas, encontramos algo más de variedad y evolución en el tiempo. Los tipos principales son viguetas de madera con entablado, forjados de viguetas armadas con encofrado cerámico (llamado forjado autárquico en la documentación), forjados de viguetas pretensadas de hormigón y bóvedas tabicadas de ladrillo. Para los edificios con lucas mayores (iglesias, sobre todo) encontramos de nuevo bóvedas tabicadas, cerchas de hormigón (de un tipo al que se denomina en los proyectos «sistema Marsans») y, más adelante, cerchas de acero.

La comunicación continúa las presentadas en anteriores congresos, en las que:

- se llevó a cabo un primer rastreo en el archivo del INC, estudiando las principales de actuación y los métodos constructivos empleados, focalizándonos en el uso de bóvedas tabicadas; buscando una relación entre el uso de ese tipo constructivo y la zona de actuación, el arqui-

tecto autor del proyecto, el año, etc (Castilla y Redondo, 2021)

- se estudió en profundidad los pueblos construidos en la provincia de Badajoz, una zona en la que, en esta primera búsqueda general, se había observado una especial incidencia de las construcciones con bóveda tabicada (Castilla y Redondo, 2022)

Se pretende ahora seguir el estudio en los pueblos de la cuenca del Ebro. En esta zona las bóvedas tabicadas son menos comunes (los forjados de las viviendas se construyen mayoritariamente con viguetas de madera o con forjados «autárquicos»). Sin embargo, se encuentran algunos ejemplos interesantes de construcción tabicada en iglesias y otros edificios representativos.

Las zonas de estudio se indican en la figura 1. Corresponden a las zonas regables⁴ del Canal de las Bárdenas (con pueblos situados en la actual Comu-

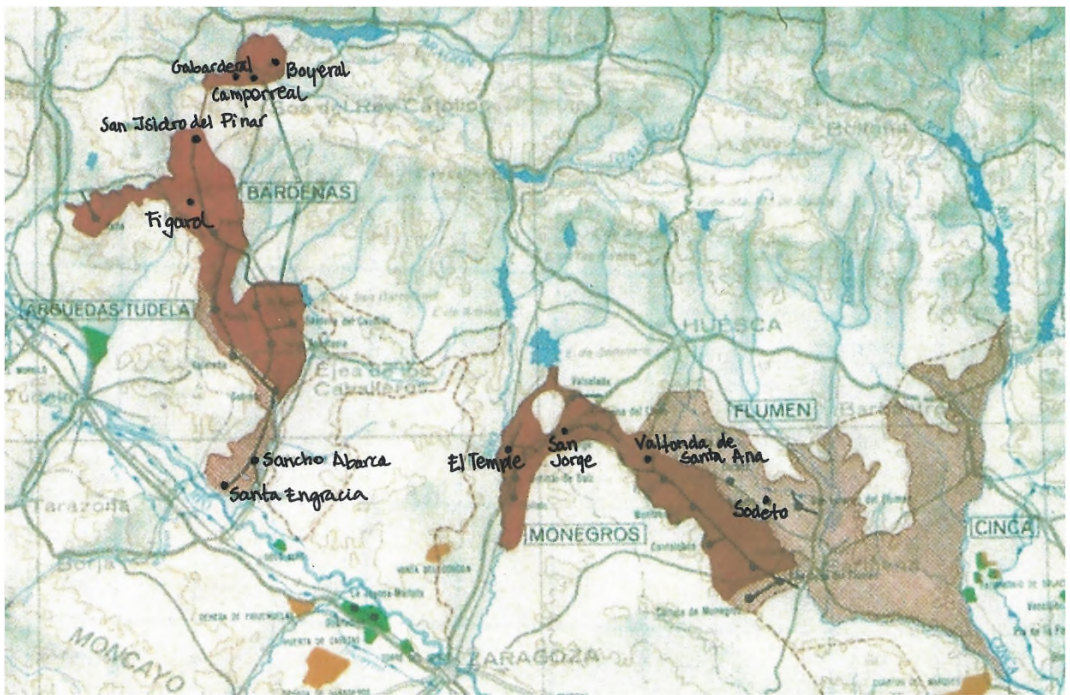


Figura 1

Mapa de la zona estudiada, indicando las zonas regables y los pueblos contenidos en ellas. Se sobreesciben los nombres de los pueblos en los que se han encontrado bóvedas tabicadas. El mapa original es parte Villanueva y Leal, 1990 (documento plegado que se anexa en la solapa del libro)

nidad Foral de Navarra y en la provincia de Zaragoza) y a las de Monegros, Flumen y Violada (con pueblos situados en las provincias de Huesca y Zaragoza). En la figura, se marcan los pueblos en los que se ha encontrado algún elemento construido (o al menos proyectado) con bóveda tabicada. A diferencia de lo encontrado en la provincia de Badajoz, en esta zona es un sistema minoritario: En el Canal de las Bârdenas solo aparece en 4 pueblos de un total de 15,⁵ y en la zona de Monegros/Flumen/Violada aparece en otros 4 pueblos de un total de 16. Y, como veremos a lo largo de la comunicación, en ninguno de ellos es el sistema de construcción mayoritario.

Se ha estudiado en profundidad la documentación relativa a los pueblos en los que, en los primeros estudios, se detectaron bóvedas tabicadas. Y se documentan en todos los casos los edificios así construidos. Pero cuando aparecen otros sistemas constructivos considerados de interés en estos pueblos se documentan igualmente. En cualquier caso, no puede considerarse un estudio general sobre la forma de construir en el área, al haber hecho esa selección previa en base a la existencia de bóvedas tabicadas.

Se reproducen algunos de los planos de estos pueblos, que con frecuencia tienen poca definición constructiva. Pero la documentación escrita: la memoria y, especialmente, el pliego de condiciones y los cuadros de precios descompuestos, aportan muchos datos sobre los sistemas constructivos empleados y la forma precisa de llevarlos a cabo.

CANAL DE LAS BÂRDENAS

Corresponde a la zona irrigada por el canal que le da nombre y su red de «afluentes», ligada también al cercano pantano de Yesa. En el área, se crean 15 pueblos, entre 1953 y 1960. Se encuentran bóvedas tabicadas en 4 de ellos: Santa Engracia, Sancho Abarca y Figarol (los tres con proyecto inicial de 1954) y en el pequeño núcleo de San Isidro del Pinar, de 1959.

EL PUEBLO DE FIGAROL

El proyecto del pueblo es de 1954, los autores son Domingo Ariz y Fernando Nagore, afincados en Pamplona. Es el único proyecto firmado por estos autores para el INC.

En el archivo encontramos dos carpetas relativas a este pueblo, con el mismo número. Una de ellas es de octubre de 1954 y presenta un pueblo en el que buena parte de las viviendas se proyectan con bóveda tabicada y grandes contrafuertes en las fachadas, haciendo de esto un argumento del proyecto, como podemos leer en la memoria:

La nota más destacada en el aspecto constructivo es la supresión total de la madera en los elementos horizontales de la estructura, y su sustitución por bóvedas tabicadas y cerámica u hormigón armado. La primera de estas soluciones origina el tipo de vivienda con contrafuertes que será distintiva y original del pueblo de Figarol (Memoria del proyecto de Figarol. s/n. Archivo INC. Carpeta nº 5202. 1954)

Tabla 1. Precio descompuesto de una partida de bóveda de rasilla en piso. (Proyecto del pueblo de Figarol. Presupuesto. Cuadro nº4, hoja 4. Archivo INC, carpeta 5202. 1954)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M²	de bóveda de rasilla en piso	70,29
33 ud	de rasilla, a 350 pesetas/millar	11,55
0,15 m ³	de hormigón, a 164,52 pesetas/m ³	24,67
20 kg	de yeso a 0,22 pesetas/kg	4,40
	Mano de obra	15,00
	Cargas sociales a 84,20%	12,63
	Pluses 75,66%	11,34
	Medios auxiliares	2,04

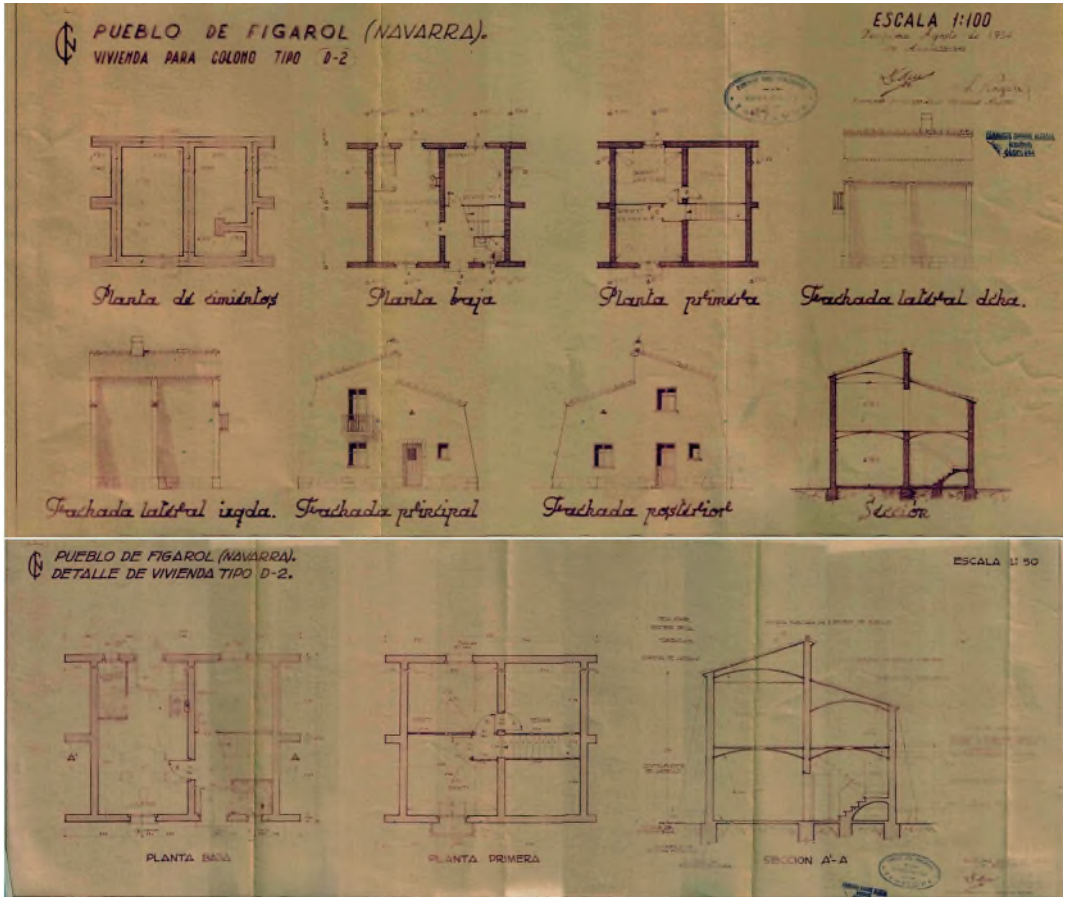


Figura 2

Vivienda de colono tipo D-2. Pueblo de Figarol. Arriba se reproduce un plano general con plantas, secciones y alzados de uno de los tipos de viviendas para colonos. Abajo, detalles de la misma vivienda, incorporando a la derecha una sección constructiva indicando grosores y radios de curvatura de las bóvedas (Planos. Archivo INC, carpeta 5202. 1954)

Los planos son poco explicativos sobre la forma de construir (ver figuras 2 y 3), aunque dibujan muy claramente los forjados con bóveda tabicada y esos grandes contrafuertes característicos que citan en la memoria. Como puede verse, el sistema es de uso general, tanto para las viviendas de colonos (figura 2), en las que las luces son pequeñas, del orden de 3 o 3,5 metros; como para los edificios más representativos, abarcando luces mayores, que llegan a los 11 metros en el edificio social que se reproduce en la figura 3.

Los cuadros de precios descompuestos del presupuesto nos ofrecen algo más de información sobre la forma prevista de construcción de las bóvedas.

Hay una partida específica para las bóvedas de rasilla en piso (tabla 1) que se construye con una sola hoja de ladrillo. Se incluye una buena cantidad de hormigón, que parece ser una capa añadida, a modo de relleno, hasta obtener una superficie plana que sirva de base al pavimento.⁶ Aparecen otras partidas relativas a bóvedas tabicadas para cielos rasos y una última sobre una bóveda de dos hojas, sin relleno superior de hormigón.

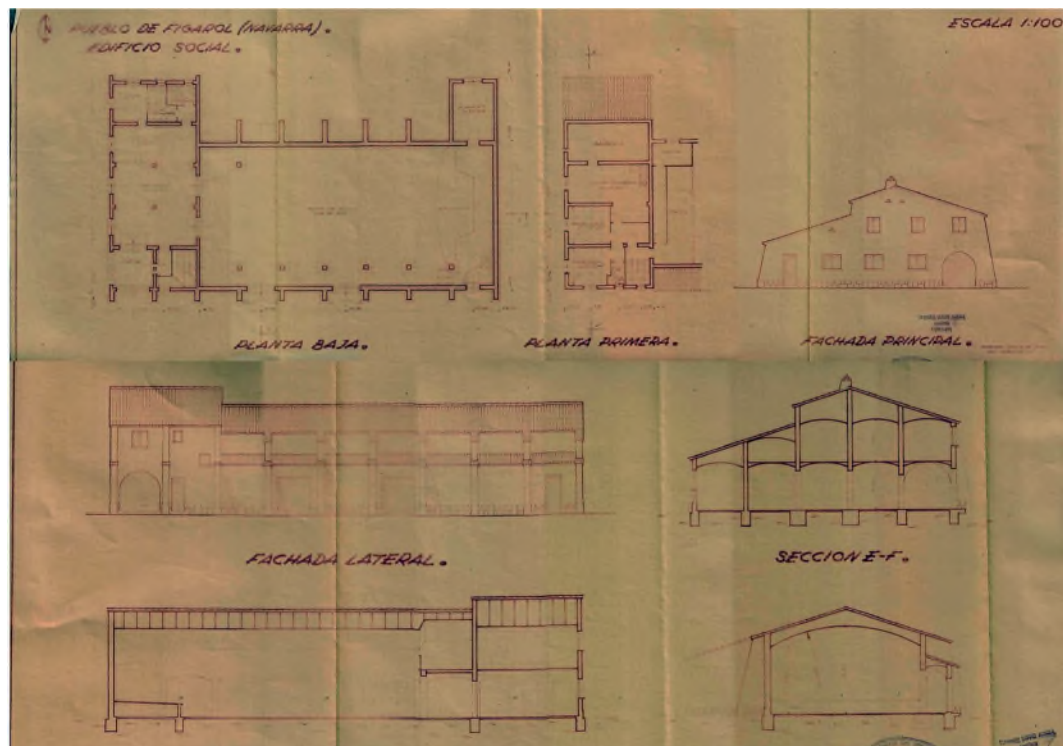


Figura 3

Edificio social. Pueblo de Figarol. Los edificios singulares también se proyectan con bóveda tabicada y contrafuertes. (Planos. Archivo INC, carpeta 5202. 1954)

El pueblo de Figarol no se construyó así: en la portada del proyecto al que pertenecen los textos y tablas que van encima aparece una nota a mano que indica «Antiguo. Nulo». Y encontramos otra carpeta referida al proyecto (con el mismo número 5202 y mismo año 1954) en la que el sistema constructivo que se describe ya no son bóvedas tabicadas (salvo en la iglesia y en la escuela) si no forjados «autárquicos», de cerámica armada. Entre la documentación contenida en este segundo proyecto podemos leer un informe del servicio de arquitectura del INC que dice así:

El Proyecto en su segunda edición tiene en cuenta, según se desprende del informe del Servicio de Arquitectura, todas las indicaciones que fueron hechas al ser devuelto, cuando se presentó por primera vez (Memoria del proyecto de Figarol. s/n. Archivo INC. Carpeta nº 5202. 1954)

No se ha encontrado el informe al que hace referencia la nota en la memoria, pero dado que el primer proyecto construye con bóveda tabicada una buena parte de las viviendas y el segundo no, parece evidente que fue por esa razón por la que se devolvió el proyecto y se obligó a los arquitectos a redactarlo de nuevo. No se ha encontrado la razón de esta reticencia al uso de bóveda tabicada. El presupuesto del primer proyecto es inferior (12.311.995 pesetas el de bóvedas y 14.791.889 pesetas el que se construyó) y realmente los contrafuertes crean una arquitectura diferente a la de otros pueblos que no se mantiene en el proyecto construido.

El pueblo de Figarol se amplía dos veces. La primera en 1960, en un proyecto firmado por Antonio Barbany, que mantiene forjados de cerámica armada. En 1962 vuelve a ampliarse, según un proyecto de José Borobio. En esta segunda ampliación el sistema

Tabla 2. Precio descompuesto de una partida de bóveda de rasilla para cielo raso. (Proyecto del pueblo de Figarol. Cuadro nº4, hoja 4. Archivo INC, carpeta 5202. 1954)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M ²	de bóveda de rasilla para cielo raso	35,40
33 ud	de rasilla, a 350 pesetas/millar	11,55
20 kg	de yeso a 0,22 pesetas/kg	4,40
	Mano de obra	10,00
	Cargas sociales a 84,20%	8,42
	Pluses 75,66%	7,56
	1,03	2,04

Tabla 3. Precio descompuesto de una partida de bóveda de rasilla de dos hojas. (Proyecto del pueblo de Figarol. Cuadro nº 4, hoja 5. Archivo INC, carpeta 5202. 1954)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M ²	de cielo raso de bóveda con dos alfas de rasilla	70,29
66 ud	de rasilla, a 350 pesetas/millar	23,10
0,020 m ³	de mortero 300k a 251,04 pesetas/m ³	5,02
20 kg	de yeso a 0,22 pesetas/kg	4,40
	Mano de obra	13,00
	Cargas sociales a 84,20%	10,94
	Pluses 75,66%	9,63
	Medios auxiliares	1,69

constructivo de forjados y cubiertas los forjados ya son de nervios prefabricados de hormigón, como se describe en el precio descompuesto que se detalla en la tabla 4.

Relativo a esta segunda ampliación, se conservan interesantes planos, tanto de las viviendas de colonos como de otros edificios más grandes (panadería, tienda-bar) en los que se dibujan planos esquemáticos de estructura, indicando la situación de estos nervios de hormigón, cada 50 cm (en los forjados de piso) o 70 cm (en los forjados de cubierta). Los forjados apoyan sobre jácenas y pilares de hormigón, en este caso armado in situ, con las armaduras que se especifican en los planos. Tanto en la memoria como en el presupuesto, puede leerse que la estructura vertical son muros de mampostería de piedra caliza de la zona, cimientos y solera de hormigón, 150 kg de cemento por m³ y zócalos de hormigón encofrado de 200 kg de cemento por m³. En la figura 4 vemos, en un solo plano, el proyecto

completo de una vivienda tipo para colono: plantas de distribución arquitectónica, alzados, una sección constructiva y unos esquemáticos planos de cimentación (incluyendo las cotas necesarias para el replanteo de elementos verticales) y forjado de piso. Se detalla también la armadura de la jácena central del forjado de piso, en la que apoyan las viguetas prefabricadas de hormigón, y la armadura del pilar central y del zuncho perimetral que remata los muros. Es curioso ver con que «poca» información, aunque bien elegida y representada, puede construirse un edificio, sobre todo si lo comparamos con la ingente documentación que vemos necesaria hoy en día.

LA PLAZA MAYOR DE SANCHO ABARCA

Sancho Abarca es el único pueblo que el arquitecto Carlos Sobrini proyecta para el INC.⁷ El proyecto es

Tabla 4. Precio descompuesto de una partida de forjado de piso, (Proyecto para la segunda ampliación de Figarol presupuesto, cuadro nº 4, hoja nº 5. Archivo INC, carpeta 11477. 1962)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M ²	de forjado de piso con nervios de hormigón armado prefabricado y bovedillas, incluso capa de compresión de 2 cm y enlucido de su cara inferior	125,86
2,00 ud	de vigueta, a 35,00 pesetas/ud	70,00
8,00 ud	de bovedilla, a 4,00 pesetas/ud	32,00
0,010 m ³	de mortero de yeso, a 243,34 pesetas/m ³	2,43
0,020 m ³	de mortero de cemento 1:8, a 258,88 pesetas/m ³	5,17
0,5 h	de oficial y ayudante, a 27,57 pesetas/hora	13,58
2%	Medios auxiliares	2,48

del año 1954. El sistema general de construcción de forjados y cubiertas en el pueblo son forjados planos de cerámica, del tipo «autárquico». No obstante, encontramos un interesantísimo conjunto de bóvedas

tabicadas en las arquerías de la Plaza Mayor, ver figuras 5, 6 y 7.⁸

Además de los planos, tanto en el pliego de condiciones como en los distintos documentos que forman

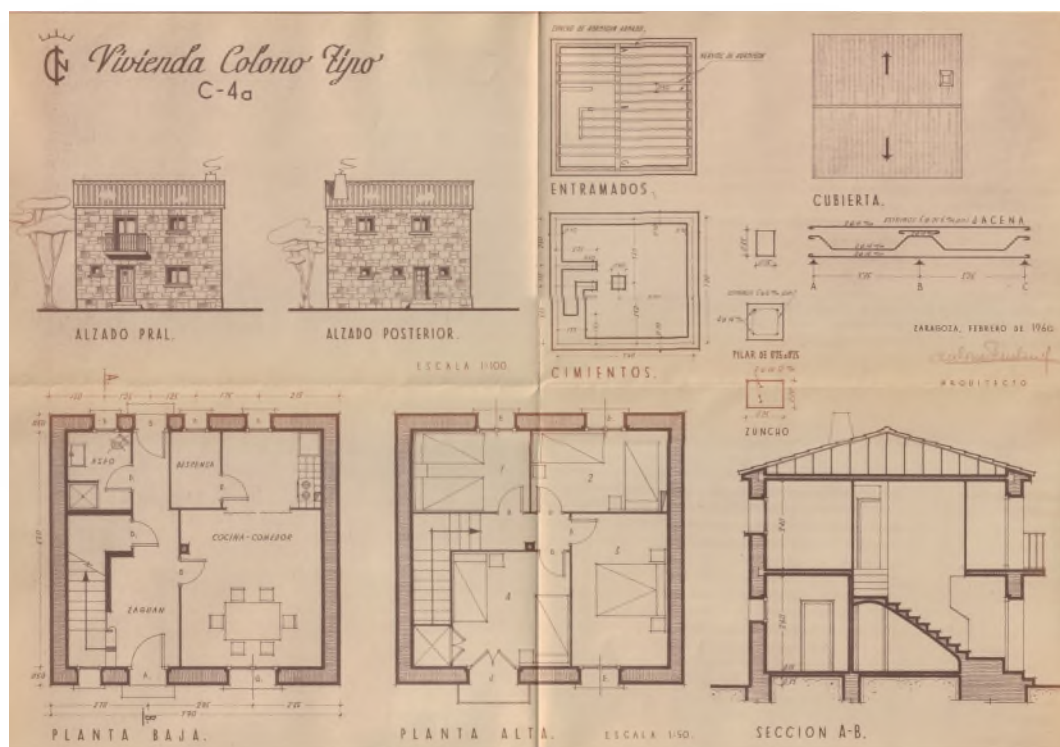


Figura 4
Vivienda de colono tipo C-4a. Pueblo de Figarol. Plano del proyecto de la segunda ampliación, obra del arquitecto José Borrobo. (Planos. Archivo INC, carpeta 11477. 1962)

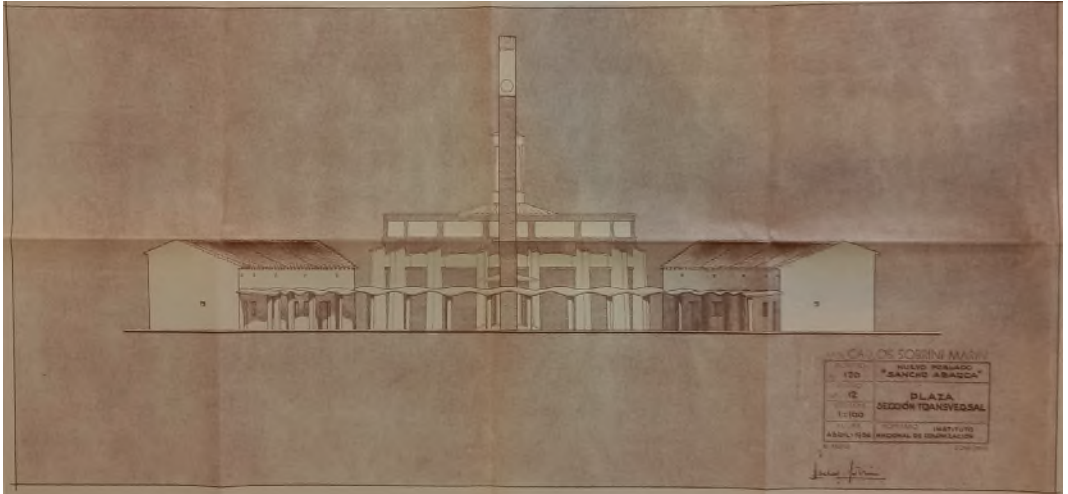


Figura 5

Sección transversal de la Plaza Mayor de Sancho Abarca. En primer plano aparece la arquería de bóvedas tabicadas; detrás la iglesia, de planta circular, y otros edificios que forman el perímetro de la plaza: viviendas representativas y edificios públicos (Planos. Archivo INC, carpeta 4854. 1954)



Figura 6

Vista de las arquerías de la Plaza Mayor de Sancho Abarca (Calzada, 2007)

el presupuesto aparecen buenas descripciones de la composición y forma de construir estas bóvedas:

Bóvedas tabicadas.- Se ejecutará con ladrillos puestos de plano y unidos por los cantos con yeso puro; los ladrillos serán solidos bien cocidos y de la mejor calidad, el yeso será de primera deberá tenerse cuidado que el ladrillo esté bien mojado y se limpiarán sus cantos con la mano antes de untarle yeso para que esta adhiera mejor. No se moverá nunca en ningún sentido los ladrillos después de untados.- El yeso se amasará en cortas porciones en el cuevo y se limpiará este cada vez que se gaste la masa, para evitar que entre yeso muerto en el nuevo batido. Para evitar el deprendimiento de los ladrillos en su parte superior, y en donde por su posición en la bóvedas estén situados casi de plano se ejecutarán doblados, es decir, en dos hojas, unas sobre otras y adjuntas encontradas entre sí ejecutadas al mismo tiempo y empleándose para la segunda yeso batido pero menos pesado.

Finalmente se ejecutarán las hojas restantes según el número que indique el Director, hojas que se ejecutarán con mortero de cemento, cuya dosificación y según los casos fijará también el Director.

Se procurará dar a la curva de intradós la mayor flecha posible y aún formar en la parte superior un

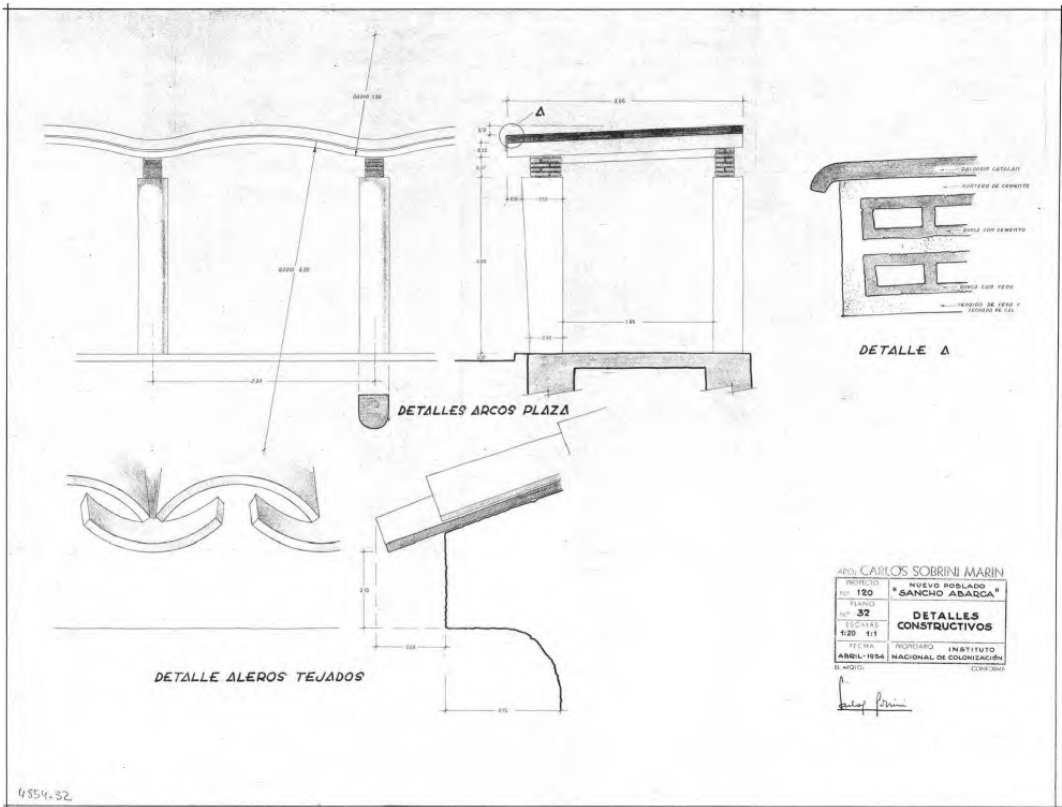


Figura 7

Detalles constructivos de las arquerías en la Plaza Mayor: definición geométrica de las bóvedas, indicando radios de curvatura y sección constructiva. (Planos. Archivo INC, carpeta 4854. 1954)

pequeño ángulo en lugar de curva el cual se rellenará después con el guarnecido (Proyecto de Sancho Abarca, Pliego de condiciones, hoja nº 10. Archivo INC. Carpeta nº 4854. 1954)

SANTA ENGRACIA

El proyecto de este pueblo está redactado por Antonio Barbany Bailo, en julio de 1954. A diferencia de los dos anteriores, este arquitecto es uno de los habituales de la Delegación del INC en el Ebro.

El sistema constructivo general de las viviendas en este pueblo es el forjado autárquico, aunque encontramos algunas cubiertas de viviendas hechas de madera.

La bóveda tabicada aparece en los edificios que deben cubrir luces algo mayores, tanto en la iglesia

como en el edificio social. En la figura 8 aparecen las secciones de esta iglesia: es una bóveda tabicada, de cañón seguido, apoyada en arcos de ladrillo. La bóveda tiene 11,50 metros de luz y los arcos van situados cada 4,00 m. Aunque los planos tienen poco detalle, la bóveda se describe en el presupuesto como tabicada, de tres hojas, la primera recibida con yeso y las dos restantes, con mortero de cemento.

FLUMEN, VIOLADA Y MONEGROS

Se estudian conjuntamente porque están geográficamente unidas. Situadas un poco aguas abajo de la zona anterior (ver figura 1), en las provincias de Zaragoza y Huesca. Es una zona muy árida en la que, cuando empiezan las actuaciones del INC, ya se esta-

Tabla 5. Precio descompuesto de la partida correspondiente a la bóveda tabicada de la plaza mayor (Proyecto del pueblo de Sancho Abarca. Presupuesto, Cuadro n° 4, hoja n° 13. Archivo INC, carpeta 4854. 1954)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M²	de formación de bóvedas tabicadas con dos roscas incluso relleno de senos	59,51
2,00 h	de oficial y ayudante, a 9,79 pesetas/hora	19,58
0,025 m ³	de mortero 1:4, a 339,91 pesetas/m ³	6,00
10 kgs	de yeso, a 0,24 pesetas/kg	2,40
68 ud	de rasillas, a 0,24 pesetas/rasilla	16,32
0,020 m ³	de agua, a 3,00 pesetas/m ³	0,06
	Relleno de senos con hormigón de carbonilla a 128,46	10,92
3%	Medios auxiliares	1,73

ban desarrollando importantes obras de irrigación mediante canales y pantanos, dentro de las obras del Plan de Riegos de Alto Aragón (Alagón Laste, 2015). Se construyen un total de 16 pueblos nuevos. Solo encontramos bóvedas tabicadas en 4 de ellos: en las iglesias de Montesodeto y San Jorge y en unas pequeñas ermitas a las afueras en los pueblos de San Jorge y Valfonda de Santa Ana.

MONTESODETO

El proyecto del pueblo es del año 1954, el autor es Santiago Lagunas Mayandia. El sistema constructivo general de las viviendas son viguetas de cerámica ar-

mada. Pero, como en otros pueblos de la zona, encontramos bóvedas tabicadas en edificios representativos, en este caso en la iglesia. De nuevo los planos tienen muy poca información constructiva. En este caso el presupuesto tampoco aporta muchos datos más: el sistema constructivo de la cubierta de la iglesia se describe como un «Forjado de cubierta de teja curva sentada con mortero de cemento sobre tablero de cerámica y bóveda, atirantado de nervios de hormigón de hormigón» (Proyecto del pueblo de Montesodeto. Presupuesto parcial iglesia, s/n. Archivo INC, carpeta 7085. 1954). El mismo sistema constructivo aparece también en el presupuesto del Edificio Social, un edificio con uso de cine y teatro con una luz en el espacio central de unos 12,00 metros

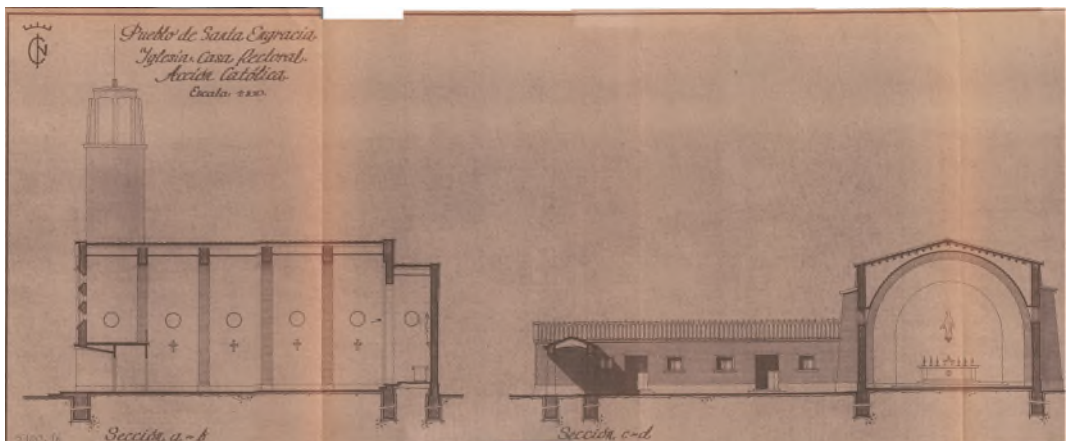


Figura 8

Secciones longitudinales y transversales de la iglesia de Santa Engracia (Planos. Archivo INC, carpeta 5100. 1954)

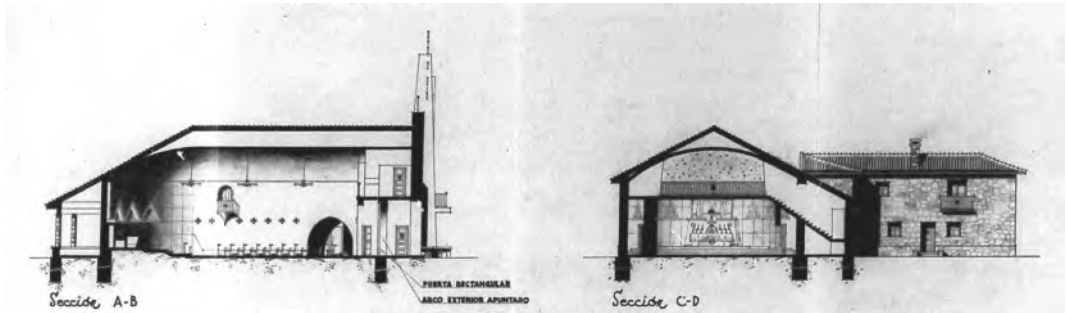


Figura 9
Secciones, longitudinal y transversal de la iglesia de Montesodeto (Planos. Archivo INC, carpeta 7085. 1954)

VALFONDA DE SANTA ANA

El proyecto del pueblo es de 1957, el autor es José Borobio Ojeda. Aquí el uso de bóveda tabicada es aún más anecdótico: el sistema constructivo general de las viviendas vuelve a ser de vigueta de cerámica armada y bovedilla; en los edificios representativos (iglesia, edificio social) se emplean cerchas del tipo Marsans, ver plano en figura 10 y descripción constructiva en la tabla 6.

Sin embargo, se construye con bóveda tabicada una curiosa ermita, dedicada a Santa Ana, en los alrededores del pueblo, ver figuras 11 y 12. La incorporación de esta ermita al proyecto es idea del propio arquitecto, en la memoria podemos leerlo así:

Se complementa este proyecto con la construcción de una pequeña Ermita situada en el lugar que en la actualidad está en ruinas, de una antigua Ermita dedicada a Santa Ana.

Como este pueblo se encuentra en sus proximidades y lleva también el mismo nombre creemos oportuno volver a reconstruir la Ermita en el primitivo lugar, que pueda servir de un centro de romerías para aquella zona. Esta construcción de pequeñas dimensiones, habiéndosele dado un ambiente moderno, Consta de una pequeña nave cubierta con bóveda que tiene en su costado un local para Sacristía, situándose sobre este y en forma de arco un campanario (Proyecto del pueblo de Valfonda de Santa Ana. Memoria, hoja nº 8. Archivo INC. C carpeta 7821. 1957)

SAN JORGE

El autor del proyecto de este pueblo es también José Borobio Ojeda. Y, de manera similar al anterior, encontramos bóvedas tabicadas únicamente en una pequeña ermita dedicada a la Virgen de la Violada, ver figura 13, construida también a propuesta del arquitecto, según podemos leer en la memoria.

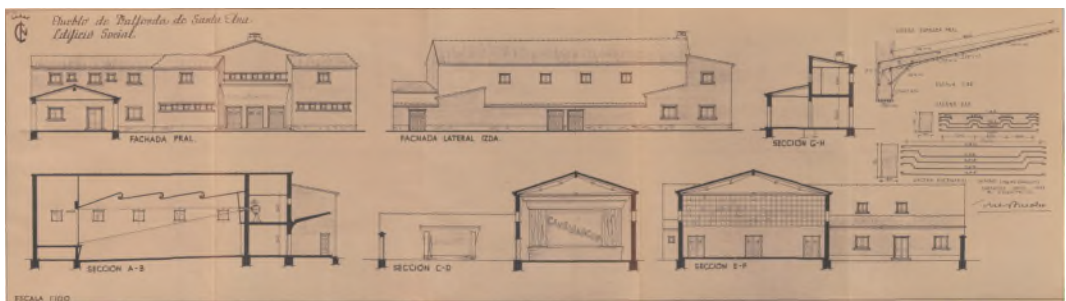


Figura 10
Planos del edificio social de Valfonda de Santa Ana. La estructura horizontal es una cercha de hormigón prefabricado tipo Marsans. A la derecha se dibuja el despiece de una marquesina en voladizo, en este caso de hormigón armado in situ (Proyecto del pueblo de Valfonda de Santa Ana. Planos. Archivo INC, carpeta 7821. 1957)

Tabla 6. Precio descompuesto de la partida correspondiente a la cubierta del edificio social (Proyecto del pueblo de Valfonda de Santa Ana. Presupuesto, Cuadro nº 4, s/n. Archivo INC, carpeta 7821. 1957)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M²	de forjado de cubierta de teja curva sobre tablero de rasillas y cerchas de hormigón armado prefabricado	245,51
1 ml	de elemento prefabricado de hormigón armado incluso tirantes de hierro y colocación	130
64 ud	de rasilla, a 0,39 pesetas/ud	24,96
0,015 m ³	de mortero de yeso, a 237,33 pesetas/m ³	3,56
26 ud	de tejas curvas, a 1,16 pesetas	30,18
0,045 m ³	de mortero de 350 kg de cemento, a 350,48 pesetas/m ³	13,77
1,2 h	de oficial y ayudante, a 22,70 pesetas/hora	27,24
1,0 h	de peón especializado, a 9,02 pesetas/hora	9,02
2%	Medios auxiliares	4,80

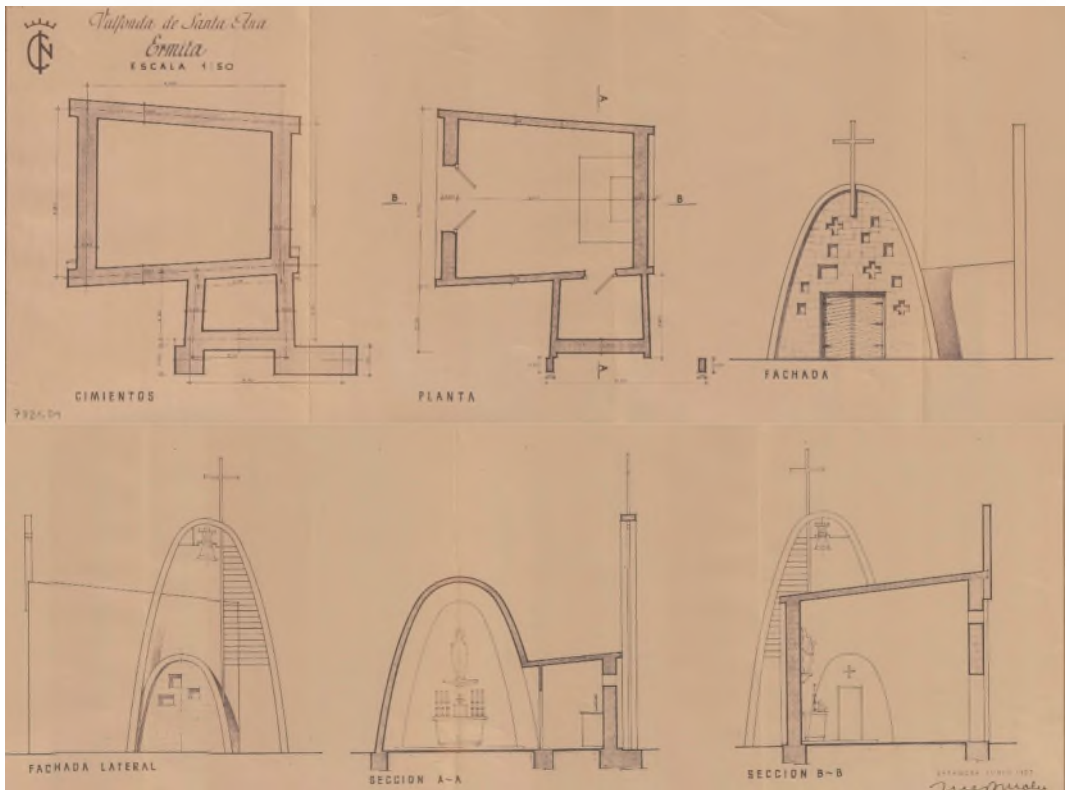


Figura 11

Planos de la ermita de Santa Ana, en los alrededores del pueblo de Valfonda de Santa Ana (Proyecto del pueblo de Valfonda de Santa Ana. Planos. Archivo INC, carpeta 7821. 1957)



Figura 12
Imagen actual de la ermita de Santa Ana. (<https://turismo-losmonegros.org/valfonda-de-santa-ana>. fecha de la consulta: 10-11-23)

ERMITA DE LA VIRGEN DE LA VIOLADA

Es una pequeña construcción de planta circular con un cuerpo de planta baja para porche y sacristía. Se emplaza como ya hemos dicho anteriormente en el lugar que se conservan las ruinas de la antigua ermita de la Virgen de la Violada, queriendo de este modo renovar una antigua tradición de aquella zona. En su día se construirá un camino de acceso en el que con la plantación apropiada se le podrá dar el ambiente requerido (Proyecto del pueblo de San Jorge. Memoria, hoja nº 6. Archivo INC. C carpeta 4906. 1957)

El sistema constructivo de la ermita se describe en el presupuesto como una bóveda tabicada de dos hojas. Esta bóveda es una hoja interior que no soporta directamente la cubierta, ya que se describen otras

partidas de «cubierta de teja curva sobre tablero de rasilla y cerchas de hormigón prefabricado» y «cubierta de teja curva sentada sobre tablero y vigueta de cerámica armada» (Proyecto del pueblo de San Jorge. Presupuesto parcial Ermita, hoja nº1. Archivo INC, carpeta 4906. 1954)

En las viviendas no hay bóvedas tabicadas, pero si unos buenos planos y descripciones (en memoria y presupuesto) del sistema de construcción empleado, se describen a continuación como ejemplos de viviendas, con distintas calidades sin son para colonos (propietarios de una parte de las tierras del pueblo) o para obreros agrícolas (que trabajaban para estos colonos):

Los muros, en las viviendas para colonos, son de mampostería ordinaria, unas veces enlucida u otras a cara vista la piedra rejuntada; en las viviendas para obreros son de adobe de barro sentado con mortero. Las cimentaciones y los zócalos de los muros y las soleras son de hormigón en masa. Los forjados se construyen con viguetas de material cerámico armado con hierro y tablero de machihembrado. Las cubiertas son de teja curva sentada con barro sobre tablero de rasilla que descansará en viguetas de material cerámico análogas a las de los pisos. Los revocos al interior serán enlucido de yeso sobre jaharrado de cemento; los revocos exteriores con mortero de cemento maestreado y talochado o simplemente rejuntado de piedra (Proyecto del pueblo de San Jorge. Memoria, hoja nº 6. Archivo INC, carpeta 4906. 1954)

La figura 14 representa una vivienda tipo para colono, a la derecha aparece una sección constructiva. Y en la tabla 7 se describe el precio descompuesto de uno de estos forjados de cerámica armada.

Tabla 7. Precio descompuesto de la partida correspondiente a los forjados de las viviendas (Proyecto del pueblo de San Jorge. Cuadros de precios descompuestos, hoja nº 10. Archivo INC, carpeta 4906. 1954)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M ²	de forjado de piso cerámico, armado incluso enlucido de su cara inferior	76,93
2,00 h	de oficial y peon con su parte de encargado a 10,93 y 3,68 pesetas/hora	21,86
8 ud	ladrillos vigueta piso a 2,15 pesetas/ud	17,20
8 ud	ladrillos machihembrados a 1,05 pesetas/ud	8,40
1 m ²	de tejido de caña a 3,00 pesetas/m ² .	3,00
2,087 kgs.	hierro armadura confeccionada a 7,50 pts/kg	15,65
0,02 m ³	mortero cemento 200 kgs. A 249,97 y 4,23 pts	5,00
0,02 m ³	mortero yeso amasado a 179,27 y 7,05 pts.	3,58
3%	Medios auxiliares	2,24

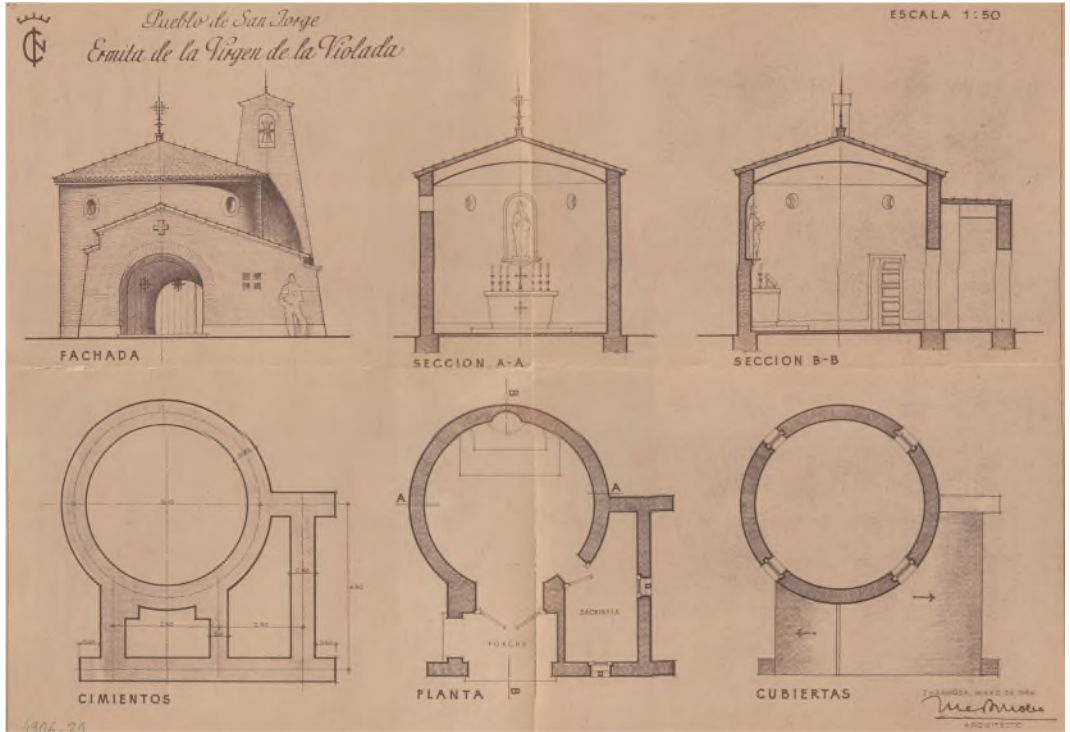


Figura 13
 Planos de la ermita de Santa Ana, en los alrededores del pueblo de San Jorge (Proyecto del pueblo de San Jorge. Planos. Archivo INC, carpeta 4906. 1954)

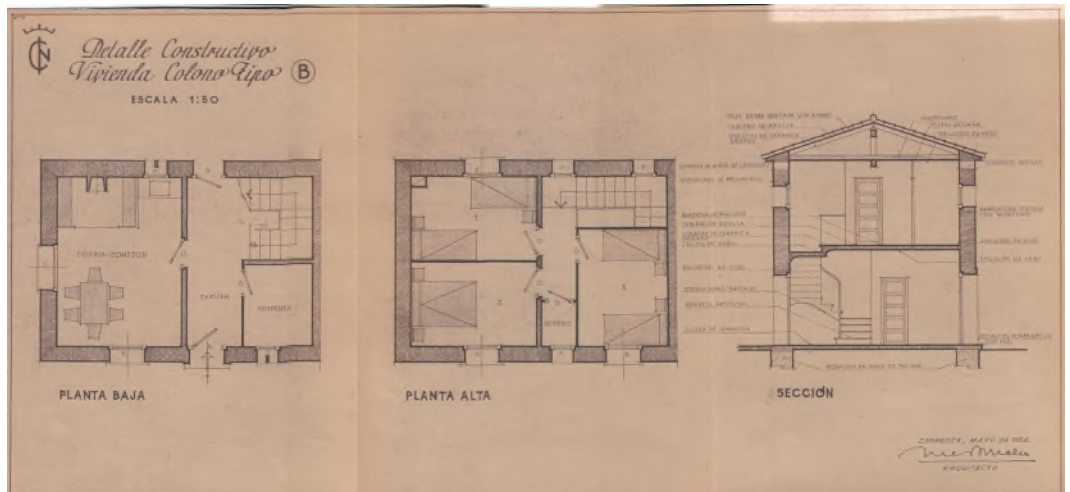


Figura 14
 Vivienda tipo para colono en el pueblo de San Jorge (Proyecto del pueblo de San Jorge. Planos. Archivo INC, carpeta 4906. 1954)

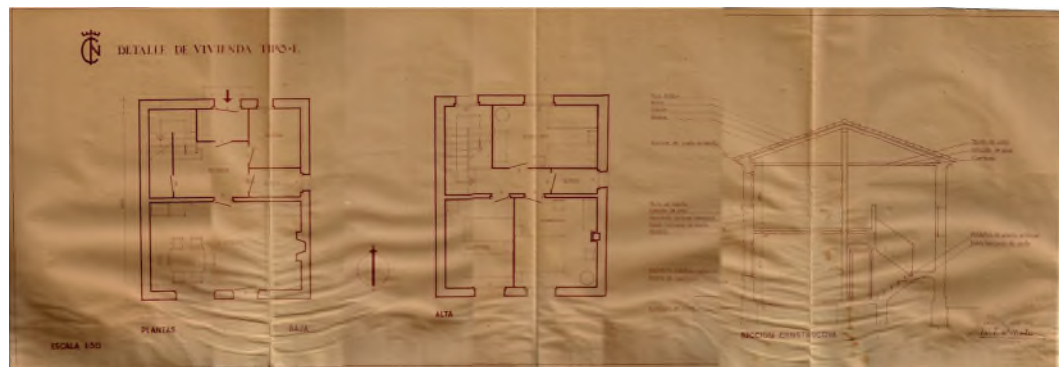


Figura 15
Vivienda tipo para colono en el pueblo de Ontinar (Proyecto del pueblo de Ontinar. Planos. Archivo INC, carpeta 377. 1944)

Tabla 8. Precio descompuesto de una partida de forjado con rollizos de madera (Proyecto del pueblo de Ontinar. Cuadro de precios descompuestos, hoja nº5. Archivo INC, carpeta 377. 1944)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M ²	de forjado de piso con doble tablero de rasilla y madero rollizo espaciado a 0,50 m.	44,91
2,20 ml	de madero rollizo, a 9,00 pesetas/ml	19,80
0,010 m ³	de madera aserrada en puente, a 600 pesetas/m ³	6,00
0,025 ml	de solera, a 4,50 pesetas/ml	1,12
0,50 h	de carpintero y ayudante con su parte de encargado a 7,69 pesetas/hora	3,85
	clavazón	1,00
32 ud	Rasillas, a 143,30 pesetas/millar	4,58
2 kgs	yeso calcinado	0,60
4 kgs	yeso común	0,35
0,60 h	de oficial y ayudante con su parte de encargado a 7,69 pesetas/hora	4,61
	Medios auxiliares	1,00

ONTINAR

Es uno de los primeros pueblos que se construye en la cuenca del Ebro, con proyecto de 1944 firmado por José Borobio Ojeda, que era el arquitecto director de la oficina regional del INC, en Zaragoza. En este pueblo no aparecen en absoluto bóvedas tabicadas en ningún edificio, ni en las viviendas ni en otros de mayor entidad.

Aún así, se incluye el plano de una vivienda tipo (figura 15) y la descripción de una partida de forjado de piso y otra de forjado de cubierta. Ambas son de madera, y es interesante reseñar cual es la forma de

construir en este pueblo, 10 años anterior a los que se describen anteriormente.

CONCLUSIONES

Como se ha ido viendo a lo largo de la comunicación, las bóvedas tabicadas no son un sistema de construcción general en esta zona, a diferencia de lo encontrado en la provincia de Badajoz (Castilla y Redondo, 2021).

Los forjados de las viviendas se construyen al inicio con viguetas de madera (así ocurre en Ontinar, de 1944.

Tabla 9. Precio descompuesto de cubierta de teja curva ((Proyecto del pueblo de Ontinar. Cuadro de precios descompuestos, hoja nº6. Archivo INC, carpeta 377. 1944)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA Y SUS PARTES		Pesetas
M²	de cubierta de teja curva	46,61
2,20 ml	de madero rollizo, a 5,50 pesetas/ml	12,10
0,010 m ³	de madera aserrada en puente, a 600 pesetas/m ³	6,00
1,00 m ²	de cañizo, a 3 pesetas/m ²	3
1,00 h	de carpintero y ayudante con su parte de encargado a 7,69 pesetas/hora	7,69
	clavazón	1,00
26 ud	tejas curvas, a 419,90 pesetas/millar	10,89
0,30 h	de oficial y ayudante con su parte de encargado a 7,69 pesetas/hora	2,31
1,00 h	de peón con su parte de capataz a 3,12 pesetas/hora	3,12
	Medios auxiliares	0,50

Durante los años 50 (década en la que se inician la mayoría de los pueblos de la zona, los forjados tienen viguetas de hormigón armado con encofrado cerámico, del tipo «autárquico». En los años 60, se generaliza el sistema de forjados de vigueta de hormigón pretensado que seguimos utilizando hoy en día.

Los edificios de mayor entidad (iglesias y edificios sociales) se construyen en algunos casos con bóveda tabicada, aunque con más frecuencia encontramos cerchas de hormigón prefabricado del tipo Marsans.

AGRADECIMIENTOS

El archivo del Instituto Nacional de Colonización está situado en un antiguo Centro de Capacitación Agraria situado en San Fernando de Henares, en las afueras de Madrid. El personal que trabaja en el archivo es extraordinariamente amable y nos ha hecho muy fácil esta investigación. Mil gracias especialmente a Rocío Sánchez Serrano (jefa del servicio).

NOTAS

1. La zona central de Aragón, entre el río Ebro y los Pirineos, era una zona especialmente seca y despoblada. Ya con anterioridad había planes para irrigarla: en 1911 se redacta el Plan de Riegos del Alto Aragón (Alagón Laste, 2012)
2. Los colonos son los que adquieren un lote de tierras; los obreros trabajan para ellos. En los proyectos de los pueblos se distinguen siempre entre las viviendas para los primeros (más grandes y con espacio para animales de labor y maquinaria agrícola) y las de los segundos, más pequeñas e incluso construidas con peor calidad.
3. El INC cesa su actividad como tal en 1971, año en que se integra en el IRYDA, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.
4. Los pueblos de colonización se agrupan por «zonas regables», que son las áreas que se regaban desde un determinado río o canalización artificial.
5. Se han contabilizado como un solo poblado los pequeños núcleos de El Boyeral, Gabarderal, Campo Real y San Isidro del Pinar. Bóvedas tabicadas solo hay en la capilla de San Isidro del Pinar.
6. Sin embargo, en la memoria leemos que los forjados de pisos se construyen «De bóveda tabicada y tablero de rasilla sobre tabiquillos verticales de rasilla» (Memoria del proyecto de Figarol. s/n. Archivo INC. Carpeta nº 5202. 1954).
7. Carlos Sobrini, aunque autor solo de un proyecto para el INC, fue un prolífico arquitecto, construyendo viviendas, infraestructuras y edificios públicos relevantes como la Escuela de Arquitectura de Navarra, de la que también fue profesor durante muchos años.
8. Las arquerías de las plazas mayores se construyen con bóvedas tabicadas con bastante frecuencia, tanto en los pueblos en los que el sistema de construcción mayoritario (Enterrríos, Barbaño, Sagrajas) como en otros en los que sólo se emplea en esa parte (Vegas Altas, Brovales, Parador de la Asunción, San Isidro de Albaterra).

LISTA DE REFERENCIAS

- Alagón Laste, José María. El instituto Nacional de Colonización: el fondo de la Delegación regional del Ebro. *DARA (Documentos y Archivos de Aragón)*, 8. Zaragoza: Publicaciones del Gobierno de Aragón. 2012.
- Alagón Laste, José María. 2013. El medio rural al servicio del régimen de Franco. En *Las artes y las arquitecturas del poder*, editado por Victor Mínguez. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, 2013.
- Alagón Laste, José María. 2015. Los pueblos de colonización del plan de riegos del Alto Aragón y su emplazamiento en el territorio. *Scripta Nova*, vol XIX, n. 520.
- Amado, Ana y Patiño, Andrés, 2022. *Habitar el agua. La colonización en la España del siglo XX*. Madrid: Turner
- Calzada Pérez, Manuel, 2007. *Pueblos de colonización III: Ebro, Duero, Norte y Levante*. Colección Itinerarios de Arquitectura, nº 5. Córdoba: Fundación Arquitectura Contemporánea
- Castilla Pascual, Francisco y Redondo Martínez, Esther, 2021. Tile vaults in the works of government institutions after the Spanish Civil War. En *History of Construction Cultures*, editado por Mascarenhas-Mateus and Paula Pires. Lisboa: CRC Press. DOI: 10.1201/9781003173434-176
- Castilla Pascual, Francisco y Redondo Martínez, Esther, 2022. Sistemas constructivos en los pueblos del INC en la provincia de Badajoz: Bóvedas tabicadas vs. Forjados Autárquicos. En *Actas del Duodécimo Congreso Nacional y Cuarto Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Mieres, 4 al 8 de octubre de 2022
- Delgado Orusco, Eduardo, 2013. *Imagen y memoria. Fondos del Archivo fotográfico del INC. 1939-1973*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente
- Monclús, F.J. y Oyon J.L., 1988. Políticas y técnicas en la ordenación del espacio rural. Historia y evolución de la colonización agraria en España, vol. 1. Madrid: Instituto de Estudios de Administración local
- Villanueva, A. y Leal, J., 1990. La planificación del regadío y los pueblos de colonización. Historia y evolución de la colonización agraria en España, vol 3. Madrid: Instituto de Estudios de Administración local
- Tamés Alarcón, José. Actuaciones del Instituto Nacional de Colonización 1939-1970. *Urbanismo-COAM* 3: 4-12. 1983
- Documentos consultados en el archivo del Instituto Nacional de Colonización (INC)*
- Carpeta 377: Pueblo de Ontinar. Proyecto de viviendas. Sector de Colonización "Llanos de Camarena". Provincia de Zaragoza. Arquitecto José Borobio Ojeda. Julio 1944.
- Carpeta 4854: Proyecto del nuevo poblado en la zona regable del Canal de las Bárdenas (Zaragoza) "Sancho Abarca". Arquitecto Carlos Sobrini Marín. Abril de 1954
- Carpeta 4906: Pueblo de San Jorge. Proyecto. Zona regable del primer tramo del Canal de Monegros (Huesca). Arquitecto José Borobio Ojeda. Mayo 1954.
- Carpeta 5100: Pueblo de Santa Engracia. Proyecto. Zona regable del Canal de las Bárdenas. Arquitecto Antonio Barbany Baillo. Julio de 1954.
- Carpeta 5202: Pueblo de Figarol (Navarra) en la zona regable del Canal de las Bárdenas. Arquitectos Domingo Ariz y Fernando Nagore. Octubre de 1954.
- Carpeta 7085: Pueblo de Monte-Sodeto. Proyecto. Zona regable del Flumen. Arquitecto Santiago Lagunas Mayandía. Agosto de 1954.
- Carpeta 7821: Pueblo de Valfonda de Santa Ana. Proyecto. Zona regable del 2º tramo del Canal de Monegros. Arquitecto José Borobio Ojeda. Junio 1957.
- Carpeta 11477: Pueblo de Figarol. Zona regable del Canal de las Bárdenas. Navarra. Segunda ampliación. Arquitectos José Borobio Ojeda Y Antonio Barbany Baillo. 1962.

Soluciones constructivas innovadoras en el cerramiento acristalado del Diario Pueblo, Rafael Aburto, Madrid 1964

David Resano Resano

El edificio para la sede del Diario Pueblo se construyó en 1964, 24 años después de que el periódico fuese fundado en 1940 por la Organización Sindical Española (OSE), el único sindicato oficial durante la dictadura franquista en España. En 1951 Aburto había construido junto a Francisco de Asís Cabrero la ‘Casa Sindical’ (figura 1a), resultado de un concurso organizado en 1949 por el Ministerio de Organización y Acción Sindical que ganaron ambos arquitectos. En 1958 recibieron el encargo de hacer un proyecto de ampliación, que incluía un Centro de Estudios Sindicales y la citada sede del Diario Pueblo (figura 1b). Cabrero se encargó del primero y Aburto del segundo, entre otros motivos porque Cabrero recibió el encargo para la sede del periódico falangista Arriba, que se construyó en 1962. La construcción del Diario Pueblo se inicia en 1960, durando 4 años. La maestría y originalidad con la que Aburto resuelve este edificio ha sido estudiada y reconocida en el contexto de la historia de la arquitectura española (Bergera 2005: 231-239).

Aburto demuestra en este proyecto estar al día de las soluciones técnicas de cerramientos ligeros de la época y dominar el diseño constructivo como herramienta para lograr una expresión arquitectónica original y consistente con el carácter del edificio. En esta investigación se documenta gráficamente y se analiza constructivamente la solución del sistema del cerramiento vertical de la torre del Diario Pueblo, en-

tendiendo las innovaciones que propone. Para ello, en la primera parte describiremos el edificio de manera general, explicando la ubicación de la torre de oficinas, de la que analizaremos las soluciones constructivas empleadas en su fachada en su contexto histórico y tecnológico.

POCO SUELO Y NO MUCHO CIELO

El edificio del diario incluye todo lo necesario para la publicación de un periódico, desde su redacción hasta su distribución, pasando por el rotativo. Esto hace que el funcionamiento del edificio en su conjunto sea complejo. A rasgos generales, los usos vinculados a la impresión se ubican en el sótano y las labores administrativas y de gestión en las plantas sobre el terreno. Las razones para ello son varias, por un lado, la edificabilidad limitaba la construcción sobre rasante, además, no era necesaria luz natural para los usos de producción. Desde estas premisas, el sótano coloniza subterráneamente la calle Maestro Tellería, comunicando el sótano -3 con la Casa Sindical y haciendo de vía de servicio en superficie. En la figura 2 se aprecia el emplazamiento urbano de la zona para el Diario en relación a la Sindical y su ampliación.

En el “suelo”, la estructura del sótano se resuelve mediante zonas independientes en función de cada



Figura 1

Los edificios del complejo de la Organización Sindical Española: (a) Vista de la fachada principal de la Casa Sindical desde el Paseo del Prado (Cabrero 1956); (b) Vista del alzado este del Diario Pueblo con el cerramiento del Centro de Estudios Sindicales en primer plano desde la Calle Maestro Tellería (Aburto 1969)

uso específico dentro del diario. Se emplean pórticos de hormigón armado con vanos de luces variables adaptadas a cada uso, separadas a una modulación constante de 3,75 metros. En la parte enterrada se



Figura 2

Emplazamiento esquemático de la Casa Sindical (1), Centro de Estudios Sindicales (2) y Diario Pueblo (3). Con letras minúsculas se indican las zonas del edificio descritas en el texto, en línea de trazos se indica la proyección de los niveles enterrados del Diario Pueblo. (Dibujo del autor)

distinguen cuatro zonas con claridad: a) una franja bajo la calle de servicio Maestro Tellerías, que comunica con el sótano de la Casa Sindical, b) la proyección del prisma superior de oficinas, c) la zona bajo el auditorio y d) el vacío de los rotativos, que queda entre estas dos últimas zonas (figura 2). La superficie en planta de los usos enterrados es aproximadamente de 4.250 m², de los que emerge un basamento de 1.700 m² (destinado principalmente a auditorio y accesos), sobre el que se apoya una torre de 360 m², 12 x 30m en planta, que se desarrolla en 10 niveles. Efectivamente, el edificio va reduciendo su superficie en planta desde su parte enterrada hacia los pisos superiores, Aburto describía el edificio como: «de mucha superficie en funciones, poco suelo y no mucho cielo pues de éste toma lo prudente, menos de lo permitido por la autoridad por respeto, por urbanidad...» (Aburto 1969).

El “cielo”, esto es, la torre y su cerramiento ligero, se convierten en la parte más emblemática del edificio, donde Aburto expresa su particular destreza en el manejo de los elementos constructivos para conseguir una imagen sin parangón en la arquitectura nacional y singular a nivel internacional. La solución del cerramiento de esta torre es su elemento más singular, por su diseño constructivo, original y vanguardista, como analizaremos en los siguientes apartados.

DE LA VENTANA AL MURO CORTINA

Para entender el diseño de la fachada del Diario Pueblo es necesario referirse previamente a la Casa Sindical. Aburto busca la integración entre ambos edificios mediante el empleo de la misma paleta básica de materiales, al tiempo que los diferencia mediante un planteamiento más innovador en el diseño constructivo del cierre. Los 13 años que separan la construcción de ambos edificios supusieron el avance técnico en el campo de los cerramientos ligeros para edificios de oficinas, reto que asumió Aburto y que contextualizaremos en el siguiente apartado. A continuación se explica la construcción de la fachada del Diario Pueblo, desde la perspectiva planteada en la Casa Sindical, analizando su evolución en la concepción del cerramiento desde un sistema de ventanas hacia el concepto de muro cortina.

Las fachadas de ambos edificios se resuelven aparentemente con los mismos materiales: granito en el basamento y encima unos paños ciegos de ladrillo enmarcando ventanas acristaladas. Aunque tratado de manera clásica con juntas profundas y huecos en la Casa Sindical, y de manera más abstracta con losas totalmente a hueso y sin aperturas en el Diario Pueblo, en ambos casos el granito del zócalo juega un papel fundamental para resolver el

encuentro con la calle y dar soporte visual al cerramiento superior del edificio. La diferencia más significativa entre ambos edificios está en la parte superior, en la manera cómo se conciben los huecos en fachada: mientras en la Casa Sindical el ladrillo forma una retícula profunda que enmarca las ventanas, retranqueadas unos 60cm (figura 3a); en el Diario Pueblo esta retícula cerámica forma un mismo plano con la fachada (figura 3b). Aburto resuelve mediante caras planas el volumen prismático de la torre en su conjunto, buscando de manera radical la coincidencia de los elementos constructivos en este plano y asumiendo conscientemente las consecuencias constructivas de esta decisión.

La estrategia constructiva del cierre vertical del Diario Pueblo es clara, reconfigurar los mismos materiales de la Casa Sindical desde nuevos principios de diseño: el hueco profundo se convierte en ventana enrasada; el ladrillo formando una retícula estructural tectónica pasa a expresarse como mero material ligero de revestimiento; se evoluciona del concepto de fachada con huecos de ventana al de muro cortina (Figura 3ab). Como veremos en el siguiente apartado, estas decisiones se alinean con la tendencia internacional hacia soluciones ligeras de cerramiento para edificios de oficinas, pero sin dejar de lado la contextualización urbana y la tradición material local.

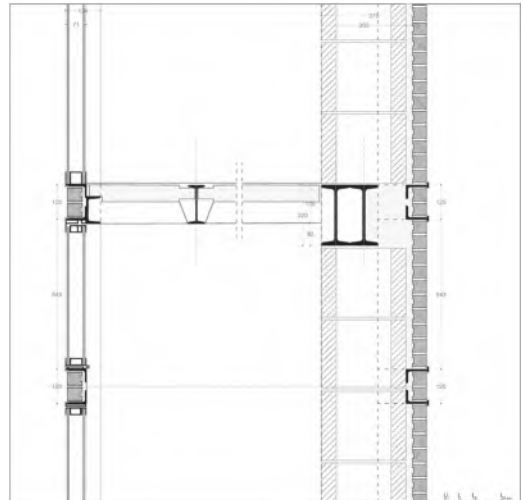
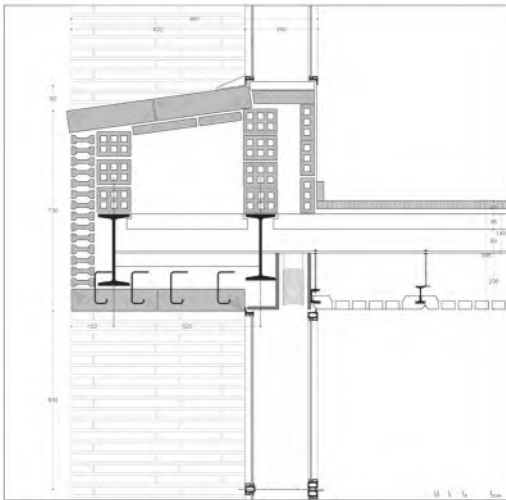


Figura 3

(a) Solución constructiva en corte del hueco de la ventana en la Casa Sindical; (b) cerramiento acristalado del Diario Pueblo, a la derecha de la orientación oeste y a la izquierda del resto (dibujos del autor)



Figura 4
Estructura metálica del Diario Pueblo en construcción (Bergera 2005: 236)

Aburto lleva hasta sus últimas consecuencias estas posibilidades de diseño, explorando un juego compositivo en el que los materiales definen líneas y forman planos, que configuran con precisión el volumen del conjunto y dibujan la textura de sus superficies.

Esta evolución del concepto de ventana al de muro cortina se sustenta desde la estructura. Viendo las fachadas de ladrillo del Diario Pueblo sorprende comprobar que su estructura es metálica, realizada con un entramado de perfiles laminados de acero: pilares UPN empresillados, vigas IPE y soportes de doble angular formando una U para el cierre. Las uniones se realizan apoyando unos elementos en otros, como si fuera una estructura de madera (figura 4). Lo mismo ocurre en la Casa Sindical, donde se usa el ladrillo como forro para los pilares de hormigón armado y

los dinteles metálicos. En ambos edificios, el ladrillo no es por tanto un recurso estructural, sino de mero cerramiento. Pero si miramos con mayor atención la fachada del Diario Pueblo, podremos ver que se evidencia el papel del material cerámico como revestimiento a través de su aparejo reticulado, al tiempo que la estructura metálica se muestra en las líneas horizontales que dibujan la posición de los forjados y la división horizontal del acristalamiento. Mientras que en el aparejo de la fachada de la Casa Sindical podemos apreciar la disposición de las piezas cerámicas rompiendo la junta vertical, colocándose terciadas, en el diario Pueblo las juntas están alineadas, evidenciando su papel no estructural. Aburto es radical en la disposición de esta capa de revestimiento, evidenciando su papel no resistente mediante la disposición del aparejo y mostrando los cantos de los perfiles metálicos que lo soportan. Su misión no es resistente, es un revestimiento que sirve para contextualizar la imagen de la fachada con los edificios vecinos: tanto con la Casa Sindical, a la que sirve de ampliación; como con las viviendas de la calle Hueras que le rodean.

A este respecto, merece la pena reseñar la Sesión de Arquitectura celebrada en Madrid en 1954 titulada «Defensa del ladrillo», en la que varios destacados arquitectos madrileños debaten sobre el uso apropiado del ladrillo en los edificios de vivienda de Madrid y a partir de ello de su empuje general en la arquitectura moderna (De Miguel 1954: 19-32). El debate se polarizó entre aquellos que defendían un uso del ladrillo respetando su esencia como material estructural y los que entendían sus virtudes como material de cerramiento o incluso mero revestimiento. Chueca Goitia se posicionó en favor de usar el ladrillo estructuralmente, citando expresamente el mal uso dado en su opinión en la Casa Sindical por Cabrero y Aburto (De Miguel 1954: 28). Ante ello, Aburto presente en el debate, explicaba la necesidad de usar el ladrillo como un traje adecuado para guardar el decoro de un edificio ubicado en el Paseo del Prado, explicando además como: «el ladrillo es bastante más cosas que un simple elemento constructivo. Concretamente, en Madrid es casi una bandera, difícil de arriar. Esto es: el ladrillo ha dejado de ser un elemento constructivo resistente, desplazado de este cometido por el hierro y el cemento. Sus cualidades de menudencia y preciosismo le convierten en un elemento altamente decorativo. Lo que no se puede decir del hormigón» (De Miguel

1954: 29). La solución que explora Aburto para el Diario Pueblo refuerza el papel del ladrillo como revestimiento, como lo habían empleado en la Casa Sindical, pero de una forma más consciente, alineándose con el punto de vista que proponían algunos otros arquitectos en dicha sesión, como Aguinaga, a favor de usar un sentido del aparejo adecuado con su papel de revestimiento (De Miguel 1954: 24), y Fisac, que proponía que el ladrillo mostrase su estructura portante: «Encuentro que es malo que la estructura no se exteriorice en fachadas, que se enmascare totalmente (De Miguel 1954: 25).

El ladrillo que forma la capa de revestimiento se especifica en el proyecto como una pieza cerámica prensada con una cara esmaltada blanca. Esta se coloca forrando una U formada por dos perfiles angulares 70.50.5 que se sueldan en los pilares o en los extremos verticales de una pletina de 125mm de canto que funciona como ménsula conectada a la estructura. Esta U compuesta, de 70 mm de ancho y 125 mm de alto sostiene los marcos de las carpinterías de acero, que tienen dos vidrios simples en sus extremos formando una cámara de aire de 70mm, coincidiendo con la anchura de lado largo del angular. La carpintería se alinea al exterior con el plano de fachada. Todas las orientaciones de fachada son acristaladas, excepto la oeste que es opaca. En el lado norte y este las ventanas tienen una luna fija inferior y una hoja practicable superior de apertura oscilante. En el lado sur, la luna inferior se descompone en un antepecho fijo inferior con dos hojas batientes arriba. Lo peculiar este sistema de carpintería es que este sistema de U compuesta de doble angular se forra con ladrillo, marcando tanto el canto de los forjados, como para el travesaño que separa la hoja oscilante superior de la hoja inferior en todas las ventanas. Esta U va envolviendo horizontalmente todo el edificio dos veces en cada nivel, quedando el canto de sus alas vistas entre los ladrillos que revisten la fachada. Esta doble U recorre también la fachada en la orientación oeste, que como indicábamos es opaca, soldándose dos pletinas de 20x5mm en el externo de sus alas para dibujar con nitidez su presencia (figura 3b). Esta componente horizontal en la fijación estructural de las ventanas y los paños ciegos a los travesaños en U contrasta con la tendencia típica de los muros cortina de marcar el montante vertical, que como veremos en el apartado siguiente era habitual en la época.

El resultado es un muro cortina plano relativamen-



Figura 5
Fachada oeste del Diario Pueblo (Aburto 1969)

te delgado, de 70 mm de espesor, donde predomina el doble travesaño horizontal de los perfiles de soporte en U, que se forra con el ladrillo prensado. La componente lineal horizontal de estos cantos de los ángulos de acero se remarca con una pletina de 20 mm de canto, que se combina con franjas verticales oscuras que se disponen en diferentes anchuras siguiendo la modulación marcada por las piezas de cerámica prensada. Las líneas horizontales que dibujan las pletinas se disponen de manera constante en todas las fachadas, quedando al nivel de las losas y del marco superior de las ventanas. Las franjas verticales dibujan unas líneas oscuras que se colocan de manera equidistante entre ventanas y formando un ritmo aleatorio en la fachada oeste, opaca por ser la peor orientación desde el punto de vista del asoleamiento. Estas pletinas que marcan líneas horizontales y franjas verticales dotan de singularidad a la composición de la fachada y fueron un elemento totalmente innovador en su diseño, resuelto con elementos constructivos sin misión resistente o estructural, pero refor-



Figura 06
Vista del Diario Pueblo hacia las fachadas este y norte
(Aburto 1969: 7)

zando los elementos constructivos, cantos de los angulares o juntas entre piezas cerámicas.

La presencia de los perfiles metálicos horizontales es clave, ordenan visualmente el resto de elementos constructivos, enmarcando los cercos de las ventanas de acero y las piezas cerámicas aplantilladas. Se genera un sistema de coordinación dimensional que toma como medidas clave los 50 mm del alto de las piezas cerámicas, que coincide con la anchura de las carpinterías, los 230 mm de ancho del ladrillo aplantillado que se combinan con juntas y franjas verticales en módulos de 500 mm, distancia que también se toma verticalmente para modular las carpinterías en altura, junto con los 125mm del alto de las u formadas por doble angular. En Pueblo Aburto evoluciona técnicamente la solución de ventanas de la Casa Sindical hacia el concepto de muro cortina, innovando también en su propuesta de un diseño modulado y elegante, que combinaba piezas de cerámica prensada con la perfilería de acero de las carpinterías y los angulares de soporte. En el siguiente apartado contextualizaremos estas soluciones con la evolución tecnológica de la época hacia las fachadas ligeras.

EL EDIFICIO EN SU CONTEXTO HISTÓRICO CONSTRUCTIVO Y TECNOLÓGICO

Aburto, aunque parco en palabras hacia sus referentes, había reconocido en sus clases de proyectos en la ETSAM la admiración por la elegancia de Mies en obras como la capilla del IIT de Chicago. Entrevistado al respecto, Aburto mencionaba como «Mies van der Rohe era muy conocido y famoso. Nos gustaba a todos. Seguramente era el arquitecto más admirado por todos en general. Además, parecía un hombre que nunca fue caprichoso, que hacía todo racionalmente» (Bergera 2005: 40). Pueblo tiene algo de la racionalidad que Aburto admiraba en la obra del Maestro alemán. Pero va un poco más allá en la delicada composición del encuentro entre el entramado estructural y la fachada, cuyos perfiles metálicos no aparece al exterior alardeando de su potencia, sino creando un rico juego de líneas que se integran con la cerámica.

El sistema de fachadas totalmente acristalado de las obras más vanguardistas que se estaban construyendo en Estados Unidos a mediados del siglo XX había sido difundido en España por Sáenz de Oiza en su famoso artículo sobre vidrio de la Revista Arquitectura en el año 1952, cuando recién llegado de su estancia en USA publica fotos de la Lever House construida por SOM en 1951, la fachada de la ONU de 1950 y cita también la construcción del Crown Hall de Mies en el IIT que se inauguraba ese mismo año (Oiza 1952). Hubo edificios coetáneos con el Diario Pueblo que siguieron la manera en que Mies construía sus cierres dejando un perfil vertical de acero al exterior, como la Sede del Diario Arriba de Cabrero de 1962 (Figura 7) o la Fábrica Monky de Alas y Casariego de 1964 (Resano 2016). El concepto de muro cortina, entendido como sistema estructural de fachada ligera que cuelga o apoya en la estructura por el exterior, se consolidó a mediados del siglo XX como un sistema estandarizado, como consecuencia del trabajo de estos arquitectos y del desarrollo de la industria de la construcción.

Los montantes y carpinterías de aluminio, así como los aislamientos térmicos, no eran todavía habituales en la construcción española de la época. Si bien en el contexto internacional se había comenzado a experimentar con cierres y perfiles de aluminio aplicados a cerramientos de edificios desde la Segunda Guerra Mundial, teniendo como exponente el tra-



Figura 7
Vista del alzado de la fachada del Edificio Arriba (Cabrero 1964:23)

bajo experimental del pionero francés Jean Prouvé, el uso de los perfiles de aluminio en fachadas no era todavía de uso generalizado. Destaca su empleo en las ventanas de los apartamentos Lake Shore Drive en 1951, también en el Pabellón de España en Bruselas, obra de Corrales y Molezún en 1958, donde la empresa constructora belga propuso emplear perfiles de aluminio (figura 8). Los vidrios dobles herméticos y aislamientos térmicos, si bien también estaban disponibles técnicamente en esta época, no serán introducidos como componentes básicos del cerramiento hasta la década de los 70 como consecuencia de la crisis del petróleo. Aburto estaba al día de los productos constructivos del momento, como se manifiesta en el empleo del ladrillo “durisol”, realizado con virutas de madera tratadas químicamente y aglomeradas con cemento. Era más ligero que el ladrillo cerámico, imputrescible e ignífugo, según se explicaba en una nota técnica publicada en la revista *Materiales de Construcción* (Anónimo 1949). Empleando la tecnología disponible en la época, Aburto propuso un diseño innovador en el sistema constructivo de la fachada del *Diario Pueblo*, sin seguir literalmente los



Figura 8
Vista desde el interior del cierre acristalado de perfiles de aluminio del Pabellón de España en Bruselas (Molezún 1958:9)

ejemplos norteamericanos, o el camino marcado por Mies priorizando el soporte vertical, sino explorando la inclusión de la cerámica prensada como un material de mayor raigambre local, que ayudaba a contextualizar la apariencia del muro cortina.

A mediados de la década de los 60 se construyeron en España tres edificios que mostraban tres aproximaciones muy diversas a la solución del muro cortina: la citada Fábrica Monky de Alas y Casariego, con carpintería de acero y montante vertical en el exterior pintada en negro a la manera de Mies (figura 9a); el Pabellón de Cristal en la Casa de Campo de Cabrero, con carpintería de aluminio apoyada y enrasada en travesaños horizontales de acero pintado en rojo combinado con vidrios reflectantes oscuros, a la manera postmoderna (figura 9b); y el *Diario Pueblo*, que emplea carpinterías y angulares de acero que se enrasan en el plano de fachada revestido por piezas de cerámica prensada, proponiendo un camino original.

El uso de materiales tradicionales tratados desde el diseño y la intensidad conceptual del proyecto moderno fue un tema explorado por otros arquitectos españoles de la época, que también buscaron soluciones constructivas de cierres que funcionasen a la manera de muro cortina, pero rehuendo la aparien-

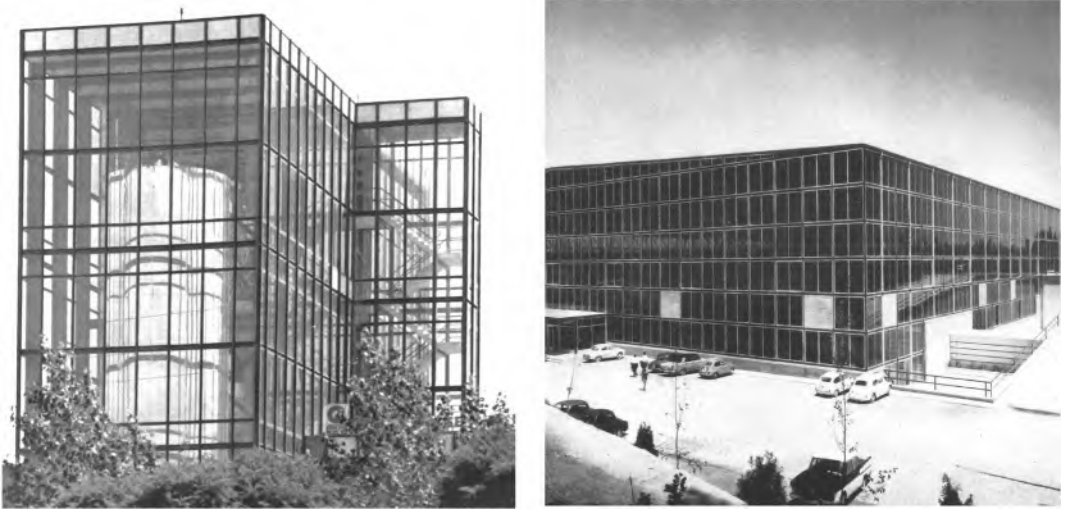


Figura 9

El muro cortina con el montante vertical al exterior en la Fábrica Monkey (a), y (b) formando un plano enrasado con el vidrio en el Pabellón de Cristal de Madrid

cia estandarizada. El diario Pueblo fue innovador, no tanto por colocar el plano de cerramiento vertical al exterior de la fachada, sino por explorar su planeidad, explorando el juego compositivo de hacer coplanar el vidrio, las carpinterías, el ladrillo prensado y los cantos de la estructura metálica. La estructura se hacía presente en las líneas de los perfiles UPN que se muestran entre las llagas del ladrillo aplantillado que envuelve el edificio. Combinando la tecnología punta de la época con el ladrillo, Aburto logró un innovador sistema de fachada de alto potencial plástico buscando la integración material con la Casa Sindical y el contexto urbano del edificio.

Esta búsqueda de una contextualización tecnológica y cultural del sistema constructivo del muro cortina estaba en la línea proyectos emblemáticos de otros arquitectos españoles, como la contemporánea sede del Noticiero Universal de Sostres en 1963 o el Instituto Francés de Coderch de 1972. En estos proyectos el cierre busca también la integración del edificio con su contexto urbano a través de la materialidad de su envolvente. En el Noticiero y el Instituto se emplea el mismo recurso que en Pueblo, forrando su estructura con un aplacado de piedra en el primero (figura 10) y de ladrillo en el segundo (figura 11). En ambos casos, el aplacado exterior se enrasa con la parte acristalada formando un plano exterior de fa-



Figura 10

Fachada del Noticiero Universal (Archivo histórico del COAC)



Figura 11
Fachada del Instituto Francés (Archivo histórico del COAC)

chada, pero sin la complejidad que desarrolla Aburto en Pueblo, expresando la estructura metálica al exterior y explorando voluntariamente el juego compositivo de la cerámica como material de revestimiento y las líneas de acero de la estructura y la carpintería. Aburto es radical al asumir y delatar el papel del ladrillo como parte de la envolvente ligera a través de su aparejo alineado y coplanar con los perfiles metálicos de la carpintería y estructura metálica, que se desmaterializan al emplearse como líneas compositivas, como si de un lienzo se tratase. Aburto, desde su vocación plástica y pictórica, construye un muro cortina que se compone como un lienzo delineado por las líneas y superficies de sus materiales.

CONSTRUCCIÓN COMO POÉTICA

Aburto; arquitecto, pintor y escultor, parece querer dibujar la fachada del Diario Pueblo mediante los elementos constructivos que la componen, empleán-

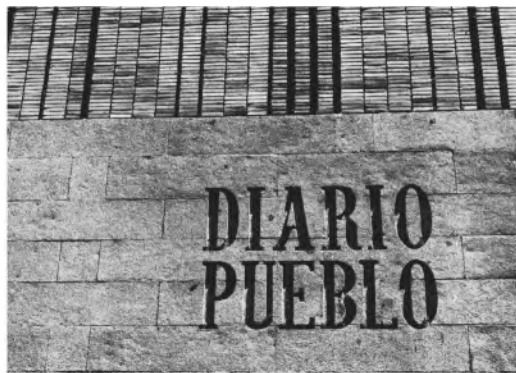


Figura 12
Inscripción del nombre del edificio en el basamento del edificio en el hastial oeste (Aburto 1969: 3)

dolos como líneas dentro de una misma superficie. Aburto dibuja la fachada construyéndola, o viceversa. Esta poética de la construcción que dibuja con la materia se hace evidente en el hastial oeste, que se hace opaco para evitar la radiación de esta orientación, ubicando núcleos de comunicación vertical y baños. En este frente las franjas verticales oscuras que se integran con el ladrillo prensado parecen cortar la tersa piel de cerámica, de la misma forma que el nombre del edificio graba el granito (figura 12). Estas líneas verticales dan mayor esbeltez a la torre y favorece la percepción compositiva del conjunto frente a su apariencia material. Este alzado se remata con el reloj, que introduce las horas y las manillas como un nuevo juego de líneas diagonales que se superponen al conjunto. La materia parece quedar en un segundo plano frente a este juego de líneas. Para Aburto, la innovación constructiva cobra sentido en tanto que sustancia para una poética compositiva.

Para ser confortables, las condiciones higrotérmicas del espacio interior de oficina requieren controlar la radiación y temperatura, evitando también posibles condensaciones. Ortiz Echagüe recogía en 1965 la siguiente advertencia para los arquitectos españoles que se aventuraban a emplear grandes cerramientos vidriados: «Las grandes fachadas de metal y cristal, que constituyen uno de los valores plásticos de mayor interés de la arquitectura actual, son una de las fuertes tentaciones para el arquitecto español. El que cae en ella tiene que sufrir —en la mayoría de nuestras latitudes— la venganza de un sol implacable que convierte el edificio casi en inhabitable, a menos que

se monten costosísimas instalaciones de aire acondicionado» (Ortiz-Echagüe 1965: 61). Si bien estas palabras fueron publicadas un año después de la construcción del edificio, Aburto es consciente de ello, al menos opacando la fachada oeste, donde ubica baños y comunicaciones verticales. Desde el punto de vista de la radiación solar, la planitud de la fachada sur pudo suponer un problema de confort térmico en los cálidos meses de verano madrileño. De la misma forma, a pesar del sistema de calefacción en el techo que se muestra en los detalles, la falta de dobles acristalamientos herméticos pudo ser un problema en invierno. La fachada estuvo operativa veintiocho años, hasta 1992, cuando fue restaurada para convertir el edificio en sede del Centro Económico y Social, transformándose hasta desdibujar su esencia original (Valenzuela 1994: 986).

Si bien técnicamente se pudo haber actualizado la nueva fachada sin perder su identidad compositiva, colocando el aislamiento térmico al interior e incluyendo carpinterías similares con vidrios dobles; conceptualmente la renovación total de la fachada en la reforma del edificio acometida en 1992 es coherente a la luz del cambio de uso que sufrió el edificio. Aburto planteó un innovador sistema constructivo de muro cortina plano de acero, cerámica y vidrio, en el que los materiales dibujaban las líneas compositivas de la fachada. A la manera que en el interior los periodistas escribían sus ideas en las páginas del periódico, Aburto dibujó la fachada de Pueblo con las juntas del ladrillo prensado, los perfiles de las carpinterías metálicas, y las líneas del canto de los soportes estructurales. El cierre era como un lienzo plano dibujado con sus elementos constructivos, empleados casi como si de un recurso gráfico se tratase. Esta poética constructiva resultó en un planteamiento original del muro cortina, que era consistente con el carácter del edificio como sede de un medio gráfico. En el momento que las páginas del Pueblo dejaron de imprimirse en mayo de 1984, la envolvente plana y delineada diseñada por Aburto perdió su contenido.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aburto Renovales, R. 1969. Edificio del Diario Pueblo (Madrid). *Arquitectura*, 123: 3-10.
- Anónimo. 1949. El Durisol. *Materiales de Construcción*, 6:30-31.
- Alas, G., y Casariego, P. 1964. «Edificio Cogesol». *Informes de la Construcción* 17 (160): 37-49.
- Bergera Serrano, I. 2005. *Rafael Aburto, arquitecto: la otra modernidad*. Arquithesis 18. Madrid: Fundación Caja de Arquitectos.
- Cabrero, F. 1964. Edificio Arriba. *Arquitectura*, 61:23-27.
- Cabrero, F., y Aburto R. 1956. La Casa Sindical en Madrid. *Arquitectura*, 174: 7-14.
- Cabrero, F., Ruiz J., y Labiano L. 1965. «Pabellón 1965 en la feria Internacional del Campo. Madrid». *Hogar y arquitectura: revista bimestral de la obra sindical del hogar*, 58: 10-15
- Climent Ortiz, J. 1995. Un aula inolvidable. *Planos*, 5: 3-6.
- De Miguel González, C., Vivanco Bergamín, L. F., de Yarza García, J., Moya Blanco, L., Fisac Serna, M., Artiñano Luzárraga, M., de Aguinaga y Azqueta, E. M., Gutierrez Soto, L., Chueca Goitia, F., Bidagor Lasarte, P., et al. 1954. Defensa del ladrillo: Sesión de crítica de arquitectura celebrada en Madrid el mes de abril. *Revista Nacional de Arquitectura*, 150:19-32.
- Molezún, R. V., y Corrales, J. A. 1958. El Pabellón de España en la Exposición de Bruselas. *Revista Nacional de Arquitectura*, 198: 1-13.
- Ortiz Echagüe, C. 1965. *La Arquitectura Española Actual*. Madrid: Rialp.
- Resano, David. 2016. Fabrica Monky. La arquitectura de un escaparate industrial. En *Pioneros de la arquitectura moderna española*, 190-207. 3. Madrid: General Ediciones de Arquitectura.
- Sáenz de Oiza, Francisco Javier. 1952. El vidrio y la arquitectura. *Arquitectura*, 129-130: 10-24.
- Valenzuela Moyano, Armando. 2014. El arquitecto Aburto y el edificio para el Diario Pueblo: de la vanguardia a la incomprensible pérdida del patrimonio español. En *I Congreso Pioneros de la Arquitectura Moderna Española: Vigencia de su pensamiento y obra: Actas digitales de las Comunicaciones aceptadas al Congreso*.

El sistema defensivo abaluartado en el valle del río Miño: Identificación y caracterización de los distintos elementos militares

Tiago Rodrigues

El progreso de la artillería pirobalística¹ entre los siglos XVI y XVIII condujo a una evolución sincrónica de la arquitectura militar abaluartada². En este sentido, se trata de un periodo notable de la arquitectura militar caracterizado por la calidad de la producción teórica, de los diseñadores y de la obra construida.

Originado por la amplia producción de tratados especializados, en Europa el nivel teórico se dio a conocer por sus influencias directas en el diseño y la construcción de fortificaciones abaluartadas.

En Portugal, el rey João IV ordenó «...que se reparasen los castillos, fortalezas y murallas y que se fortificasen de nuevo varias ciudades (Elvas, Olivença, Campo Maior, Serpa, Moura, etc., en el Alentejo, y Caminha, Vila Nova de Cerveira, Valença, Monção, etc., en el Miño);...»³ y la creación de la Clase de Fortificación y Arquitectura Militar (1647), con los objetivos de garantizar la delimitación del territorio, protegerse de nuevos ataques e instruir a sus oficiales. Al mismo tiempo, al otro lado de la frontera, el rey Felipe IV ordenó nuevas inversiones en la construcción, remodelación y consolidación de estructuras y fortificaciones militares. Surgió así una red de sistemas de baluartes fortificados a lo largo de los aproximadamente 1.300 km de frontera ibérica, basados en claros propósitos de defensa territorial y firmes ideologías políticas.

Partiendo del Sistema Defensivo Abaluartado en el Valle del Río Miño, este artículo pretende identi-

ficar, analizar y caracterizar los diferentes elementos militares (fortificaciones y estructuras) identificados y comprobados hasta la fecha, en función de su localización y tipomorfología (permanentes⁴ o de campaña⁵).

En definitiva, aunque el trabajo está vinculado a una investigación doctoral en curso, que podría dar lugar a la incorporación de nuevos componentes al análisis, el objetivo es traer a debate el problema de la construcción de estas estructuras defensivas, cuyo trazado a lo largo de ambas orillas expone la actividad bélica, en movimientos de ataque y defensa, con el fin de proteger el territorio y la soberanía de ambas naciones.

SISTEMA DEFENSIVO ABALUARTADO EN EL VALLE DEL RÍO MIÑO

Este Sistema de Defensa está situado en el Valle del Río Miño⁶ y, con una extensión aproximada de 77,8 km, limita el tramo más septentrional de la frontera entre Portugal y España, la Península Ibérica, el extremo suroccidental de Europa.

Entre los siglos XII y XVI, el Sistema Defensivo en el valle del río estaba definido por una serie de castillos y cercas vinculados a las principales ciudades y lugares estratégicos a lo largo de este tramo de frontera. Así, de aguas arriba a aguas abajo del río, el pai-

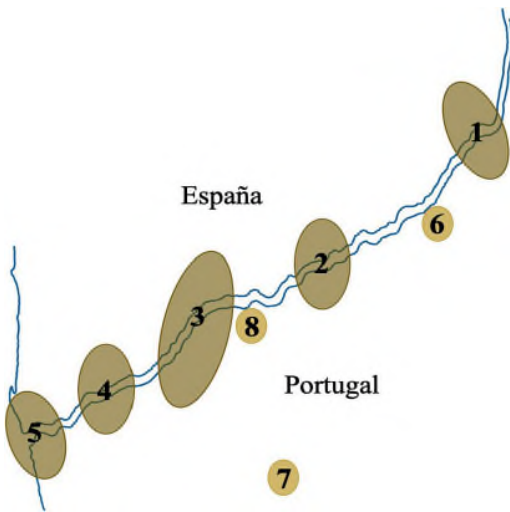


Figura 1

Esquema representativo del Sistema Defensivo Abaluartado en el Valle del Río Miño. Localización de los Subsistemas Principales, 1: Melgaço-Crecente, 2: Monção-Salvaterra de Miño, 3: Valença-Tui, 4: Vila Nova de Cerveira-Goián, 5: Caminha-A Guarda, y de los Subsistemas Secundarios, 6: Ponte de Mouro, 7: Extremo, 8: Verdoejo. (Esquema del autor 2023)

saje fortificado estaba formado por las siguientes construcciones: el castillo de Melgaço, el castillo de Monção, el castillo de Lapela, el castillo de Valença, el castillo de Vila Nova de Cerveira y el castillo de Caminha, en el lado portugués, y el castillo de Fornelos, el castillo de Salvaterra, el castillo de Tui y el castillo adosado a la cerca de A Guarda, en el lado español.

Como consecuencia de los continuos avances de la artillería pirobalística en virtud de la neurobalística y de los avances en el «arte» de la fortificación, en época moderna este Sistema de Defensa se dotó de nuevos elementos militares. Así, como respuesta a la Guerra de la Restauración, se construyó un amplio conjunto de fortificaciones y estructuras militares a orillas del Río Miño, que modificaron y configuraron directamente un nuevo paisaje fortificado.

En cuanto a su disposición y configuración en el territorio, el Sistema⁷ Defensivo (figura 1) forma parte de un Sistema Principal, que abarca todo el valle, bajo el que se organizan 5 Subsistemas⁸ Principales y 3 Subsistemas Secundarios.

Así, de aguas arriba a aguas abajo del río, se estructuran los Subsistemas Principales, denominados: Melgaço-Crecente, Monção-Salvaterra de Miño, Valença-Tui, Vila Nova de Cerveira-Goián y Caminha-A Guarda, mientras que los Subsistemas Secundarios se denominan: Ponte de Mouro, Extremo y Verdoejo.

En cuanto a la tipomorfología de las fortificaciones y estructuras militares, el Sistema de Defensa está formado por construcciones que se clasifican como fortificaciones permanentes (con proporciones, formas y sistemas constructivos diferentes y construidas con materiales más duraderos) o fortificaciones de campaña (similares a las permanentes en un sentido conceptual, pero de menor tamaño y construidas con materiales básicos). En cuanto a sus procesos constructivos, y siempre basados en el movimiento de tierras en la configuración total del perfil, varían en dos tipos de construcción. El primero corresponde a la mampostería de piedra unida por argamasa, mientras que el segundo es la construcción de terrones.⁹

En el Valle del Miño, tras la Guerra de la Restauración, continuaron los trabajos de mejora, reestructuración y ampliación de este Sistema de Defensa, que volvería a desempeñar un papel activo en la Guerra de Sucesión Española (1700-1714), en la Guerra de los Siete Años (1756-1763) y en la Guerra Peninsular (1807-1814).

SUBSISTEMAS DEFENSIVOS

Durante la Guerra de la Restauración, el Valle del Río Miño fue testigo de intensos enfrentamientos bélicos, que dieron lugar a importantes acciones entre las partes de este sistema (los subsistemas). Así, metafóricamente, podemos decir que los ejércitos enfrentados se movían por el territorio como si se tratase de una «danza», pues cuando uno atacaba por un lado, el otro contraatacaba por otro.

Asociados a las Plazas Fuertes, los Subsistemas Principales enfatizan el binomio ataque/defensa entre los diferentes elementos militares (los de la misma orilla y los de la orilla opuesta). En cuanto al posicionamiento de las Plazas Fuertes (5 en la orilla portuguesa y 2 en la española), 2 de los Subsistemas Principales están integrados por 2 Plazas Fuertes (enfrentadas desde orillas opuestas): los Subsistemas Monção-Salvaterra de Miño y Valença-Tui.

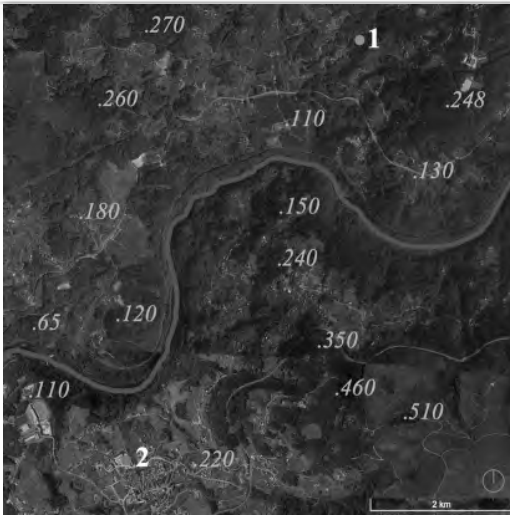


Figura 2
Elementos militares del Subsistema Melgaço-Crecente: 1- Torre Fornelos, 2- Plaza Fuerte de Melgaço. (Esquema elaborado por el autor basado en imagen de satélite, Google Earth 2023)

Una aproximación más detallada a los Subsistemas Principales, de aguas arriba a aguas abajo del río, muestra:

1. **Subsistema Melgaço-Crecente:** Está formado por 2 construcciones militares, 1 en la orilla española y 1 en la orilla portuguesa (figura 2).¹⁰ Tipomorfológicamente, estas construcciones consisten en 2 fortificaciones permanentes (1 plaza fuerte y 1 torre).
2. **Subsistema Monção-Salvaterra de Miño:** Este Subsistema está formado por 13 construcciones militares, 7 en la costa española y 6 en la costa portuguesa (figura 3).¹¹ Desde el punto de vista tipomorfológico, este conjunto está formado por 3 fortificaciones permanentes (2 plazas fuertes y 1 torre) y 10 fortificaciones de campaña (4 fuertes, 1 fortín, 1 atalaya, 2 reductos y 2 reductos y trincheras).
3. **Subsistema Valença-Tui:** Se considera, tanto táctica como constructivamente, el mayor y más complejo de todo el Sistema de Defensa. El subsistema está formado por 21 construccio-



Figura 3
Elementos militares del Subsistema Monção-Salvaterra de Miño: 1- Fuerte de Estrela, 2- Fuerte de Santiago de Aytóna, 3- Plaza Fuerte de Salvaterra de Miño, 4- Reductos y Trincheras - Fillaboa 1, 5- Fuerte de Fillaboa, 6- Reductos y Trincheras - Fillaboa 2, 7- Atalaya de San Pablo de Porto, 8- Plaza Fuerte de Monção, 9- Fuerte de Monte Redondo, 10- Fuerte de Rebouça, 11- Torre de Lapela, 12- Costa - Reducto 2, 13- Costa - Reducto 1. (Diagrama elaborado por el autor basado en imagen de satélite, Google Earth 2023)

nes militares, 5 en el lado español y 16 en el lado portugués (figura 4).¹² Desde el punto de vista tipomorfológico, estas construcciones se componen de 2 fortificaciones permanentes (2 plazas fuertes), 18 fortificaciones de campaña (1 fortaleza, 7 fuertes, 6 fortines, 4 atalayas) y 1 fortificación indiferenciada¹³ (1 posible puesto de vigía/o fuerte).

4. **Subsistema Vila Nova de Cerveira-Goián:** Este Subsistema está formado por 13 construcciones militares, 8 en el lado español y 5 en el lado portugués (figura 5).¹⁴ Tipomorfológicamente, estas construcciones comprenden 6 fortificaciones permanentes (1 plaza fuerte, 2 fuertes, 1 atalaya y 2 torres), 4 fortificaciones de campaña (1 fortaleza, 2 fuertes y 1 fortín) y 3 fortificaciones indiferenciadas¹⁵ (1 fuerte, 1 fortín y 1 batería).

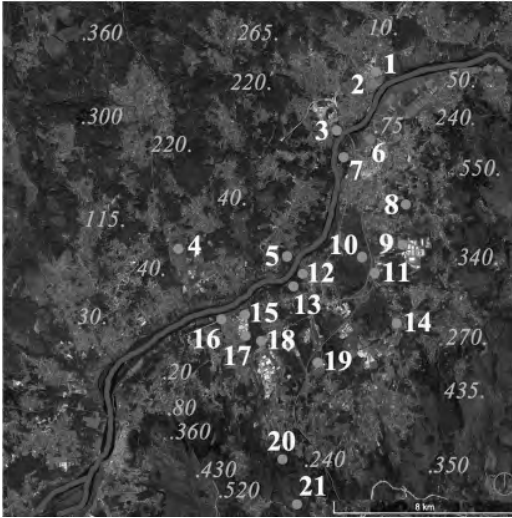


Figura 4

Elementos militares del Subsistema Valença-Tui: 1- Fortín de Tui, 2- Plaza Fuerte de Tui, 3- Fortín de São Martinho, 4- As Torres, 5- Fortaleza de Amorn, 6- Plaza Fuerte de Valença, 7- Fortín da Senhora da Cabeça, 8- Fuerte da Balagota, 9- Fuerte de Tuído, 10- Fuerte de Belém, 11- Atalaya da Formigosa, 12- Fuerte de São Luis Gonzaga, 13- Atalaya de Santa Teresa, 14- Atalaya de Passos, 15- Fuerte de Campos, 16- Fortín da Carvalha, 17- Atalaya Ribeirinha de Campos, 18- Fortín Chã de Campos, 19- Fuerte de São Jorge da Silva, 20- Fortín de Coroa Picoto, 21- Monte Forte. (Diagrama elaborado por el autor basado en imagen de satélite, Google Earth 2023)

5. Subsistema Caminha-A Guarda: Está formado por un total de 10 construcciones militares, 6 de las cuales se localizan en la orilla española y 4 en la portuguesa (figura 6).¹⁶ Desde el punto de vista tipomorfológico, estas construcciones se componen de 6 fortificaciones permanentes (1 plaza fuerte, 1 castillo, 1 muralla medieval, 2 fuertes y 1 atalaya), 1 fortificación de campaña (1 fuerte) y 3 fortificaciones indiferenciadas¹⁷ (1 fortín, 1 garita y 1 puesto de vigía).

En cuanto a los Subsistemas Secundarios, sólo se localizan en la costa portuguesa, limitados a puntos estratégicos (por circulación, alcance y campo visual sobre el territorio), resultantes de las líneas de festón que los definen y del movimiento de los ejércitos, especialmente en relación con las principales rutas de entrada al país.

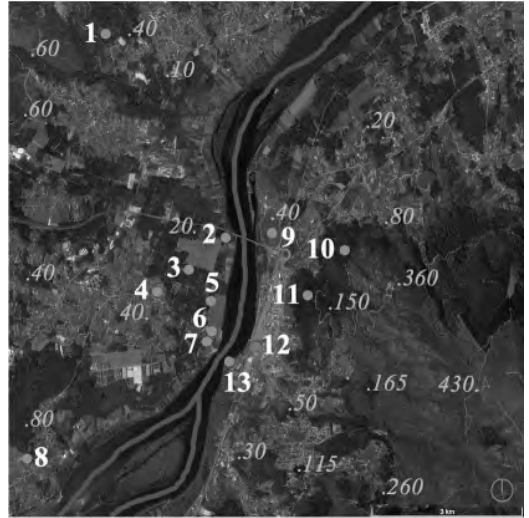


Figura 5

Elementos militares del Subsistema Vila Nova de Cerveira-Goíán: 1- Fuerte de Medos, 2- Torre de Ratos, 3- Fuerte de Chagas, 4- Fortaleza de Nossa Senhora da Conceição, 5- Torre de Correa, 6- Fuerte de Barca, 7- Fuerte de São Lourenço, 8- Bateria de Eiras, 9- Fuerte de Lovelhe, 10- Fuerte de Costa, 11- Atalaya de Espírito Santo, 12- Plaza Fuerte de Vila Nova de Cerveira, 13- Fortín de Castelinho. (Diagrama elaborado por el autor basado en imagen de satélite, Google Earth 2023)

Estos Subsistemas están formados por construcciones militares menores, basadas en los modelos conceptuales de las fortificaciones permanentes, y la proporción de su diseño procede de la adaptación del modelo a las circunstancias específicas del terreno en que se encuentran.

Una aproximación más precisa de los Subsistemas Secundarios, de aguas arriba a aguas abajo del río, muestra:

1. Subsistema de Ponte de Mouro: Este Subsistema está formado por 3 construcciones militares (figura 7). Desde el punto de vista tipomorfológico, estas construcciones consisten en 3 fortificaciones de campaña (3 fuertes).
2. Subsistema Extremo: Está formado por 9 construcciones militares (figura 8). Tipomorfológicamente, estas construcciones comprenden 9 fortificaciones de campaña (2 fuertes, 2 atalayas, 1 batería, 1 campamento y 3 estructuras).

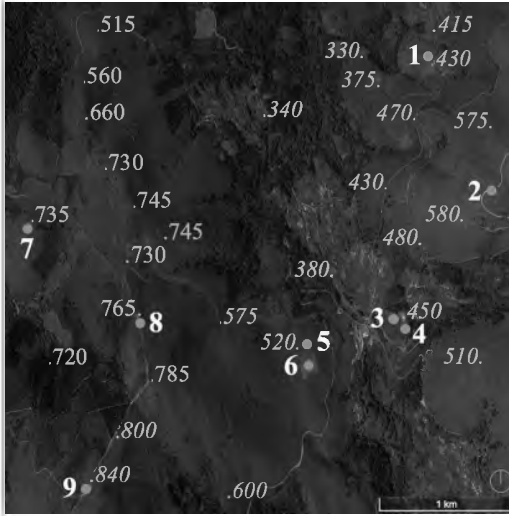


Figura 8
Elementos militares del Subsistema Extremo: 1- Batería de Besteiro, 2- Campamento de Pereira, 3- Atalaya del Fuerte de Pereira, 4- Fuerte de Pereira, 5- Atalaya del Fuerte de Bragandelo, 6- Fuerte de Bragandelo, 7- Sitio da Fonte Queimada, 8- Sitio das Lombas, 9- Sitio do Cotão. (Diagrama elaborado por el autor basado en imagen de satélite, Google Earth 2023)

lugar y las características del territorio de apoyo; y leer el Sistema Defensivo Abaluartado en el Valle del Miño a partir de la teoría y la práctica del proyecto constructivo identificado.

NOTAS

1. Consiste en lanzar proyectiles propulsados por la combustión de la pólvora.
2. Surgió a finales del siglo XV, en Italia, y se describe por la inclusión de un nuevo elemento al perímetro fortificado, el baluarte.
3. Traducción libre de (Selvagem 1931, 385).
4. La fortificación permanente es una «...fortificación definitiva construida en tiempo de paz para defender cualquier punto vulnerable en la defensa de un país». Traducción libre de (Nunes 2005, 191).
5. La fortificación de campaña es una «fortificación temporal erigida para ataque o defensa durante una acción de guerra». Traducción libre de (Montelos 2011, 602).
6. También se le conoce como el Tramo Internacional del Río Miño. Su actual división administrativa quedó de-



Figura 9
Elemento militar del Subsistema de Verdoejo: 1- Fuerte de Verdoejo (Diagrama elaborado por el autor basado en imagen de satélite, Google Earth 2023)

finida con la firma del «Tratado de límites desde la desembocadura del Miño hasta la unión del río Cayna el Guadiana entre España y Portugal», el 29 de septiembre de 1864, en Lisboa.

7. Los sistemas se definen «...como conjuntos de elementos que mantienen estrechas relaciones entre sí, que mantienen directa o indirectamente unido al sistema de forma más o menos estable y cuyo comportamiento global normalmente persigue algún tipo de objetivo (teleología)...» (Arnold y Osorio 1998, 41). En este sentido, partiendo del Sistema Defensivo en el Valle del Río Miño, se observa que está integrado por un «conjunto de elementos», los subsistemas, que actúan simultáneamente sobre el «objetivo» de defender un territorio.

Respecto al concepto de sistema, Richard Jung afirma que «...Para cada sistema podemos construir un espacio-tiempo físico que sea propio...» donde «...Ambos hitos (espacios-tiempos) sirven para permitir la construcción de ambientes externos e internos del sistema...» (Jung 2006, 454).

8. Los subsistemas equivalen a «...conjuntos de elementos y relaciones que responden a estructuras y funciones especializadas dentro de un sistema mayor. En términos generales, los subsistemas tienen las mismas propiedades que los sistemas (sinergia)...» (Arnold y Osorio 1998, 48).

9. Tipo de construcción que resulta de la agregación de piedras sueltas, guijarros y arcilla.
10. Este Subsistema puede haber estado integrado por más construcciones, ya que en la Oficina de Estudios Arqueológicos de la Dirección de Ingeniería/Infraestructuras Militares, Portugal, existen planos que mencionan, en esta región, las «Baterías de S. Gregório» y las «Baterías del carretera de Melgaço a Ponte das Varzeas».
11. D. Luís de Meneses (Conde de Ericeira), en su obra «História de Portugal Restaurada», 1751-1759, Tomo I y II, afirma que en torno a Salvaterra de Miño existían 3 reductos (lugar de Salgosa), trincheras y cuarteles.
12. En el «Plano topográfico, da Praça de Valença do Minho», 1777, del Ing. Jozé Champalimaud de Nussane, se representa un grupo de edificios alrededor de la plaza fuerte, lo que lleva a especular que este Subsistema pudo estar formado por más elementos.
13. Terminología creada para construcciones que, en el transcurso de las investigaciones, no fue posible aclarar como fortificaciones permanentes o de campaña. Monte Forte fue la fortificación incluida en esta categoría.
14. El Subsistema pudo haber tenido un elemento más ubicado en Monte do Galelo. Esta conjetura surge de la observación del «Mapa y desieño de La Frontera de Galicia con La de Portugal, dividiendo el Rio Miño aquellos Reynos; Representando Las plaças que se ocupen sobre dicho rio, desde San Miguel de los Reyes, hasta La Villa de La Guardia, y La de Camiña adonde entre en La Mar; Como Tambien La Costa, Las Rias y puerto de Vigo, y de Bayona», de 1664, de la colección del Archivo del Museo Naval de Madrid. En el mapa, tras la ilustración del Fuerte de Medos, mencionada por «S.º Iago Carrillo», se representa una torre de vigilancia o caseta de vigilancia en lo alto del cerro.
15. Fuerte da Barca, Fortín do Castelinho y Batería das Eiras son las tres fortificaciones incluidas en este complejo.
16. En la Oficina de Estudios Arqueológicos de Ingeniería Militar/Dirección de Infraestructuras, Portugal, hay un dibujo alusivo a una «Batería en Camarido» y en el Archivo Militar de Madrid hay mapas que aluden a una «Batería en Camposancos», siendo estos dos elementos militares haber podido integrar este Subsistema.
17. Las fortificaciones incluidas en esta categoría son: el Fortín do Monte do Facho, la Guarita de Monte Terroso y el Monte de Santa Trega.
18. «Methodo Lusitanico de Desenhar as fortificaçoens das Praças Regulares, & Irregulares...», 1680, de Luís Serão Pimentel e «O Engenheiro Portuguez...», 1728-1729, de Manuel Azevedo Fortes.

LISTA DE REFERENCIAS

- Antunes, João Manuel Viana. 1996. Obras Militares do Alto Minho: A Costa Atlântica e a Raia ao serviço das Guerras da Restauração. Dissertação de Mestrado em Arqueologia, Universidade do Porto – Faculdade de Letras.
- Arnold, Marcelo y Francisco Osorio. 1998. Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio*, no. 3, 40-49.
- Blanco-Rotea, Rebeca. 2015. Arquitectura y Paisaje. Fortificaciones de frontera en el sur de Galicia y norte de Portugal. Tese de Doutoramento em Arqueologia, Universidade do País Basco – Faculdade de Letras.
- Carnero Fernández, Xoán Ramiro. 2016. *Conflitos Bélicos na Raia do Baixo Miño 1640-1668*. Tomiño: Concello de Tomiño.
- CIEFAL-ICOMOS, Escola Superior Gallaecia & CIS-Galicia (Eds.). 2008. Fortalezas Defensivas de la Frontera Galicia – Norte de Portugal (CADIVAFOR). En el ámbito del Proyecto *Catalogación, digitalización y valorización de las fortalezas defensivas de la Galicia – Norte de Portugal* financiado por INTERREG III-A (SPI. E172/03). Ferrol: PLUMA Estúdio Gráfico.
- Garrido Rodríguez, Jaime. 1987. *Fortalezas de la Antigua Provincia de Tuy*. Pontevedra: Diputación Provincial, Servicio de Publicaciones.
- Guerra, Luís de Figueiredo. 1926. *Castelos do Distrito de Viana*. In *Separata de «O Instituto»*. Vol. 73, n.º 5. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- Jung, Richard. Maio-Agosto 2006. Teoría postmoderna de sistemas: una fase en la búsqueda de una teoría general de los sistemas. *Estudios Sociológicos*, vol. 24, no. 71, 451-461. <https://www.jstor.org/stable/40421045>.
- Martins, Ana Tavares y Mariana Correia. 2007. Arquitectura Militar em Terra no Norte de Portugal. En: *Actas do V Seminário Arquitectura de Terra em Portugal*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 10-13 outubro 2007. Lisboa: ARGUMENTUM, 36-39.
- Menezes - Conde da Ericeira, D. Luiz. 1945-1946. *História de Portugal Restaurado*. 4 vols. Porto: Livraria Civilização - Editora.
- Montclos, Jean-Marie Pérouse de. 2011. *Architecture – Description et vocabulaire méthodiques*. Paris: Centre des Monuments Nationaux.
- Nunes, António Lopes Pires. 2005. *Dicionário de Arquitectura Militar*. Casal de Cambra: Caleidoscópio – Edição e Artes Gráficas, SA..
- Rodrigues, Tiago, Ana M. T. Martins-Nepomuceno y João Cabeleira. 2023. Sistema Defensivo Abaluartado no Vale do Rio Minho: Identificação das Técnicas Construtivas, Mecanismos e Materiais. En: *Actas do 4º Congresso Internacional de História da Construção Luso-Brasileira*. Guimarães: Universidade do Minho, 4-7 setembro 2023, 165-176.

- Rosa, Gonçalo Pereira. Setembro 2021. Marcas de uma Guerra Esquecida. En: *Grande Angular In National Geographic Portugal*.
- Selvagem, Carlos. 1931. *Portugal Militar: compêndio de história militar e naval de Portugal: desde as origens do estado portucalense até ao fim da Dinastia de Bragança*. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Soraluce Blond, José Ramón. 1985. *Castillos y fortificaciones de Galicia. La arquitectura militar de los siglos XVI-XVIII*. A Coruña: Fundación Pedro de la Maza.
- Torres, Mónica. 13 de janeiro de 2023. “La fortaleza descubierta en Tomiño fue un escenario clave de la guerra entre España y Portugal en el siglo XVII.” *La Voz de Galicia*, <https://www.lavozdegalicia.es/noticia/vigo/salvaterra-de-mino/2023/01/11/fortaleza-descubierta-tomino-testimonio-guerra-espana-portugal/00031673455640891117727.htm>.

Bóvedas en una torre moderna. La singularidad del edificio Galería Rivadavia de Antoni Bonet Castellana

Ana Rodríguez García
Rafael Hernando de la Cuerda

Antoni Bonet Castellana (Barcelona 1913-1989), arquitecto catalán de la tercera generación del Movimiento Moderno, desarrolló gran parte de su trabajo en el exilio en Argentina y Uruguay alcanzando un notable éxito como arquitecto. Fue un camino de ida y vuelta, pues a partir de finales de los años cincuenta construye simultáneamente en España y Sudamérica, con proyectos muy diversos en programa y escala.

Al comienzo de la guerra española estaba viviendo en París, donde se había trasladado nada más terminar la carrera para trabajar en el estudio de Le Corbusier a quien había conocido anteriormente en el IV CIAM celebrado a bordo del *Patris II* en 1933.

En una carta desde París a su amigo Torres Clavé fechada en 1938, le comunica su decisión de trasladarse a Buenos Aires animado por los jóvenes arquitectos argentinos Juan Kurchan y Jorge Ferrari Hardoy, con quienes había coincidido en el estudio de la calle Sèvres, y con quienes fundará el Grupo Austral, su revista, y diseñará el famoso sillón BKF.

A pesar de la incierta situación de Europa en esos años y en concreto de España en guerra, circunstancias que sin duda influyeron en esta decisión, en su carta no alude explícitamente a estos hechos, sino a su deseo de establecerse como arquitecto y construir. Bonet dice «Creo que estoy bastante preparado para decidirme a comenzar mi vida de una manera más estable y aquí, en París, tú ya sabes que aquí no hay nada que hacer. Por todo esto y todavía por algunas otras razones, he decidido irme a Buenos Aires. Allí

tengo familia y amigos. Y sobre todo allí se construye.» (Bonet Castellana 1938)

RACIONALISMO Y SURREALISMO EN LA OBRA DE BONET CASTELLANA

En el tiempo de su estancia en París, Bonet se relacionó con el surrealismo y desarrolló su voluntad de implementarlo en la arquitectura

Yo salía del estudio de Le Corbusier repleto de ideas arquitectónicas racionalistas e imbuido de la mística urbanística de los CIAM y a las que quería incorporar con entusiasmo una esencia surrealista. Yo consideraba que al surrealismo correspondía la tarea de humanizar e individualizar la arquitectura un tanto germánica que estaba emergiendo de los distintos grupos europeos. (Baldellou et al. 1995, 22)

En esta búsqueda las formas curvas estarán presentes en muchas de sus obras, caracterizando los espacios con un intencionado dialogo de opuestos con las formas rectilíneas racionalistas, dejando constancia de ello en numerosas ocasiones.

Otro elemento que he usado mucho para conseguir mis finalidades han sido los diferentes tipos de bóvedas...que uso para crear esos espacios interiores escultóricos y ámbitos de carácter humano...es decir, entiendo que el círculo envuelve mejor al ser humano que el rectángulo...es



Figura 1
Antonio Bonet Castellana (Katzenstein, Natanson, y Schwartzman 1985, 14)

evidente que el rectángulo no tiene nada que ver con el ser humano...nosotros no tenemos ningún ángulo recto ni agudo, ¿no?.' (Donungo Magaña y Ródenas García 2016, 65)

En este sentido, ya desde sus inicios, cuando ingresó todavía como estudiante en el GATCPAC en 1933 y trabajó en el estudio de Sert y Torres Clavé, así como cuando lo hizo en el Atelier de Le Corbusier (figura 2), siempre mostró un gran interés por las formas abovedadas y su implementación en la arquitectura moderna.

En 1937, colabora con Sert y Luis Lacasa en la construcción del Pabellón Español para la Exposición Internacional de 1937, y en el estudio de Le Corbusier realiza, en colaboración de Roberto Matta, un anteproyecto no construido para la Maison Jaoul, con formas abovedadas.

En 1938 se traslada a Buenos Aires, realizando varios proyectos con formas abovedadas, unas veces en hormigón y otras en cerámica armada y bóveda tabicada, como la casa Berlingieri en 1947, las casas en Martínez, 1941-57 en Buenos Aires, y la Galería Rivadavia en Mar del Plata 1957-59, con la utilización de bóvedas de hormigón armado en un edificio en altura.

Allí ensayé por primera vez, en el río de la Plata, la construcción de bóvedas de ladrillo plano a la catalana para

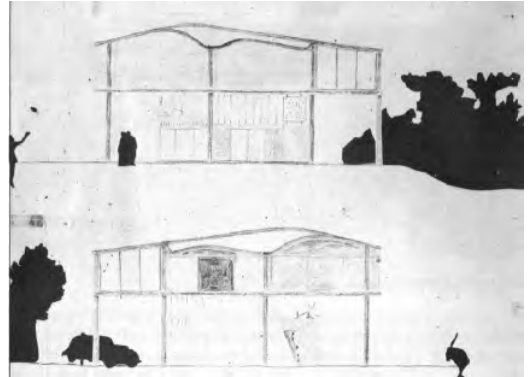


Figura 2
Dibujo para el proyecto de la Casa Jaoul en 1937, de Antonio Bonet en el estudio de Le Corbusier (Gulli 2002)

una casa sobre el mar. Esto dio ocasión a que un joven ingeniero uruguayo de familia gallega, llamado Eladio Dieste, se especializase en el tema y siguiera construyendo a base de este sistema, logrando después resultados muy interesantes. (Baldellou et al. 1995, 23)

Bóvedas en una torre moderna. El edificio Galería Rivadavia en Mar del Plata provincia de Buenos Aires, 1957-1959

La ciudad de Mar del Plata en la provincia de Buenos Aires es una localidad turística costera muy popular en Argentina. Constituida en origen como balneario de aguas templadas a finales del siglo XIX, en verano su población aumenta de forma espectacular como lugar de vacaciones. En la segunda mitad del XX tuvo un gran desarrollo urbanístico con el comienzo de construcciones en altura en sustitución de la edificación baja preexistente (figura 3).

En este contexto, y situado en la esquina de las calles Rivadavia y San Luis 1830, el edificio de la Galería Comercial y Torre Rivadavia de Bonet Castellana² fue uno de los primeros edificios torre de la ciudad dando respuesta a programas muy diferenciados de vivienda y comercial.

En diálogo con su entorno urbano, la zona comercial se concentra en las dos primeras plantas con locales a doble altura a modo de basamento ocupando toda la parcela -39,0x42,0 metros-, con un patio central que se remata con un parabolóide hiperbólico de hormigón armado.



Figura 3
Torre de la Galería Rivadavia en construcción. Archivo Antoni Bonet Castellana. Archivo Histórico del Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña

Sobre este basamento y separado por una terraza de 5,10 m de altura, con un volumen prismático exento de 32x16x50,60 metros y retranqueado del perímetro, se desarrolla la torre de viviendas con 11 plantas, en la que se alternan seis niveles impares con 5,10m de altura para apartamentos dúplex con los apartamentos de una sola planta en los cinco pares a 2,90m.

La estructura de la torre es de hormigón armado formada veinte pilares que ascienden desde el terreno a través de la zona comercial colocados en dos filas de diez separados entre sí nueve metros en sección transversal del edificio. Dieciséis pilares son de sección rectangular más cuatro circulares en las esquinas.



Figura 4
Galería Rivadavia en Mar del Plata, Buenos Aires (Katzens-
tein, Natanson, y Schwartzman 1985)

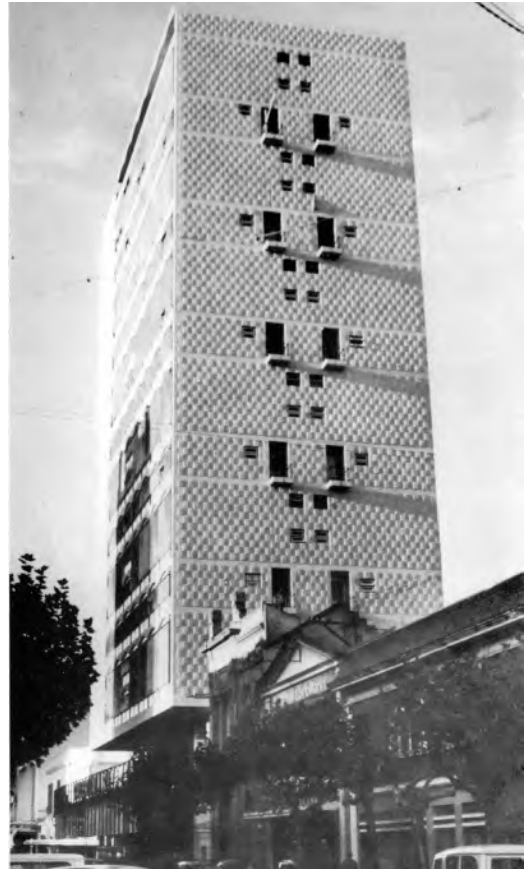


Figura 5
Galería Rivadavia en Mar del Plata, Buenos Aires (Katzens-
tein, Natanson, y Schwartzman 1985)

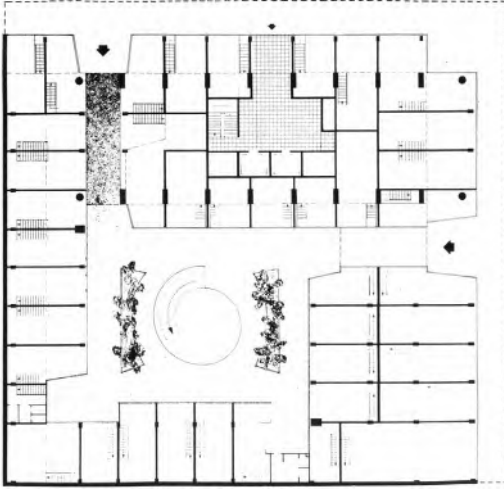


Figura 6
Galería Rivadavia. Planta baja de locales y acceso (Katzenstein, Natanson, y Schwartzman 1985)

Pero lo que caracteriza la torre y su imagen exterior es el empleo de un sistema bóvedas de cañón corrido para los forjados que se manifiestan en fachada en todas las plantas, salvando luces de 3,38 metros entre ejes de pilares.

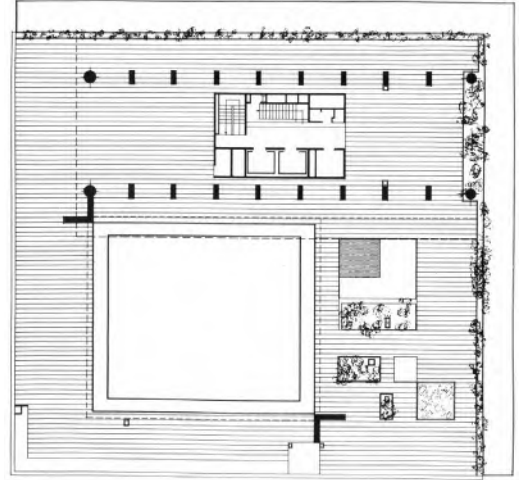


Figura 7
Galería Rivadavia. Planta jardín sobre el basamento (Katzenstein, Natanson, y Schwartzman 1985)

Sobre este edificio Bonet dice:

Este edificio, situado en una esquina céntrica de la ciudad consta de dos partes destinadas a usos muy distintos: locales comerciales y viviendas.

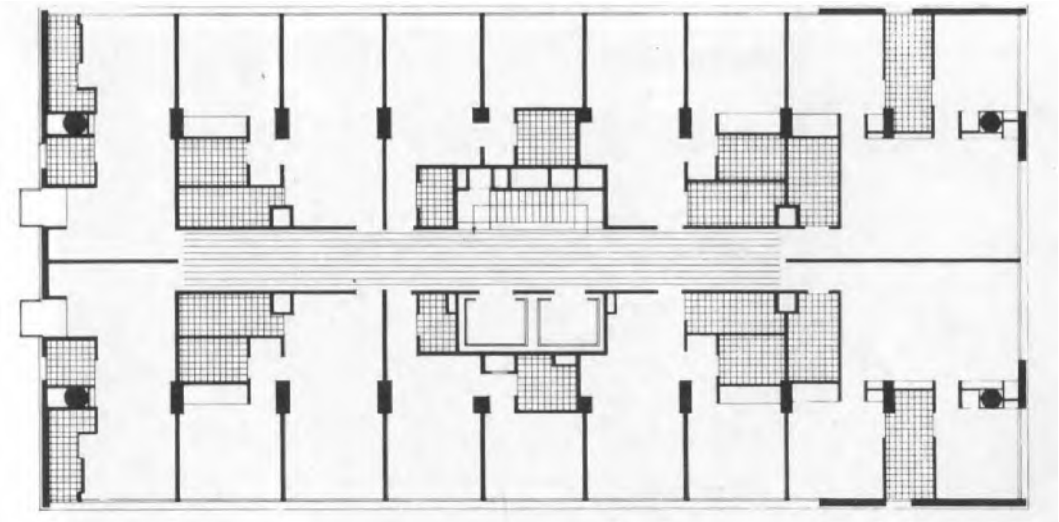


Figura 8
Galería Rivadavia. Planta de apartamentos una planta (Katzenstein, Natanson, y Schwartzman 1985)

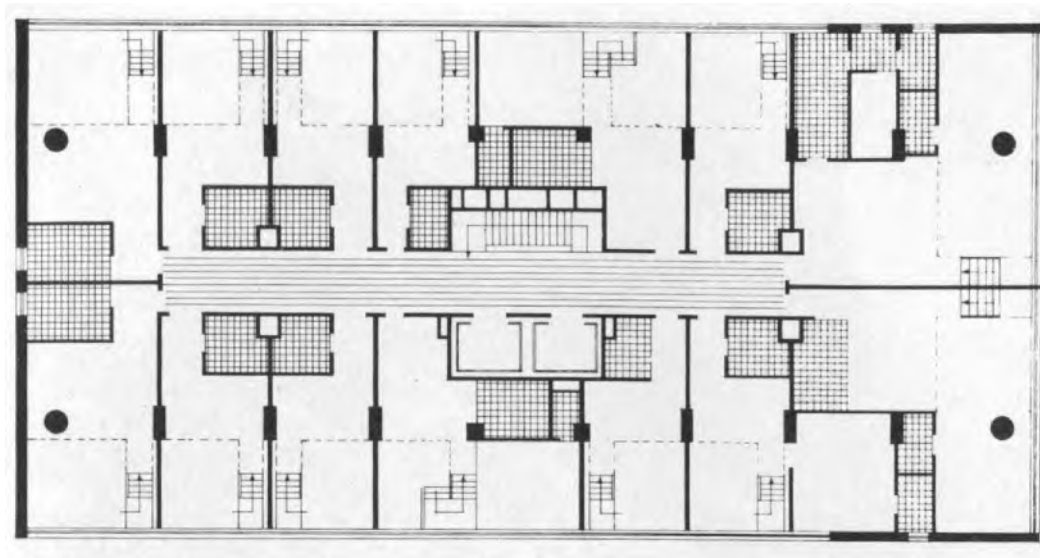


Figura 9
Galería Rivadavia. Planta inferior de apartamentos dúplex (Katzenstein, Natanson, y Schwartzman 1985)

Trabajé este proyecto casi como si se tratara de dos edificios opuestos, intensificando el sentido de sus diferentes usos.

El edificio comercial consta de tres plantas unidas entre sí por grandes vacíos de líneas curvas, constituidos a partir de un paraboloides hiperbólico.

El segundo uso -la vivienda-, lo expresé con un volumen vertical independizado del primer edificio por medio de pilares de hormigón.

Proyecté alternativamente viviendas de una sola planta y tipo dúplex.

Pero para mí, lo más importante de este edificio son las bóvedas superpuestas, a la catalana. Esto sumado al juego de alturas dobles y simples, define la estética de esta obra, creando en cada departamento la sensación de una vivienda independiente.

Esta composición se complementa con las bóvedas de las terrazas del último piso, cubriendo espacios semipúblicos abiertos. (Katzenstein, Natanson, y Schwartzman 1985, 76)

Este es un edificio que proyecté ya después con un intento de llevar la idea de la bóveda a un edificio alto. Todo el edificio está construido con bóvedas bastante planas, pero no hay ni un solo forjado, ni una sola losa horizontal; es decir, todo son bóvedas y

se ven los espacios distintos y con muchos tipos de departamentos. O sea que en vez de hacer esto con dos o tres apartamentos tipos, hay aquí 30 ó 40 tipos de apartamentos distintos, juntándose un espacio de doble altura, uno simple, etcétera. (Baldellou et al. 1995, 33)

Estado de la cuestión

La comunicación profundiza en los sistemas de bóvedas utilizados por Bonet en esta obra singular. Si bien es un edificio que ha sido estudiado desde el punto de vista urbanístico, o funcional en su combinación del uso comercial en planta baja y de apartamentos en las plantas superiores, el aspecto constructivo de sus bóvedas no lo ha sido.

Diversos autores han estudiado la utilización de formas abovedadas o singulares en la obra de Bonet Castellana en Sudamérica y España en sus aspectos formales, simbólicos, o constructivos, pero ninguno incluye la Galería Rivadavia a pesar de su importancia y singularidad al centrarse en las soluciones para cubierta especialmente para viviendas unifamiliares.

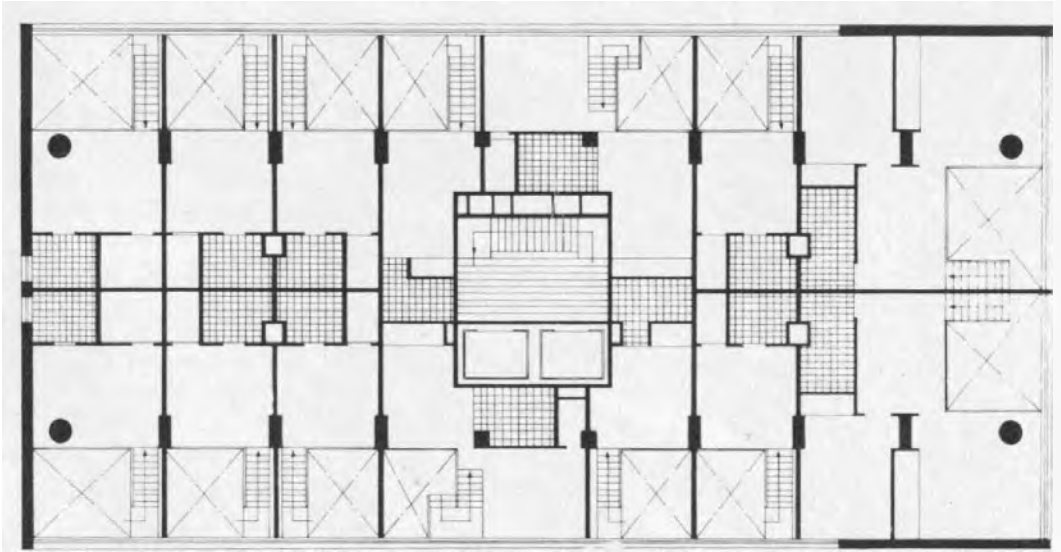


Figura 10
Galería Rivadavia. Planta superior de apartamentos dúplex (Katzenstein, Natanson, y Schwartzman 1985)



Figura 11
Galería Rivadavia desde la calle Rivadavia. (Archivo Antoni Bonet Castellana. Archivo Histórico el Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña)

Entre las monografías publicadas sobre Bonet Castellana, destacan:

La publicada en 1985 por Ernesto Katzenstein, Gustavo Natanson, y Hugo Schwartzman *Antonio Bonet. Arquitectura y Urbanismo en el Rio de la Plata y España*, incluye una referencia expresa a la Galería Rivadavia, explicitando la expresión «bóvedas superpuestas a la catalana». Como un catálogo de obras, los proyectos van acompañados de textos en cursiva extractados de las revistas que Hugo Schwartzman y Gustavo Natanson hicieron a Bonet en Barcelona en 1978. Una de las principales obras de referencia.

Antonio Bonet Castellana 1913-1989, con edición a cargo de Fernando Álvarez y Jordi Roig en 1996, hace una descripción general de la obra de Bonet. La referencia a la Galería Rivadavia va acompañada de un texto extraído de *La obra de Antonio Bonet en Argentina y Uruguay (1938-1963)* de Federico Ortiz en 1978.

Sin referencia a la Galería Rivadavia: *Antonio Bonet y el Rio de La Plata* a cargo de Fernando Álvarez, Juan José Lahuerta, Jorge Nudelman, Antonio Pizza y Jordi Roig. Publicada con motivo de la exposición celebrada en mayo y junio de 1987 en Barce-

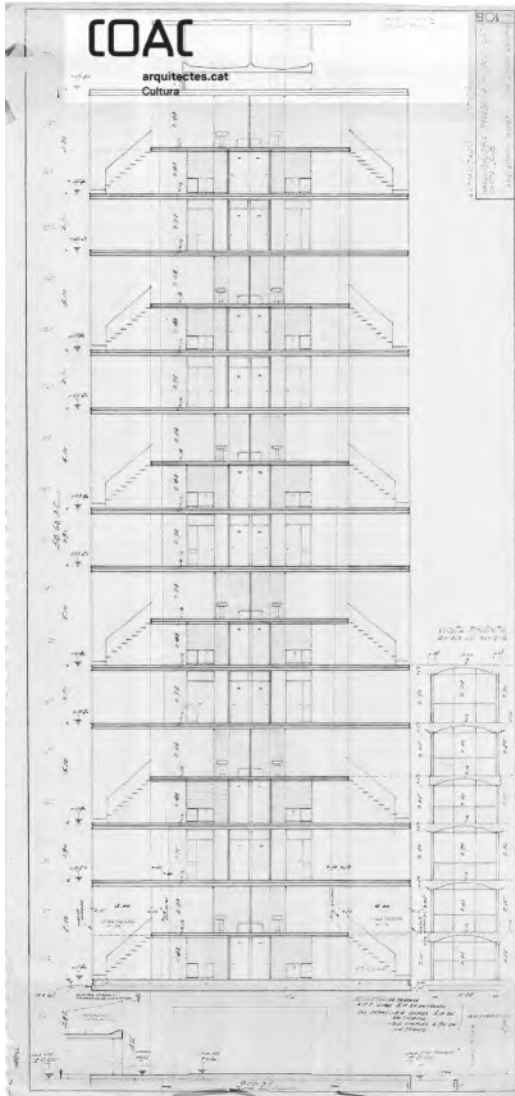


Figura 12
Galería Rivadavia. Sección transversal de la torre de apartamentos. (Archivo Histórico el Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña)

lona en C.R.C. Galería de Arquitectura. También, dentro de la Colección Clásicos del Diseño publicada por Santa & Cole Ediciones de Diseño S.A. y la Universidad Politécnica de Cataluña en 1999, *Antonio Bonet Castellana*. Incluye la reproducción facsímil de tres números de la revista *Austral*.

Respecto a la colaboración entre Antonio Bonet y Eladio Dieste y el nacimiento de la cerámica armada, es de reseñar «La bóveda tabicada a la catalana y el nacimiento de la *cerámica armada* en Uruguay» de Jos Tomlow. En las *Bóvedas de Guastavino en América*. Libro del catálogo de la exposición, editado en 2002 por Santiago Huerta en el Instituto Juan de Herrera. Dentro del mismo libro varios textos de distintos autores como Ricardo Gulli y Salvador Tarragó entre otros, son de máximo interés en relación con la bóveda tabicada y la arquitectura moderna.

Sobre las distintas soluciones constructivas dadas a cubiertas abovedadas ventiladas que Bonet desarrolla en proyectos significativos de su trayectoria, como la Casa Berlingieri y La Ricarda entre otras, es de reseñar el texto «Evolución tipológica de cubiertas ventiladas 'a la catalana' en la obra de Antonio Bonet» de Juan Fernando Ródenas García publicado en *Informes de la Construcción* 70, en 2018.

También es determinante el artículo «Rehabilitación de La Ricarda de Antonio Bonet» de Fernando Álvarez y Jordi Roig publicado en 2005 en la revista *Tectónica* 18 dedicado a la rehabilitación de estructuras, al poder constatar la realidad física construida mas allá del proyecto.

No hay muchos escritos realizados por Bonet. La mayoría son entrevistas, algunas reseñadas en esta comunicación. En este sentido, y con una referencia explícita a la Galería Rivadavia, es de señalar el texto sobre si mismo realizado con motivo del encuentro en Santiago de Compostela en 1975 organizado por Miguel Ángel Baldellou, que reunió a Antonio Bonet, Josep Lluís Sert y Félix Candela, y que posteriormente fue publicado en la *Revista Arquitectura* 303 en 1995. En el explica este edificio como la experiencia de construir bóvedas en un edificio de altura considerable.

Nuestro primer acercamiento a este edificio fue en 2006 preparando la comunicación La bóveda tabicada y el Movimiento Moderno español para el V Congreso Nacional de Historia de la Construcción, celebrado en Burgos en junio de 2007. (Rodríguez García y Hernando de la Cuerda 2007). En aquel momento, chequeando el libro de Carlos Flores *Arquitectura Española Contemporánea, 1880-1950*, reparamos por primera vez en la Galería Rivadavia. Sin ninguna referencia en el texto, únicamente dos fotografías con el siguiente pie de foto «Antonio Bo-



Figura 13
Galería Rivadavia. Bóvedas-jácena de hormigón armado en construcción. (Archivo Antoni Bonet Castellana. Archivo Histórico el Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña)

net. Galería Rivadavia. Buenos Aires, 1957-1959. Utilización de bóvedas tabicadas en un edificio de gran altura» (Flores [1961] 1989, 231).

La conocida imagen de un fragmento de su alzado con la huella de las bóvedas de los diferentes tipos de apartamentos con alturas simples y dobles nos causó una gran impresión e incluimos referenciada la reseña de Flores en nuestra vista panorámica sobre la utilización de bóvedas tabicadas por arquitectos modernos en España y en el exilio.

A partir de entonces es un tema que con mayor o menor intensidad nos ha acompañado en estos casi veinte años sin encontrar de forma específica información determinante sobre la afirmación de Flores.

En 2021 por invitación de la profesora Paula Fuentes y sobre el mismo tema preparamos el artículo *Tile vaults in the Spanish Modern Movement 1925-1965* para el simposio internacional *Brick Vaults and Beyond. The transformation of a historical structural system from 1750 to 1970*, incorporando en esta ocasión también las arquitecturas de después de la guerra. De nuevo se incluyó la Galería Rivadavia esta vez referenciada a palabras del propio Bonet cuando dice que para él «lo más importante de este edificio son las bóvedas superpuestas, a la catalana» ya citada en párrafos anteriores (Rodríguez García y Hernando de la Cuerda 2021)

Llegados a este punto, decidimos profundizar más en este edificio de cara a la participación en el presente congreso consultando fuentes primarias con escritos de Bonet Castellana y el Archivo Antonio Bonet en el Colegio de Arquitectos de Cataluña.

La documentación sobre la Galería Rivadavia en el Arxiu Antoni Bonet Castellana del Arxiu Històric del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya

La documentación sobre la Galería Rivadavia en el archivo está incompleta y no es extensa. Consta de planos sueltos y fotografías. La planimetría más significativa son dos secciones. Una longitudinal del edificio a lápiz en papel de croquis, y una copia en papel de la transversal, así como un plano de alzados. En estos se define la geometría, vanos, alturas y espesores del sistema de bóvedas, pero ninguna anotación sobre el material. No hay memoria del proyecto u otra documentación escrita. Tampoco detalles sobre esta cuestión, pero teniendo en cuenta la calidad y el detalle de los planos existentes, podemos estar seguros de que en origen los habría y con varias versiones de desarrollo en el tiempo. Todos los planos están fechados en 1958. En contraposición la serie de fotografías es buena. Además de las publicadas y ya conocidas, tres imágenes del edificio en construcción aportan información relevante.

REFLEXIONES FINALES

En la Galería Rivadavia toda la estructura es de hormigón armado incluidas las bóvedas, como se comprueba en las fotografías del edificio en construcción. Además, el diseño estructural de las bóvedas en sentido transversal de la torre, a modo de grandes bóvedas-jácena con una luz de 9 metros a ejes de pila-

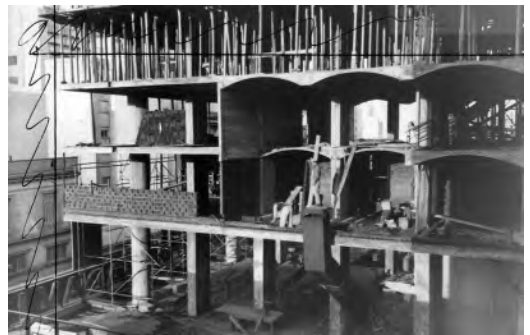


Figura 14
Galería Rivadavia. Bóvedas-jácena de hormigón armado en construcción. (Archivo Antoni Bonet Castellana. Archivo Histórico el Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña)



Figura 15
Galería Rivadavia. Bóvedas-jácena de hormigón armado superpuestas en construcción. (Archivo Antoni Bonet Castellana. Archivo Histórico el Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña)

res y un vuelo de 3,50m en cada fachada, hace impensable su materialización en otro material.

En este sentido, la información de que fueran bóvedas tabicadas publicada por Carlos Flores, no es correcta. Pero entonces ¿cómo un autor de su conocimiento e importancia cayó en este error que se ha perpetuado desde los años sesenta? Posiblemente por la utilización de la expresión «a la catalana» por parte de Bonet al referirse a cuestiones que teniendo que ver entre sí, no son exactamente las mismas.

Por una parte, el término se emplea por distintos autores para referirse a la ventilación de las azoteas tradicionales en Cataluña y que Bonet reinterpreta en sus cubiertas abovedadas de dos hojas como La Ricarda entre otras.

También se utiliza habitualmente como sinónimo de «bóvedas tabicadas»; y por último cuando Bonet dice de la Galería Rivadavia que «lo más importante de este edificio son las bóvedas superpuestas, a la ca-



Figura 16
Rehabilitación de la fachada posterior del edificio en la calle Marqués Barberá 26, en Ciutat Vella, Barcelona. Balcones formados por bóvedas tabicadas sobre ménsulas de piedra. (Fuente GTA Europa. Rehabilitació d'edificis)

talana» no está queriendo decir que las bóvedas sean tabicadas, sino que su utilización en todas las plantas manifestándose en fachada evocan la técnica tradicional catalana usada en múltiples construcciones de masías y fachadas posteriores en edificios de vivienda, y que todavía pueden verse con cierta frecuencia en patios de manzana de Barcelona (figura 16). Idea que ya esbozó Bonet en 1938, recién llegado a Buenos Aires, en el proyecto no construido de la calle Cramer (figura 17).

Dos hechos principales nos condujeron a mantener el error durante tiempo. Por una parte, la *Arquitectura Española Contemporánea, 1880-1950* de Carlos Flores publicada en 1961 por Aguilar, es uno de los libros más determinantes de historia de la arquitectura española del siglo xx. De hecho, dos importantes libros³ de los publicados sobre Bonet con posterioridad al texto de Carlos Flores aportan una pequeña bibliografía de cada obra y en el caso de la Galería

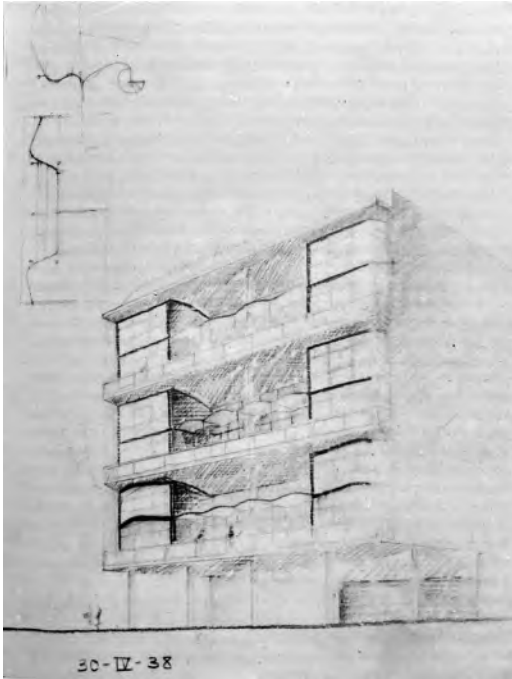


Figura 17
Antonio Bonet Castellana. Proyecto no construido en la calle Cramer en Buenos Aires, 1938.

Rivadavia una de las dos referencias bibliográficas dadas en ambos casos es la del libro de Flores. Por otra parte, la expresión del propio Bonet «bóvedas superpuestas, a la catalana» ya mencionada anteriormente, nos hizo pensar también que se refería a bóvedas tabicadas y es por lo que en un principio no dudamos de la veracidad del dato dado por Flores en cuanto a la Galería Rivadavia.

La constatación de que las bóvedas son de hormigón armado no resta singularidad a la Galería Rivadavia. La construcción de todos los forjados superpuestos con un sistema abovedado en una torre, es en sí mismo muy potente y especial (figura 18). El edificio es una exploración a nivel urbanístico, arquitectónico y constructivo. En su construcción se abordan interesantes cuestiones como que «una red especial provee de agua de mar a todos los departamentos» (Álvarez y Roig 1996, 146) o la incorporación de *conchilla*⁴ en las placas de hormigón del revestimiento de las fachadas en sus partes opacas⁵. En definitiva, innovación y tradición en un edificio



Figura 18
Galería Rivadavia. Bóvedas superpuestas en fachada, a la catalana según Bonet Castellana. (Katzenstein, Natanson, y Schwartzman 1985)

emblemático del Movimiento Moderno, que no había sido estudiado en profundidad en el ámbito de la Historia de la Construcción.

NOTAS

1. Entrevista sin fecha a Antonio Bonet: «Yo?...? Yo arquitecto». Arxiu Antoni Bonet, Archivo Histórico de Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña. Referenciada en Domingo Magaña, José Ramón y Juan Fernando Ródenas García. 2016.
2. Colaboradores: Eduardo Santini, Marta Allio y Edith Fiberti de Peralta. Empresa constructora Bernasconi Hnos. SRL.
3. Los mencionados libros con bibliografía específica sobre la Galería Rivadavia son la monografía publicada en 1985 por Ernesto Katzenstein, Gustavo Natanson, y Hugo Schwartzman *Antonio Bonet. Arquitectura y Urbanismo en el Río de la Plata y España*, y recientemente el libro *Bonet, arquitecto de la luz* de Joan Carles Fogo Vila con la colaboración de Victoria Bonet Martí en 2022. A su vez, la mayoría de las monografías sobre Bonet también incluyen la obra de Carlos Flores.
4. Restos fósiles de crustáceos y conchas. Termino local.
5. Ortiz, Federico. 1978. *La obra de Antonio Bonet en Argentina y Uruguay (1938-1963)*. Referenciado en (Álvarez y Roig 1996).

LISTA DE REFERENCIAS

- Álvarez, Fernando; J.J.Lahuerta; J. Nudelman; A. Piza y J. Roig. 1987. *Antonio Bonet y el Río de La Plata*. Publicado con motivo de la exposición celebrada en mayo y junio de 1987 en Barcelona. Barcelona: C.R.C. Galería de Arquitectura
- Álvarez, Fernando y Jordi Roig, eds. 1996. *Antonio Bonet Castellana 1913-1989*. Madrid: Ministerio de Fomento, Servicio de Estudio y Fomento de la Arquitectura; Barcelona: Col·legi d'Arquitectes de Catalunya
- Álvarez, Fernando y Jordi Roig. 1999. *Antonio Bonet Castellana*. Barcelona: Santa & Cole Ediciones de Diseño S.A. y Universidad Politécnica de Cataluña
- Álvarez, Fernando y Jordi Roig. 2005. Rehabilitación de La Ricarda de Antonio Bonet. *Tectónica* 18: 62-79. Madrid: ATC Ediciones, S.L.
- Arnaldos Montaner, Almudena. 2014. Antonio Bonet Castellana, Le Corbusier y la bóveda catalana: forma y orden. *DEARQ Revista de Arquitectura* 14: 122-135. Bogotá: Universidad de Los Andes
- Baldellou, Miguel Ángel. 1978. La obra de Bonet en la arquitectura española. En: Ortiz, Federico y Miguel Ángel Baldellou. *La obra de Antonio Bonet*, 77-130. Buenos Aires: Summa.
- Baldellou, Miguel Ángel; Antonio Bonet Castellana; Josep Lluís Sert y Félix Candela Outeriño. 1995. La experiencia del exilio: Un encuentro en Santiago. 1975. *Arquitectura, Revista del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid*, 303: 21-56
- Bonet Castellana, Antoni. 1938. Carta de Antonio Bonet a Torres Clavé. En *Antonio Bonet Castellana*, 170-171. Barcelona: Santa & Cole Ediciones de Diseño S.A. y Universidad Politécnica de Cataluña
- Bonet Castellana, Antoni. 1991. La modernización de la arquitectura rioplatense. *Annals d'arquitectura*, 5: 43-55
- Domingo Magaña, José Ramón y Juan Fernando Ródenas García. 2016. Cubiertas peculiares en la obra de Antonio Bonet. *Bitácora Arquitectura* 34: 62-73
- Flores, Carlos [1961] 1989. *Arquitectura Española Contemporánea, 1880-1950*. Madrid: Aguilar, S.A. de Ediciones.
- Fogo Vila, Joan Carles. 2002. *Bonet, arquitecto de la luz*. Con la colaboración de Victoria Bonet Martí. Barcelona: Editorial Sunya.
- Gulli, Ricardo. La huella de la construcción tabicada en la arquitectura de Le Corbusier. En las *Bóvedas de Guastavino en América*. Libro del catálogo de la exposición, editado por S. Huerta, 73-85. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.
- Jiménez Torrecillas, Antonio. [1996] 1997. *Eladio Dieste 1943-1996*. Catálogo de la exposición. Editado por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.
- Katzenstein, Ernesto; Gustavo Natanson, y Hugo Schwartzman. 1985. *Antonio Bonet. Arquitectura y Urbanismo en el Río de la Plata y España*. Buenos Aires: Espacio Editora S.A.
- Mannino, Edgardo e Ignacio Paricio. 1983. *J. Ll. Sert: Construcción y Arquitectura*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Marín Palma, Ana M. y Antonio Trallero Sanz. 2005. El nacimiento de la cerámica armada. *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, 27-29 enero 2005*, ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SEDHC, Arquitectos de Cádiz, COA-AT Cádiz.
- Ródenas García, J. F. 2018. Evolución tipológica de cubiertas ventiladas 'a la catalana' en la obra de Antonio Bonet. *Informes de la Construcción, Vol. 70, (549): e245*.
- Rodríguez García, Ana y Rafael Hernando de la Cuerda. 2007. La bóveda tabicada y el Movimiento Moderno español. *Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Burgos 7-9 de junio 2007*. Miguel Arenillas et al (eds.), Vol.2, 763-773. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, CEDEX
- Rodríguez García, Ana y Rafael Hernando de la Cuerda. 2021. Tile vaults in the Spanish Modern Movement 1925-1965. En *Brick Vaults and Beyond. The transformation of a historical structural system from 1750 to 1970*, editado por Paula Fuentes e Ine Wouters, 371-431. Madrid: Vrije Universiteit Brussel; Instituto Juan de Herrera
- Tomlow, Jos. 2002. La bóveda tabicada a la catalana y el nacimiento de la «cerámica armada» en Uruguay. En las *Bóvedas de Guastavino en América*. Libro del catálogo de la exposición, editado por S. Huerta, 214-251. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

El trazado de arcos en esquina en el manuscrito «Secretos de Arquitectura». ¿Geometría o construcción?

Juan Rojo Ferrer
Pablo Navarro Camallonga

Los arcos en esquina, esquina y rincón, o en ángulo (recto o no), constituyen un conocido tipo arquitectónico derivado del arco con multitud de variantes. Podemos encontrar ejemplos construidos desde el periodo medieval, y dibujados en trazas desde el mismo inicio de la tratadística. Es un caso arquitectónico común, sencillo en cierta medida, pero cuyas modificaciones, transformaciones y variantes, dan lugar a una enorme casuística y multiplicidad de casos, tanto dibujados como construidos.

Las trazas de arcos en esquina recogidas en el manuscrito de Xàtiva, por lo tanto, se insertan en este contexto amplio, y pese a su aparente sencillez, están relacionadas con una serie de fuentes concretas, e incluso con algunos ejemplos construidos. El estudio de estas relaciones nos ha permitido comprender el lugar, carácter y relevancia que tienen estas trazas en su contexto.

ARCOS COMPLEJOS EN LA TRADICIÓN CONSTRUCTIVA Y TEÓRICA

El arco en esquina, como se ha comentado, es una variante arquitectónica del arco de origen temprano y, por lo tanto, difícil de fijar. Podemos decir que este tipo arquitectónico define uno de los pasos en la evolución natural de la cantería: La construcción generalizada de arcos y bóvedas de cañón lleva casi necesariamente a variantes cuyas caras exteriores e

interiores no son paralelas, o que presentan quiebros y esquinas. Esto provoca que las piezas que resuelvan el encuentro con la cara del muro -llamémosla pared, si se quiere- hayan de tener formas especiales, de mayor complejidad, para que el resultado final acabe teniendo una geometría limpia. Es decir, para que el resultado del encuentro se resuelva con corrección, sin necesidad de irregularidades.

Esta complejidad en cada una de las piezas hace necesario el control de forma de cada uno de los bloques en su ejecución, cosa que implica una mayor pericia por parte del cantero que las ejecuta, e incluso la necesidad de tener que recurrir a medios auxiliares, principalmente gráficos, para poder establecer unos patrones de corte rigurosos, o algún tipo de sistemática equivalente (Calvo 1999, 252) (Rabasa 2000, 19).

El estudio de los procedimientos históricos en la definición de patrones de corte mediante procedimientos gráficos presenta un carácter múltiple, ya que son numerosas las fuentes conservadas, y numerosos los procedimientos gráficos utilizados. No obstante, a «grosso modo» se puede decir que el sistema de trazado más común o general parte de la figura básica del arco (en alzado) y de las condiciones de forma de los muros (en planta). De la figura básica del arco se obtienen las dovelas «rectas» sin más, y de las condiciones de forma de los muros se irán extrayendo una serie de medidas/datos geométricos que permitirán modificar la dovela con la forma que convenga. Esta

sistemática, con matices y variantes diferentes es la que permite conformar las dovelas por los maestros canteros.

Y a su vez, esta praxis también va a permitir todo un desarrollo formal a lo largo de la historia, y una casuística de variantes de complejidad creciente, que culminará con el nacimiento de tipos constructivos mucho más complejos, como pueden ser los capialzados, las bóvedas de arista, e incluso las bóvedas aristadas.

El siguiente problema que conviene plantear para este tipo arquitectónico es su propia construcción, es decir, la colocación de las dovelas en la obra. Se trata de una cuestión obvia, perteneciente al ámbito de los operarios, pero que rara vez se documenta, y que en realidad plantea algunas cuestiones de carácter no menor:

La primera de ellas es el problema del cimbrado. Sujetar las diferentes piezas durante el proceso de montaje puede implicar soluciones de carácter auxiliar que van desde la mera colocación de puntales, hasta la conformación y ejecución de elementos de soporte perfectamente definidos por una geometría concreta, circular o no en el caso de los arcos, e incluso definiendo curvas más complejas como elipses. Esta cuestión, además, tendrá que ver con el propio tamaño del arco, la forma, peso, e incluso el material de las dovelas. El segundo problema que se puede plantear en la construcción de arcos en esquina es el vuelco de algunas piezas concretas, en caso de darse condición de excentricidad, al menos durante el proceso constructivo.

EL ARCO EN ESQUINA, ORIGEN Y PROBLEMÁTICA

Es difícil de poder fijar cronológicamente qué casos son los primeros, o si son dibujados o construidos, pero podemos constatar que a finales del s xv, la construcción de arcos en esquina era una práctica más o menos generalizada en el contexto ibérico. Prueba de ello son algunos ejemplos construidos que han llegado hasta nuestros días, como los dos arcos en esquina de la Catedral de Valencia (mediados del s xv), el arco en rincón sobre contrafuertes del castillo de Sabiote (Jaén) o en la Catedral de Coria (Cáceres) en el acceso a la escalera de caracol (Palacios 2003, 77).

Por otro lado, la aparición de trazados de este tipo aparece algo más tarde, en el s. xvi, con el nacimiento



Figura 1

Portada del manuscrito *secretos de arquitectura* del archivo municipal de Xàtiva, manuscrito de cantería LB-995, AMX, c. 1766, f. 5r.

del corpus que llamamos tratadístico, es decir, tan pronto como nos han llegado los primeros ejemplos de trazas canteriles dibujadas, como la puerta en esquina y rincón del manuscrito de Vandelvira (Palacios 2003, 74).

EL MANUSCRITO «SECRETOS DE ARQUITECTURA»

Secretos de Arquitectura es el título de un manuscrito de trazas de cantería conservado actualmente en el archivo municipal de Xàtiva. Esta obra está fechada hacia mediados del s xviii, el año de 1766, por lo que se puede considerar algo tardía con respecto al grueso de la tratadística, y fue escrita, como se indica en portada, en el Real Monasterio de San Miguel de los Reyes de Valencia, sin indicar el nombre concreto del autor.

El manuscrito, por otro lado, adjunta al final un breve conjunto documental de carácter administrativo, sobre enterramientos. Esta breve información añadida al manuscrito tiene especial interés ya que

justamente hace referencia a una saga de maestros de obras de la época que suponemos, deberían ser los propietarios del manuscrito (o al menos tiene sentido que así sea). Se trata de la familia de los Cuenca, algunos de los cuales trabajaron en la construcción de la llamada Seo de Xàtiva.

Entre los miembros de esta saga, por ejemplo, se encuentran algunos maestros de obras del templo se-tabense: José Alberto Pina, y su sobrino Fray Francisco de Santa Bárbara. Este último nombre es particularmente interesante, ya que fue monje Jerónimo en el Monasterio de San Miguel de los Reyes de Valencia. Este hecho ha llevado a algunos autores (Orellana 1791, 186-204) a sostener que este último puede ser el autor del manuscrito, de acuerdo a la información dada en la portada del manuscrito.

El manuscrito en cuestión presenta un formato reducido, de tamaño cuartilla aproximadamente, y salvo las últimas páginas añadidas (las de la documentación de los Cuenca) presenta homogeneidad en el tipo de papel, letra y dibujos. Estos últimos en ocasiones vienen ejecutados en páginas más grandes, que aparecen dobladas, y permiten al autor dibujar figuras de mayor tamaño (del mismo modo que ocurre con el tratado impreso del *Compendio Mathematico* de Vicente Tosca). Por otro lado, las partes de desarrollo escrito son fácilmente legibles, dado que la letra es cuidada y clara, a pesar de presentar un tamaño muy reducido. El manuscrito, por otro lado, ha sido restaurado recientemente.

El contenido estricto del manuscrito se divide de forma general en cuatro capítulos:

El primero se titula «De las cinco especies de arcos más regulares y frecuentes en las fábricas». Este consta de siete trazas numeradas, donde el autor describe y desarrolla el trazado de arcos relativamente sencillos: semicircular, escarzano, carpanel, apuntado, otro llamado «degenerante» y el «arco de pies desiguales». Se trata de arcos cuyo trazado se define a través únicamente de geometría plana (no presentan espesores más allá del ancho del muro).

El segundo capítulo está titulado como «De los arcos oblicuos» y consta de cinco trazas:

«arco por una sola frente aviajado», «viaje contra viaje», «rampante», y «arcos en esquina y rincón». En estas variantes el sistema de trazado no se define únicamente por la geometría plana, sino que el autor desarrolla elementos gráficos tridimensionales, como

el cálculo de diferentes espesores, verdaderas magnitudes, y otros recursos gráficos.

El tercer capítulo, más corto, se titula «De los arcos capialzados» y se compone de dos trazas desarrolladas únicamente a través de texto. En ninguna de las los aparecen dibujos, pero el texto sí indica como trazar gráficamente. Es muy posible que en este capítulo hubiese dibujos originalmente y que se hayan perdido a lo largo de la historia. Lo cual hace suponer la posibilidad de que el manuscrito estuviese sin encuadernar, esto es, que fuese una colección de «papeles», pese a su homogeneidad.

El último capítulo no presenta título, pero es el más extenso de todos, y consta de unas veintisiete trazas. Estas desarrollan distintos tipos de bóvedas, capialzados, decenas de cava y nichos. Es decir, un abanico extenso de tipos que bien podría tener una estructura propia que absorbiese los capítulos anteriores. Además, en esta última parte más extensa se hace referencia a cuestiones particulares que no tienen que ver con la cantería, sino con la albañilería («el modo de sacar las cimbras para los lunetos de albañilería»).

FUENTES PRINCIPALES DE LA OBRA.

«Secretos de Arquitectura» es un manuscrito que bebe enteramente de otros autores y fuentes anteriores. Este hecho podría llevar a la consideración de esta obra como menor, pero precisamente el carácter recopilatorio brinda un interés especial, ya que permite conocer con detalle el contexto y fuentes que manejaban los maestros de obras del momento. Podemos conocer de primera mano a qué tradición teórica (tratadística) pertenece el manuscrito, podemos fijar cuales son los autores principales anteriores a los que hace referencia, y si las relaciones son en el ámbito valenciano únicamente, o si se inscriben en contextos más amplios, como el hispánico o el internacional.

Tras el estudio de la obra, podemos decir que «Secretos de Arquitectura» bebe de tres fuentes principales: La primera es la obra impresa en Francia titulada *Le Secret d'Architecture*, de Mathurin Jousse, publicada en 1642. De esta obra el autor toma el título y la mayor parte de las trazas. La segunda fuente utilizada es el tratado de *Montea y Cortes de cantería* de Vicente Tosca, publicado en Valencia en 1727, y la

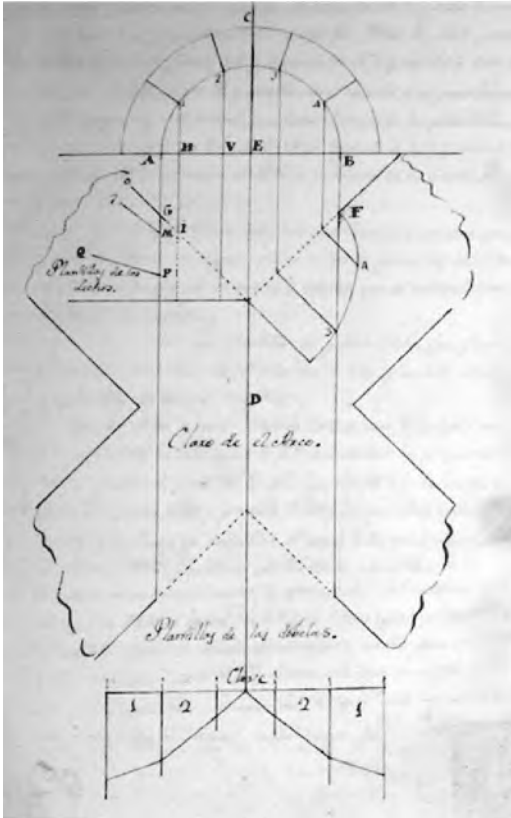


Figura 2

Traza del arco sobre un ángulo recto, o su cimbría, manuscrito de cantería LB-995, AMX, c. 1766, f. 17r.

tercera el tratado *Arte y Uso de Arquitectura* de Fray Laurencio de San Nicolás, publicado en 1639.

Es interesante observar, en estas tres fuentes principales, la presencia de una obra internacional, de una obra inscrita en el panorama y tradición hispánicos (la de Fray Laurencio de San Nicolás), y otra obra especialmente relevante en el contexto valenciano (Iosca). Con esto se advierte el amplio abanico de fuentes que maneja no solo el autor del manuscrito, sino los maestros canteros del ámbito valenciano. Y además de estas tres fuentes principales, cabe mencionar posibles fuentes cuya relación no se puede establecer de manera directa, pero que, dada la presencia de trazas muy similares, no han de dejar de plantearse: las obras de Vandelvira, de Philibert de l'Orme, e incluso autores menos difundidos, como Gelabert.

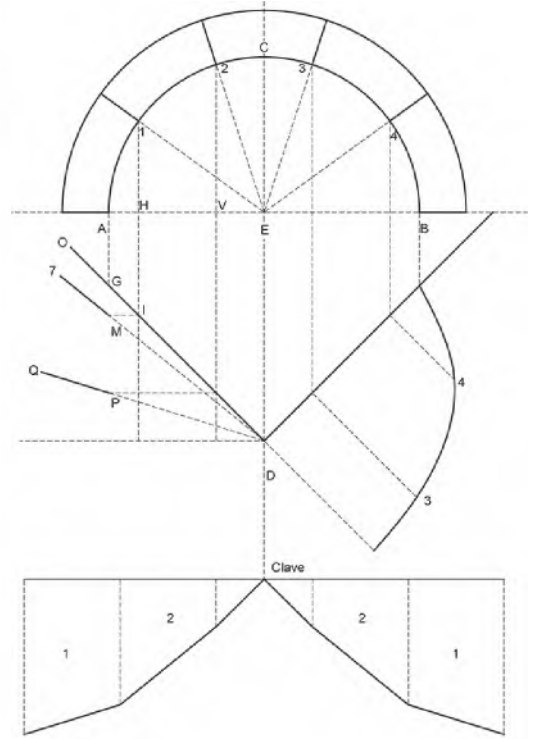


Figura 3

Traza redibujada del arco sobre un ángulo recto (según manuscrito de cantería LB-995, AMX)

LOS ARCOS EN ESQUINA Y RINCÓN DEL MANUSCRITO

Como se ha comentado, los arcos en esquina y rincón aparecen en el capítulo segundo del manuscrito, y se corresponden con las figuras numeradas 11 y 12. La figura 11 no aparece con traza dibujada, pero se aclara que su procedimiento gráfico es equivalente a la 12.

Por otro lado, la figura 12, llamada «Arco de medio punto en un rincón», presenta algunos problemas de no correspondencia de su texto con su traza dibujada (desarrollada en el f.17r). El texto, por ejemplo, indica que hay que trazar un semicírculo y dividirlo en siete partes iguales, y en la traza dibujada está dividido en cinco. Por el contrario, la numeración adoptada para indicar los puntos de la figura sí es equivalente. Esto se debe a que el autor del manuscrito ha seguido una fuente, copiando íntegramente el texto, pero simplificando el dibujo.

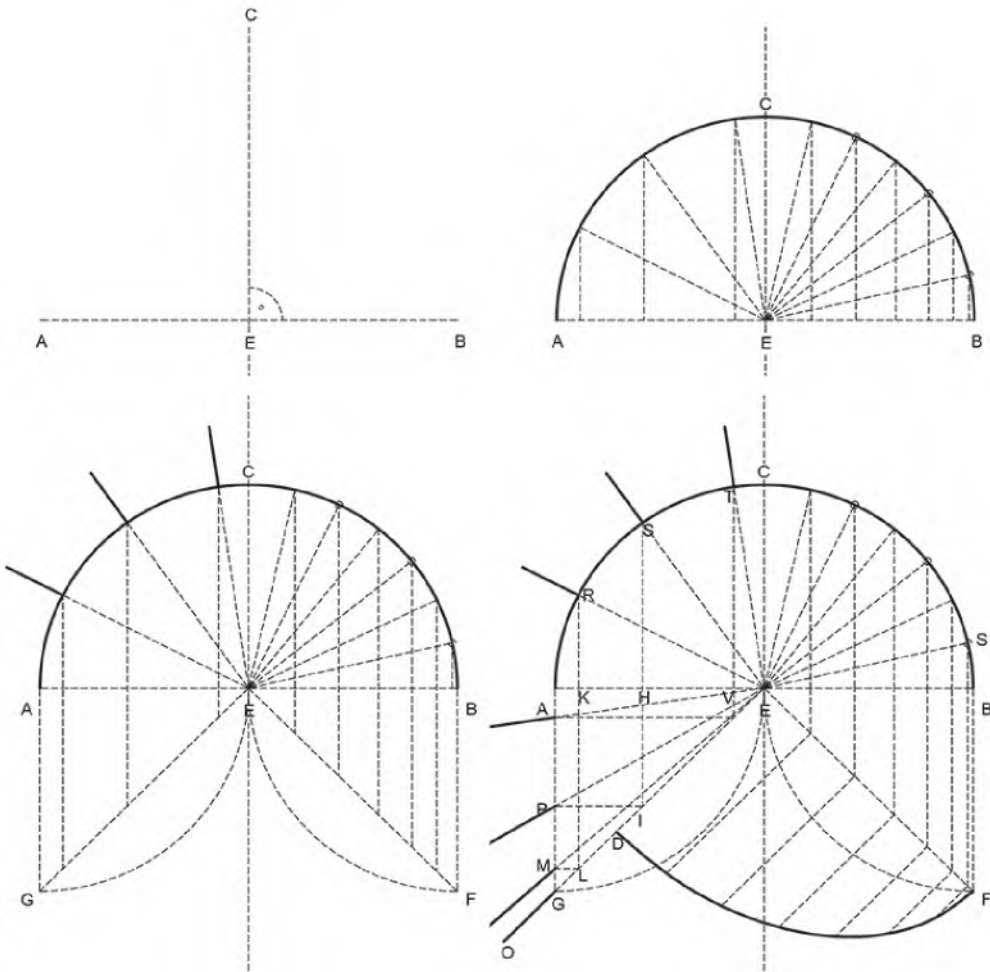


Figura 4
 Reconstrucción de la traza gráfica, numerada 12 en manuscrito de Xàtiva, a partir dxe la metodología expuesta por Jousse, («Voute fouz l'Angle droiet, ou fouz le coin de pieces égales par tefte avec fon Cintre»)

La traza se comienza indicando los ejes principales que se cruzan en un ángulo recto, después se define el semicírculo y se divide en partes iguales, a modo de dovelas. Seguidamente se describe como obtener las plantillas correspondientes a los lechos, y se finaliza desarrollando el modo de obtener la «cimbría» o cimbra. Este término como es sabido, hace referencia a las estructuras de madera para apoyar los bloques durante la construcción, pero es singular el hecho de que, en el manuscrito aparece descrita

como un elemento casi puramente geométrico: la verdadera magnitud del encuentro del arco con el muro en esquina. Este encuentro define una forma elíptica dibujada por puntos que, a parte del sentido constructivo que puede tener (sirviendo o no para construir finalmente una cimbra), se presenta como un ejercicio de geometría (podríamos decir, teórico) en el que se obtiene la sección oblicua de un cilindro.

En cuanto a la figura 11, es posible que el autor dispusiera originalmente de una traza original, pero

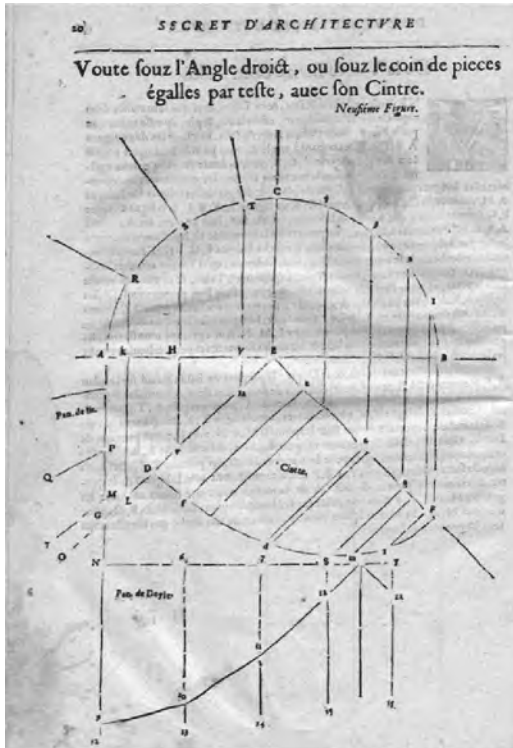


Figura 5
Mathurin Jousse, Voute fouz l'Angle droiet, ou fouz le coin de pieces égales par tefte avec fon Cintre, Le secret d'architecture, 1642, 20. (Imagen a la izquierda)

por la razón que fuere, no la pasara a limpio (la poca necesidad, ya que siguiendo el texto no resulta difícil el trazado). De hecho, el arco en esquina y rincón que se dibuja, únicamente se define en una de sus caras, con lo que el trazado sería prácticamente el mismo en los dos casos.

RELACIÓN CON LA OBRA DE MATHURIN JOUSSE

En la obra *Secret de l'Architecture* de Mathurin Jousse aparece desarrollada la traza de dos arcos en esquina: «Voute fouz l'Angle droiet, ou fouz le coin de pieces égales par tefte avec fon Cintre» y «Voute fouz l'Angle obtus», numerados como 20 y 22 respectivamente. El numerado como 20 se corresponde a la figura 12 del manuscrito setabense, y aunque no tenemos traza del manuscrito para la figura 11, esta

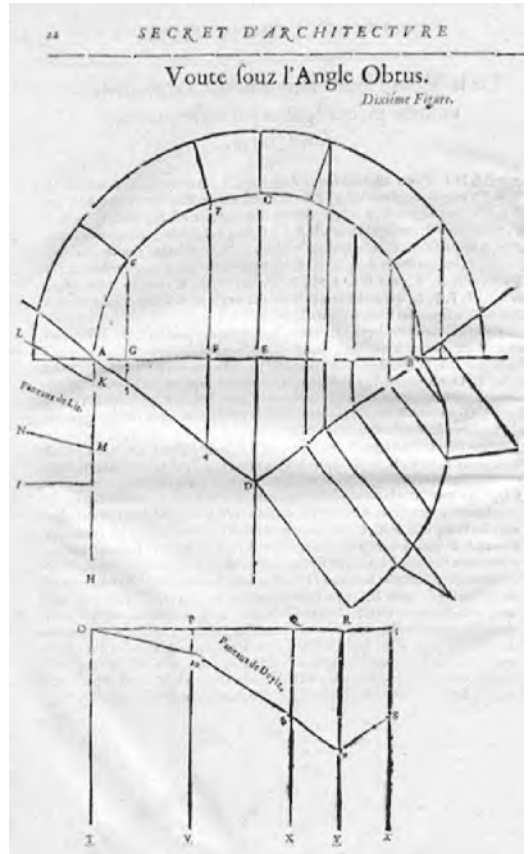


Figura 6
Mathurin Jousse, Voute fouz l'Angle obtus, Le secret d'architecture, 1642, 22. (Imagen dcha.)

con seguridad se correspondería con la 20 del tratado francés, dada la correspondencia de textos entre en ambos autores.

La correspondencia entre la traza dibujada del manuscrito setabense (nº 12) con la traza dibujada por el autor francés (página 20) es algo menos evidente, ya que no es exactamente igual. La forma de despiezar el arco es similar, y el cálculo de verdaderas magnitudes es análogo, pero no ocurre lo mismo con el trazado en planta del arco, que en el caso del autor valenciano no se limita a definir las caras del muro, sino que coloca el arco en esquina sobre un cruce de muros.

Esta disposición en planta tan particular es interesante porque únicamente aparece una parecida en el manuscrito de Gelabert, si bien es verdad que la sis-

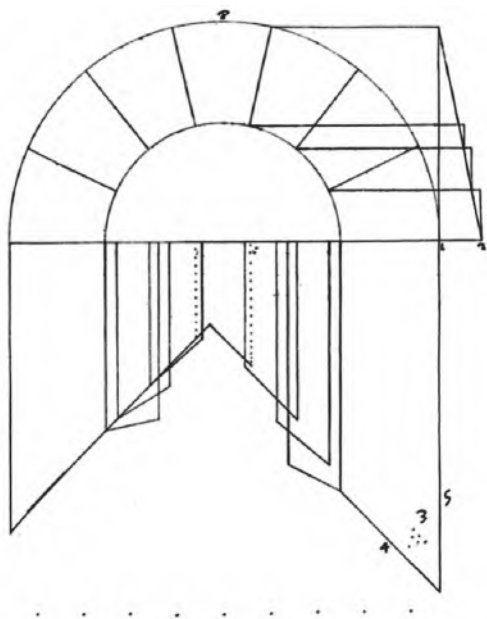


Figura 7
Joseph Gelabert, portal de raco a una part alambor y a l'altra aplom, Verdaderes traces de l'art de picapedrer, 1653, f. 76r. (Imagen a la izquierda)

temática a la hora de desarrollar los aspectos de cantería del arco no se corresponde. Es decir, parece que la traza dibujada que aparece en el manuscrito setabense es la resolución de un problema dado mediante la «metodología» propuesta por Mathurin Jousse (un problema proveniente de otras fuentes, tradiciones o colecciones de trazas).

Por otro lado, la otra traza del autor francés (página 22) es notablemente similar a la anterior, con la salvedad de que el ángulo que forma el muro no es un ángulo recto. Lo cual no modifica en prácticamente nada la sistemática de trazado, así como la obtención de la «cimbra».

RELACIÓN CON LA TRATADÍSTICA

Como se ha comentado, son muchos los manuscritos que contienen arcos en esquina, esquina y rincón, y similares, tanto españoles como extranjeros. Conviene pues realizar un breve repaso sobre las variantes principales y la relación de las mismas con el manuscrito «Secretos de Arquitectura».

Los primeros autores que deben ser nombrados son aquellos que desarrollan el arco en esquina de una forma más sencilla, esto es, el arco en esquina en el que una cara conforma la esquina y la otra se dispone recta. Esta variante es posiblemente la más antigua que aparece construida, y la más sencilla de trazar. Los autores que desarrollan este tipo, entre otros, son: Joseph Gelabert (*portal de raco a una part alambor y a l'altra aplom*) y Mathurin Jousse (*Voute fouz l'Angle droiet, ou fouz le coin de pieces égales par teste avec fon Cintre*).

El siguiente grupo de autores lo definiremos por el desarrollo de arcos, llamados a veces «en esquina», otras «en esquina y rincón», cuyas dos caras del muro son paralelas. Este es el caso más común en la tratadística hispánica, y se suele resolver como un caso de doble esviaje. Esta variante aparece construida por ejemplo en la tradición castellana de los balcones y ventanas esquineros. Los autores principales que desarrollan este caso, entre otros, son: Alonso de Guardia (*Ventana en esquina*) (Guardia 1568, f.66v), Philibert de l'Orme (*porte et voute sur le coing*) (l'Orme 1567, f.74r), Alonso de Vandelvira, Ginés Martínez de Aranda (*arco por esquina y por rincón*)

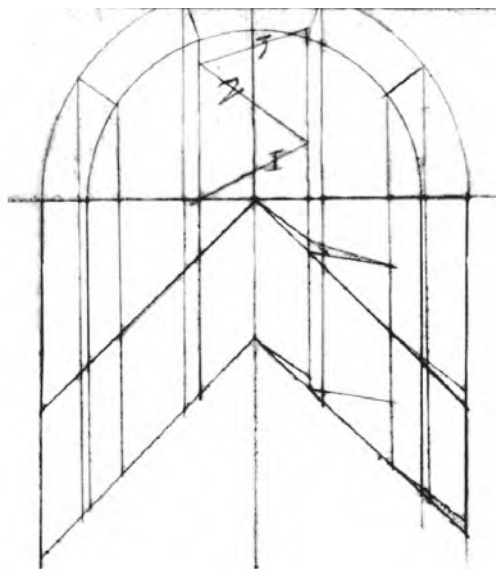


Figura 8
Alonso de Guardia, ventana en esquina, Rasguños de arquitectura y cantería, 1600, f. 66v. (Imagen a la derecha)

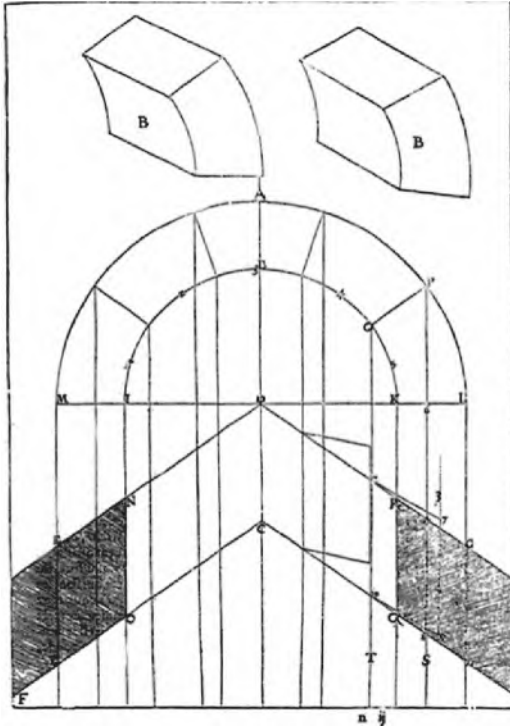


Figura 9
Philibert de L'Orme, porte et voute sur le coing, Le premier tome de l'Architecture, 1567, f. 74r. (Imagen a la izquierda)

El tercer grupo lo constituyen casos más complejos y múltiples en los que las caras de los muros no son paralelas, o los ángulos se disponen enfrentados, o el caso concreto de disponer el arco en un cruce de muros. En este punto cada autor presenta su casuística particular, e incluso la combinación con otras tipologías (por ejemplo, capialzados) es frecuente. Estos casos más desarrollados aparecen en autores como: Gelabert (*portal de raco a tres parets qui nos enquantren*) (*portal de raco qui a una part dona raho a una paret o cortina alenborade y laltra a una torre redona*) (Gelabert 1645, f.76r), Juan de Portor y Castro (arco dos rincones por plantas), Ginés Martínez de Aranda, y también Alonso de Vandelvira (*arco en rincón desigual*) (Vandelvira 1646, f.20v), entre otros.

Expuestos estos grupos principales podemos establecer las siguientes dos relaciones con el manuscrito «Secretos de Arquitectura»:

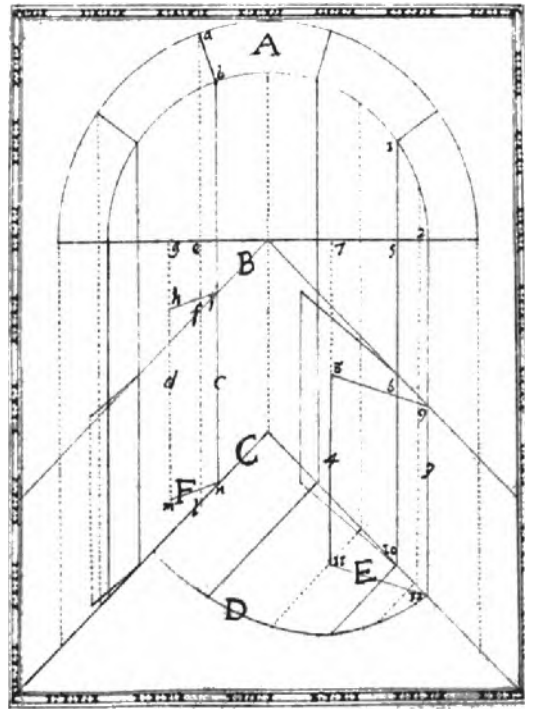


Figura 10
Ginés Martínez de Aranda, arco por esquina y por rincón, Cerramientos y trazas de monte, 1600, f. 72. (Imagen a la derecha)

En primer lugar, el caso de arco en esquina representado en secretos de arquitectura presenta una doble relación de similitud. Por un lado, la traza presenta una sistemática sencilla, parecida a la del arco en rincón del primer grupo de autores (cara en esquina y plana), pero por otro lado la traza de la planta lleva a modelos más complejos, como los de Gelabert del cruce de muros, o de Portor y Castro de ángulos enfrentados (Portor y Castro 1708, f.78r).

En segundo lugar, conviene remarcar el hecho del que el manuscrito setabense calcula gráficamente la forma de la «cimbría», esto es, de la elipse-intersección del cilindro. Este hecho es interesante, ya que no todos los autores lo hacen, y los que lo hacen suelen, por regla general, plantear las trazas desde un punto de vista especialmente teórico. Esto se debe a que, a la hora de construir arcos, no es necesario que estos tengan una cimbra bien conformada, a no ser que presenten un gran tamaño. De manera que el he-

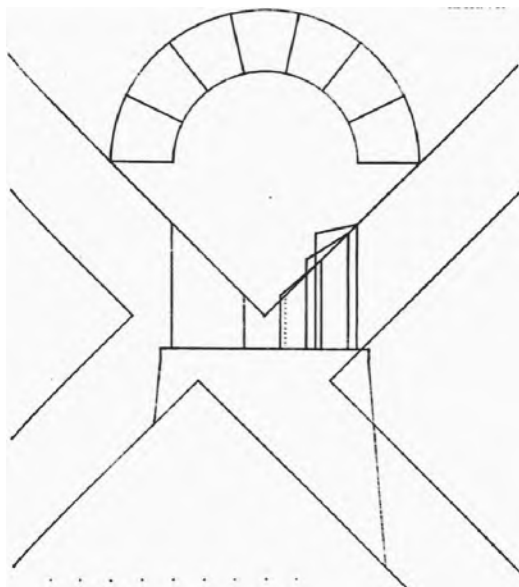


Figura 11
Joseph Gelabert, portal de raco a tres paretz qui nos enquan-
tren, Verdaderes traces de l'art de picapedrer, 1653, f. 78r.
(Imagen a la izquierda)

cho de calcular esta elipse abatida, o dibujada en verdadera magnitud, adquiere una componente eminentemente teórica.

Podemos decir, pues, de antemano, que el trazado propuesto por el autor de «Secretos de Arquitectura» es heredero de la tradición hispánica, y concretamente de aquella más relacionada con el ámbito geográfico de levante (el ámbito de autores como Gelabert y Tosca), y, por otro lado, a parte de la relación con Mathurin Jousse es evidente el cierto carácter teórico o didáctico del manuscrito (Jousse 1642, 20-22).

CONSTRUCCIÓN DEL ARCO EN ESQUINA Y EL MANUSCRITO SETABENSE

El arco en esquina, aparte de aparecer ampliamente en fuentes documentales, es común también en el ámbito de las obras construidas, y son numerosos los ejemplos que se han conservado hasta la actualidad. Ya desde la segunda mitad del S XV lo encontramos construido, e incluso en casos particulares con elementos de aumento de complejidad. Es el caso de este tipo de arcos, a los que se añade la or-

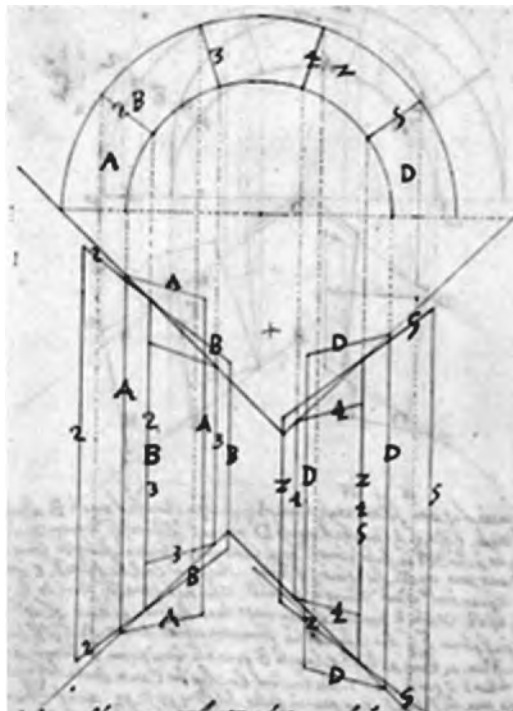


Figura 12
Juan de Portor y Castro, arco dos rincones por plantas, Cua-
derno de arquitectura, 1708, f. 8r. (Imagen a la derecha)

namentación con molduras, pero no de forma directa, sino sometiendo estas formas a transformaciones geométricas. Un caso paradigmático de este virtuosismo técnico es el arco en esquina de la Catedral de Valencia (Navarro 2018, 243) que da acceso a la Torre del Miguelete (a la torre campanario de dicha catedral).

No obstante, como se ha comentado antes, este caso no es el único, y tampoco se circunscriben estas variantes al ámbito valenciano. Otros casos conocidos de arcos en esquina construidos se conservan en la actualidad, por ejemplo, en el acceso a la caja de escaleras de la Catedral de Plasencia o en el Palacio de Pizarro de Trujillo (Palacios 2003, 79).

Las cuestiones principales que conviene abordar en torno a esta tipología cuando se trata su proceso de conformación son principalmente dos: la conformación de los sillares a través del proceso de talla, y, por otro lado, el montaje de los mismos y los medios auxiliares necesarios.

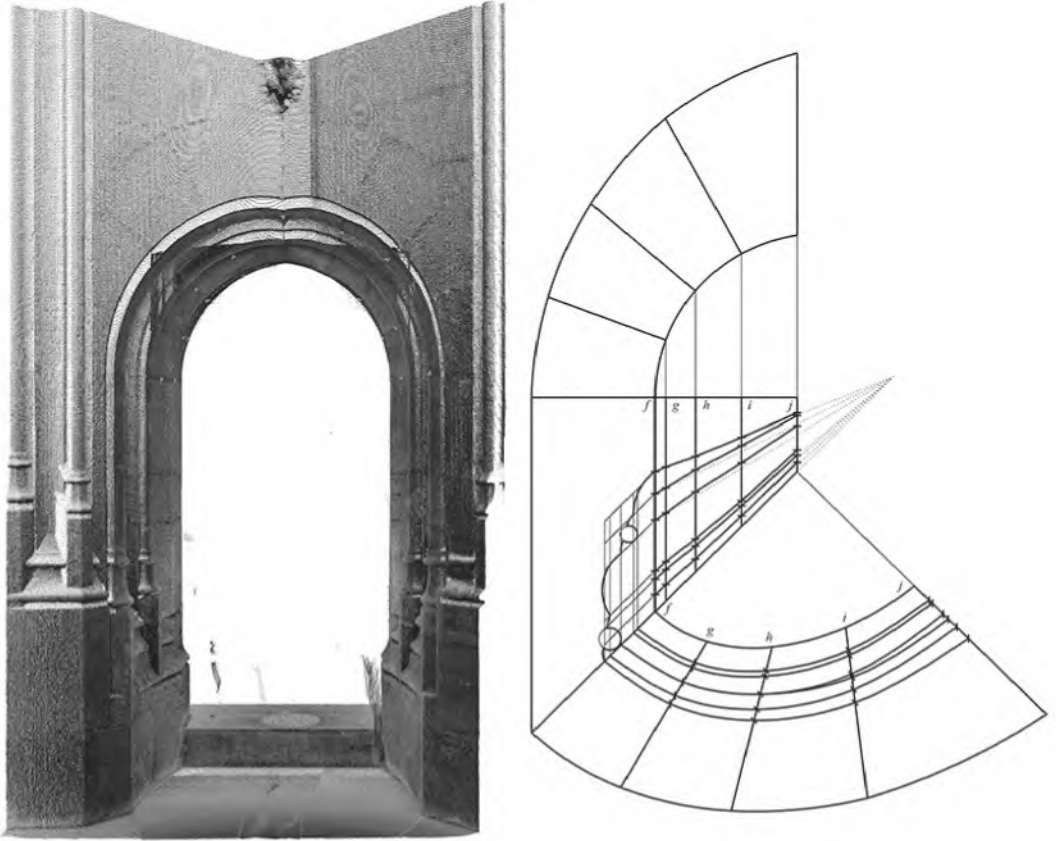


Figura 13
Arco en esquina de la Catedral de Valencia. Vista de la nube de puntos de escáner *laser* e hipótesis de traza

La talla de las dovelas de un arco en esquina no presenta especial dificultad, ya que el proceso parte de labrar dovelas rectas, esto es, las correspondientes al «alzado» de la traza, y posteriormente aplicarles unos recortes añadidos según patrones de corte, o medidas también estipuladas de alguna manera en el dibujo. Estas cuestiones están ampliamente estudiadas, y la propia dificultad a la hora de labrar las piezas estriba en la presencia, en ocasiones, de ángulos muy agudos, que son particularmente delicados cuando hablamos de cortar piedra.

La construcción de este tipo arquitectónico presenta una dificultad relativa relacionada con el tamaño del arco. Cuando el arco adquiera grandes dimensiones necesitará de una estructura, de un cimbrado previamente calculado para poder apoyar todo el con-

junto de piezas. No obstante, los arcos en esquina no suelen presentar tamaños elevados, por lo que en ocasiones bastaría con una cimbra semicircular correspondiente al «alzado», refuerzos de puntales, y en ocasiones puede no ser necesaria ni la cimbra.

Llama la atención de que este tipo de cuestiones de tipo práctico, evidentes hasta cierto punto, rara vez aparece documentado, por dos razones: En primer lugar, los manuscritos y tratados de carácter más práctico únicamente inciden en las trazas dibujadas, ya que eran propiedad de maestros de obras que no necesitaban explicaciones adicionales. Y, en segundo lugar, hay que decir que numerosos manuscritos, generalmente los más tardíos, están escritos con una clara intención didáctica o teórica no tanto como constructiva, y buscan más bien el discurso matemá-

tico del cálculo de formas geométricas, verdaderas magnitudes etc. que elaboran propiamente trazas destinadas a la construcción.

CONCLUSIÓN ¿GEOMETRÍA O CONSTRUCCIÓN?

Con esta breve exposición entorno a las trazas del arco en esquina del manuscrito «Secretos de Arquitectura», sus fuentes, y las diversas relaciones que se pueden establecer, hemos obtenido un amplio contexto que permite situar los parámetros en los que se movía no solo nuestro autor, sino un maestro de obras en el ámbito geográfico valenciano. El manuscrito setabense por un lado está relacionado con esta ciudad, a través de la saga de los Cuenca y algunos maestros de obras de la «Seu». Por otro lado, el manuscrito está relacionado directamente con el ámbito monástico de San Miguel de los Reyes de la ciudad de Valencia. Está relacionado también con autores locales, e internacionales, está inserto en la tradición de la cantería hispánica, y especialmente relacionado con *Secret de l'Architecture* de Mathurin Jousse, del cual toma la mayor parte de trazas y textos.

Por otro lado, este conjunto de relaciones también ha permitido vislumbrar que el autor del texto no se limita a reproducir sin más las fuentes que maneja. En sus trazas los dibujos aparecen reelaborados, e incluso combinando elementos procedentes de diferentes fuentes o tradiciones. Este es el caso del arco en esquina, cuya planta es muy cercana al modelo de Gelabert, pero que a su vez la sistemática utilizada para el despiece está tomada de Mathurin.

En tercer y último lugar hemos podido determinar otra cuestión, que tiene que ver con el ámbito constructivo y el carácter teórico. Aunque la obra está íntimamente relacionada con maestros de obra, e incluso con obras construidas (como es el caso de algunos elementos de la Seu de Xàtiva, que por extensión y temática no hemos podido desarrollar en el presente artículo), hay una vertiente didáctica y teórica que no se puede negar, muy similar al proceder que también se detecta en la obra de Vicente Tosca. Esto es, las trazas que se plantean no son meros ejercicios arquitectónicos destinados a la construcción (aunque la mayoría provienen de fuentes con esta intención), sino que se desarrollan en los textos al margen de aspectos constructivos (Tos-

ca 1727, f.138), como propios ejercicios teóricos de geometría. Y esto no solo se detecta en nuestro autor anónimo (posiblemente Fray Francisco de Santa Bárbara), sino que hay una cierta tradición valenciana que va en este sentido, desde Vicente Tosca, inserta además en el mundo de la pre-ilustración (los novatores) y de la ilustración, tan propio de la segunda mitad del s XVIII.

LISTA DE REFERENCIAS

- Calvo, J. 1999. *Cerramientos y trazas de montea de Ginés Martínez de Aranda*. Tesis doctoral. Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Navarro, P. 2018. *Arcos, bóvedas de arista y bóvedas aristadas de cantería en el círculo de Francesc Baldomar y Pere Compte*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Orellana, A. 1791. *Valencia antigua y moderna*. Edición moderna de Acción bibliográfica valenciana, de 1923.
- Palacios, J.C. 2003. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español*. Madrid: Munilla-Leria.
- Rabasa, E. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del Siglo XIX*. Madrid: Akal Textos de Arquitectura.
- Rabasa, E. 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. Palma de Mallorca: Col.legi Oficial d'Arquitectes de les Illes Balears.

Tratados

- Alviz, P de. ca. 1550. *Dibujos de trazados arquitectónicos (manuscrito)*. Biblioteca Nacional de España. Madrid. MSS/12686.
- L'Orme, P de. 1567. *Le premier tome de l'architecture* (primera edición). París.
- Guardia, A de. *Dibujos manuscritos de arquitectura en libro* (impreso en Venecia. 1568) Biblioteca Nacional de España, Madrid. ER/4196
- San Nicolás, L. 1639. *Arte y uso de Arquitectura*. Madrid.
- Jousse, M. 1642. *Le secret de l'Architecture*. París.
- Vandelvira, A. 1646. *Libro de cortes de cantería* (manuscrito) Biblioteca Nacional de España, Madrid. MSS/12719.
- Portor y Castro, J. 1708. *Cuaderno de arquitectura de Juan de Portor y Castro* (manuscrito). Biblioteca Nacional de España, Madrid. MSS/9114.
- Tosca, V. 1727. *Compendio Mathematico. Tomo V. Tratado XIV de la arquitectura civil. Tratado XV de la montea y cortes de cantería*. Valencia.

Evolución de la arquitectura habitacional histórica al poniente de la Ciudad de México, en los inicios del siglo XX

Ana Miriam Roldán Garcés

Aunque el centro histórico de la Ciudad de México constituye el sitio patrimonial de mayor importancia por su gran cantidad de elementos urbano arquitectónicos, con periodos históricos que se extienden desde su fundación prehispánica hasta el periodo novohispano, existen otras zonas relevantes que aparecen durante la segunda mitad del siglo XIX, cuyo origen se deriva de la alta demanda de zonas habitacionales, generando un crecimiento de la Ciudad de México que inicia su urbanización hacia el poniente de la Ciudad.

Fue así como los fraccionamientos urbanizaron la periferia de la Ciudad de México, durante la segunda mitad del siglo XIX y en los comienzos del XX, configurando un contexto urbano con características propias que representaron el estilo arquitectónico de la sociedad del Periodo Porfirista y el periodo revolucionario. Estas construcciones se muestran como testimonio del pasado evidenciando los aspectos económicos, culturales y sociales de los habitantes de esa época en la Ciudad de México, así como la influencia de culturas extranjeras que dieron como consecuencia la transformación de la arquitectura habitacional tradicional. (Chanfon Olmos y Vargas Salguero 1998, 15)

Otros factores de cambio en la arquitectura habitacional de esa época fueron los eventos históricos que se desarrollaban en México. A mediados del siglo XIX en el periodo durante el gobierno del presidente Benito Juárez, se promulgan las leyes de reforma te-

niendo como una de las consecuencias la expropiación de los bienes de la iglesia, que ocurrió en lo que hoy es el casco antiguo de la Ciudad de México. Por otro lado, a nivel internacional el avance de la tecnología, los descubrimientos de la época y las nuevas formas de producción dieron lugar a la Revolución Industrial del siglo XIX en Europa. En México nuevos materiales y sistemas constructivos producto de la revolución industrial europea, fueron utilizados en la creación de una nueva arquitectura habitacional representaba la modernidad.

ANTECEDENTES URBANO ARQUITECTÓNICOS

Se considera conveniente revisar los antecedentes arquitectónicos que contribuyeron a la transformación de la arquitectura habitacional en los inicios del siglo XX. Son parte fundamental en el análisis de la arquitectura habitacional anterior al siglo XX los planos constructivos en los que se identifican los partidos arquitectónicos y las transformaciones que debido a las necesidades de la sociedad se iban implementando a través de los años. Los planos arquitectónicos fueron documentos básicos para obtener información sobre las características arquitectónicas de las edificaciones habitacionales en los siglos XVI y XVII, debido a las constantes inundaciones que sufría la Ciudad de México y cuyas edificaciones colapsaron.

Con los planos arquitectónicos de los siglos XVI y XVII fue posible identificar que en los inicios del periodo novohispano después de la conquista en el siglo XVI, se originó una mezcla de los dos sistemas constructivos: el de la vivienda prehispánica y el sistema constructivo de la vivienda española bajo la influencia europea de la domus o casa romana cuya característica principal la constituye el patio central al descubierto como el elemento principal de distribución de las habitaciones al interior de la vivienda. «En el siglo XVI, la vivienda fue realizada con base a dos antecedentes constructivos, la vivienda prehispánica y la española. De estas edificaciones no existen ejemplos en la actualidad, ya que estas desaparecieron por las inundaciones que sufrió la Ciudad.» (González Avellaneda 1988, 18)

De acuerdo con el autor (González Avellaneda 1988, 18) en el siglo XVII se comprueban cambios en los partidos arquitectónicos de las casas señoriales, sin embargo, el patio, aunque muchas veces no se situaba al centro de la vivienda continúa siendo el conector entre los distintos espacios habitables al interior de la vivienda.

Asimismo, las fachadas del siglo XVII contaban con un trabajo más ornamental que en el siglo anterior utilizando el estilo europeo del Barroco como una tendencia nueva, así lo cita el autor «La Nueva España inventa su propio sueño de modernidad y adopta como estilo artístico trascendente al Barroco.» (De Anda 2013). De estos edificios se encuentran ejemplos con intervenciones de épocas posteriores, por lo que nuevamente los planos arquitectónicos se consideran la fuente principal de información para documentar la arquitectura habitacional de dicho siglo. Ya para el siglo XVIII se identifican varios partidos arquitectónicos, que se clasifican en las siguientes tipologías con relación al tamaño y nivel socioeconómico de sus habitantes, Residencia Señorial o palacio, casa sola, par de casas, vecindad y la casa de entre suelo o tasa y plato. (González Avellaneda 1988, 19,26)

Se retoma para este artículo la tipología arquitectónica habitacional de la casa sola del siglo XVIII cuya característica principal consistió en el patio principal, un espacio abierto donde se realizaban las actividades de la vida familiar, el juego de los niños, la lectura, el cuidado de las plantas, los baños de sol, el aire libre y aunque en muchas ocasiones no era central, casi siempre contaba con una geometría basada en el cuadrado. El Patio es uno de los elementos

arquitectónicos que, a pesar de los cambios en los partidos arquitectónicos, va a permanecer como una característica de la casa habitación mexicana.

En lo que se refiere a lo urbano la Enciclopedia de la Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicano (Chanfon Olmos y Vargas Salguero 1998) menciona que durante el periodo del siglo XVI a la segunda mitad del siglo XVIII el crecimiento de la Ciudad de México fue pausado. En los inicios de la época novohispana la zona poniente fue destinada para huertas por el Conquistador Hernán Cortés, mientras que se designó al alarife Alonso García Bravo el diseño de la traza urbana de la Ciudad de México en los primeros años después de la conquista, sin embargo los terrenos al no ser suficientes se inician los trabajos para desecar el lago en la zona norte y poniente en el año de 1545 que posteriormente después de 300 años alrededor del año 1856 se urbanizaría para zonas habitacionales, (Orozco Loreto, y otros 1994). Sin embargo, en las últimas décadas del siglo XVIII se inicia un crecimiento desordenado en la zona antes mencionada, no obstante, en las primeras décadas del siglo XIX con los cambios sociales y políticos, así como el fin del virreinato y los inicios de la república nuevamente se da una pausa en el crecimiento de los suburbios de la Ciudad. Siendo hasta finales de la segunda mitad del siglo XIX que inicia un avance significativo en la urbanización. (Chanfon Olmos y Vargas Salguero 1998, 133)

Los trabajos de urbanización en la zona antes desecada al norponiente de la Ciudad de México se inician en el año de 1856 fraccionando los terrenos propiedad de los hermanos Flores quienes ponen a la venta los predios que darían origen a los Barrios conocidos en la Ciudad de México con los nombres de Colonia Guerrero, Buenavista, San Rafael y Santa María la Ribera. Este es el momento que dio origen a la mancha urbana con el crecimiento de la Ciudad de México. En el siguiente apartado se analiza cómo la arquitectura habitacional se transforma como consecuencia de estos episodios históricos.

ACONTECIMIENTO HISTÓRICO NACIONAL. LAS LEYES DE REFORMA TRANSFORMAN LA ARQUITECTURA HABITACIONAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO

En la primera mitad del siglo XIX continúa el patio central como característica principal del partido archi-

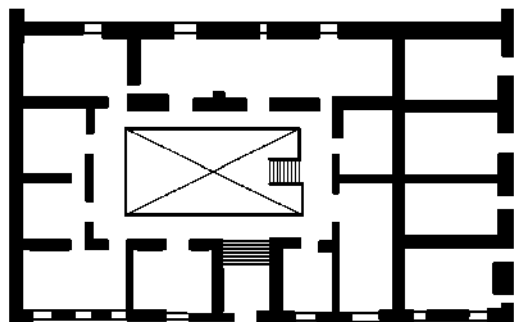


Figura 1
Esquema de una Planta Arquitectónica que muestra el patio central con claustro en el partido arquitectónico de la casa Novohispana. (Imagen reproducida de la Revista Academia XXIII año 6 número 11. México, mayo 2015. Dibujo: Ana Miriam Roldán Garcés)

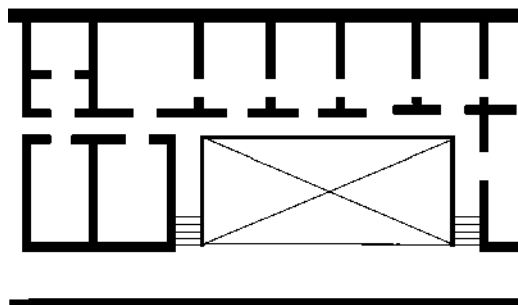


Figura 2
Esquema de una Planta arquitectónica que muestra la transformación del partido arquitectónico a la planta de medio claustro o planta de alcayata. (Imagen reproducida de la revista Academia XXII año 6 número 11. México mayo 2015. Dibujo: Ana Miriam Roldán Garcés)

tectónico de la casa habitación. En el siglo XIX la arquitectura habitacional se transforma de forma importante por primera vez como consecuencia de los cambios políticos, sociales y culturales en el país. Es en la segunda mitad del siglo XIX que inician las transformaciones con los hechos políticos de las Leyes de Reforma y la expropiación de los bienes del clero que dan como resultado la refuncionalización arquitectónica, llamada así por el autor (Chanfon Olmos y Vargas Salguero 1998) debido a que los bienes del clero que consistían en iglesias, monasterios y conventos al ser expropiados cambian su función y en el caso de los conventos estos fueron utilizados como viviendas llamadas vecindades con cuartos redondos, «cuartos redondos... en el mismo espacio se cocinaba, comía y dormía...» (Chanfon Olmos y Vargas Salguero 1998) generando un aumento en la densidad de población. Ante esta situación las clases sociales con un mayor nivel adquisitivo salen del casco histórico de la Ciudad de México por primera vez.

En consecuencia, ante esta demanda de vivienda se fundan los barrios al poniente de la Ciudad de México distribuyéndose paulatinamente a lo largo de la Avenida Puente de Alvarado hasta llegar a Tacuba, que actualmente es llamada México Tenochtitlán. La habitabilidad se expande a otras zonas del valle de México ocupando los terrenos que fueron desecados al norponiente de la Ciudad de México en el año de 1545. En 1856 se inicia el fraccionamiento y la urbanización sobre los terrenos de

ranchos y haciendas de lo que fueron los Barrios llamados Colonia Guerrero, después la de los Arquitectos que hoy es el Barrio llamado San Rafael y el Barrio de Santa María la Ribera terminando su trazo en el año de 1890 con un total de 56 manzanas dentro de una traza reticular, uno de los más representativos de la transformación a la modernidad de la época. (Orozco Loreto, y otros 1994)

Mientras tanto las casas señoriales del casco antiguo del centro histórico de la Ciudad fueron abandonadas por sus propietarios para salir a poblar otras zonas en busca de la modernidad surgiendo uno de los suburbios con estas características, a saber, el Barrio de Santa María la Ribera siendo el primer fraccionamiento, en el que la lotificación desde sus inicios se dio con un frente angosto de 10 a 14 m por la cual razón el patio central o el espacio abierto con un claustro alrededor, que distribuía a las habitaciones cerradas, empieza a transformarse. «En la Santa María, la forma rectangular que desde el origen ya tenían los lotes... fue un factor inicial pero decisivo en la determinación del cambio en el partido arquitectónico. El frente angosto con medidas de 10 a 14 metros en la gran mayoría de los predios limitaba de inicio las posibilidades del patio central.» (Boils, 2005)

Cambia el modo de vida generando nuevos espacios en el partido arquitectónico y su diagrama de funcionamiento introducido desde la conquista y que consistía en el patio central interior rodeado por un claustro, como distribuidor de los espacios cerra-



Figura 3

Fotografía de la Tipología de la Casa Mexicana con la composición de tres vanos adintelados con portón y friso de cantera como remate. La ornamentación en los remates y friso de cantera y en la parte inferior termina con un rodapié. (Imagen de la autora)

dos alrededor de este, se transforma en un patio lateral con un medio claustro como distribuidor de las habitaciones. El autor (Boils 2005) explica que en estos fraccionamientos cuya lotificación con un frente de 14 m de ancho el programa arquitectónico era muy variable, con espacios habitables y espacios de servicio áreas ajardinadas independientes al área construida.

La planta arquitectónica transformada dio lugar a un partido arquitectónico originado en la Ciudad de México debido a las condiciones antes mencionadas, por lo que la autora (Segurajáuregui 2016) clasifica a arquitectura habitacional histórica con la tipología de residencia mexicana, y en el barrio de Santa María la Ribera se encuentra un porcentaje mayor que en cualquier otra parte de la Ciudad de México de esta tipología arquitectónica habitacional.

Dicho partido arquitectónico de la casa mexicana dio lugar a una solución de vivienda que se adaptó al poder adquisitivo de la clase media, funcional, con buena distribución de los espacios interiores y un área descubierta que proporcionaba buena iluminación, asoleamiento y ventilación.

el área cubierta de la vivienda tenía que adosarse a uno de los linderos y aprovechar en lo posible el frente del terreno para extenderse sobre él. De este modo el área descubierta proveía el máximo de asoleamiento y ventilación posible, se trataba de una muy atinada distribución

que, de la manera más económica lograba satisfacer el programa arquitectónico de la familia porfirista. (Chanfon Olmos y Vargas Salguero 1998)

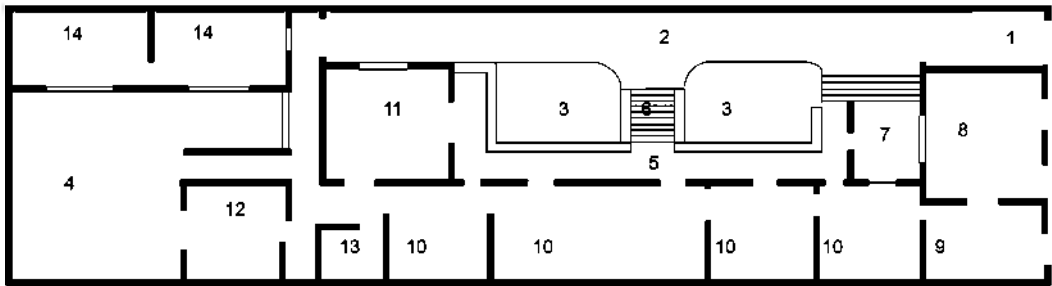
La fachada de este tipo de arquitectura habitacional se reconoce porque siempre presenta una constante de un nivel con dos o tres vanos adintelados, con un portón en la composición de la fachada principal y en la parte superior remataba con uno o varios pretiles con cornisa de cantera, en la base un rodapié casi siempre de recinto con orificios que tienen la función de ductos de ventilación y en el caso de existir un sótano también cumplen con la función de iluminar. (Roldán Garcés 2019)

Desde otra área de la investigación la decoración de la fachada dependía de la capacidad económica del propietario para invertir en ella. La decoración u ornato evidenciaba el nivel económico de las familias de esa época. La composición exterior se lee como una masa compacta, que acentúa la imagen de intimidad. (Segurajáuregui 2016, 29)

La casa mexicana llamada así en este artículo fue mencionada por varios autores con diferentes palabras, se llamó Residencia Mexicana por Elena Segurajáuregui, casa de medio claustro por Guillermo Boils y casa de alcayata o casa en c o casa con planta señorial con sótano por el autor Vicente Martín Hernández. (Roldán Garcés 2019)

En el partido arquitectónico el patio se sitúa de forma lateral y se conserva un medio pórtico el cual tenía la función de distribuir las habitaciones siempre con escalinatas que subían el nivel de la vivienda que en esta tipología correspondió a un nivel. Se aprecia la tradición mexicana hasta estos años de mantener actividades al aire libre a la vez que se interioriza la vivienda, la pequeña fachada resguarda la intimidad y no permite la visualización de los espacios. (Ver Figura 4).

Además de estas transformaciones que tienen que ver con la composición arquitectónica del partido y de la fachada principal en el siguiente subtítulo se presentan las intervenciones tecnológicas en el sistema constructivo de la casa habitación. Con estos análisis se justifica la conservación arquitectónica de este patrimonio inmueble, así como su catalogación y custodia por los organismos nacionales como el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura (INBAL).



Planta Señorial con Sotano:

1. Acceso 2. Patio lateral 3. Jardín 4. patio de servicio 5. Terraza 6. Escaleras 7. Recibidor 8. Sala 9. Despacho 10. Recámaras 11. Comedor 12. Cocina 13. Baño 14. Habitaciones de servicio.

Figura 4

Planta arquitectónica de la distribución de una casa habitación con la tipología de casa mexicana. Llamada Casa Señorial con sótano por Vicente Martín Hernández. (Fuente (Martín Hernández 1981). Dibujo: Ana Miriam Roldán Garcés)

ACONTECIMIENTO HISTÓRICO INTERNACIONAL. LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL EUROPEA DEL SIGLO XIX EVOLUCIONA LA ARQUITECTURA HABITACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO

En la segunda mitad del siglo XIX, aunado a las transformaciones arquitectónicas en el partido arquitectónico de la arquitectura habitacional que se presentaron en estos barrios y particularmente en el de Santa María la Ribera, también aparecieron los cambios tecnológicos en la vivienda, estos avances fueron consecuencia del auge de la Revolución Industrial tanto en Europa como en los Estados Unidos es entonces cuando se importan conceptos como la modernidad a la Ciudad de México.

La Revolución Industrial representó una etapa de descubrimientos tecnológicos y el desarrollo de la producción industrial que sostiene una actividad continua, de tal forma que los inventos tecnológicos, los nuevos objetos de producción masiva, y las nuevas jornadas de trabajo en las fábricas, se manifiestan en profundas transformaciones en la vida cotidiana de las sociedades. Estas transformaciones sociales a su vez cambian las necesidades de los pobladores y en la Ciudad de México en el barrio de Santa María la Ribera se adopta por primera vez la influencia de la Revolución Industrial Europea tanto a un nivel arquitectónico por medio de los nuevos materiales y los innovadores sistemas constructivos, como a nivel urbano con en las redes de servicios que representaban

la modernidad. En seguida se describen los cambios que experimentó este Barrio de Santa María la Ribera actualmente considerado un Barrio Histórico.

A finales del siglo XIX y principios del XX la ciudad de México experimentó grandes cambios tales como la expansión de la mancha urbana – con la creación de colonias como Santa María la Ribera, - y el rápido desarrollo industrial, que además de requerir espacios, modificó la dinámica social y el paisaje urbano. (Martínez 2014)

Los nuevos materiales y sistemas constructivos que sustituyen a los sistemas constructivos utilizados con materiales como la cantera para las columnas, las vigas de madera para las traveses y sillares de tepalcates o ladrillo utilizados en la época del Virreinato fueron sustituidos por los materiales innovadores surgidos en la revolución industrial como el acero, el cristal y los tabiques elaborados de forma industrial. El material que representó la modernidad fue el hierro fundido que se utilizó en el diseño de rejas, balcones barandales, en ménsulas para sostener cubiertas con vidrio, o en columnas de acero de una sola pieza desde la base hasta el capitel. (Iello Peón 2015).

Se utilizaron como material nuevo el hierro en las estructuras arquitectónicas, pero también en los recubrimientos y acabados se utilizaron por primera vez materiales como los mármoles italianos, granitos nórdicos, bronce y vidrios.

El sistema constructivo innovador de esta época en la arquitectura habitacional, utilizado en las losas su-

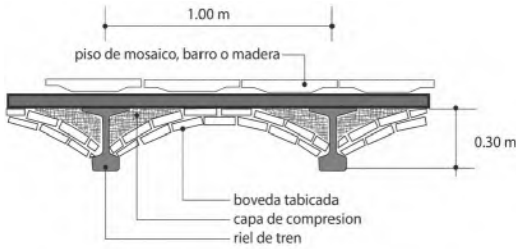


Figura 5
Detalle estructural de la bóveda catalana tabicada, sistema estructural importado de la Revolución Industrial Europea como tecnología innovadora. (Dibujo: Ana Miriam Roldán Garcés en (González Avellaneda 1988))

periores o de entrepiso fue la bóveda catalana, se construía mediante bóvedas de dos tipos, mediante ladrillo unido con mortero y por otro lado utilizando láminas de zinc ambas sostenidas con viguetas de hierro. En muchas ocasiones realizaban las funciones de las viguetas de acero los rieles del ferrocarril, debido a que en este periodo de gobierno llamado el Porfiriato se inició la red ferroviaria como un medio de transporte nuevo en el territorio mexicano. Otros materiales que también se utilizaron fueron el recinto en forma de sillares y la chiluca para las jambas y dinteles enmarcando los vanos en las fachadas, mientras que los muros de lindero y divisorios se construían de tabique. A continuación, se muestra un esquema de la bóveda catalana en este caso enladrillada. (Ver Figura 5).

Sus muros se levantan de tabique; para los entrepisos se emplearon las vigas de hierro con bóvedas catalanas o bovedillas de concreto. Las fachadas se recubrieron con sillares de recinto para darle el carácter ecléctico renacentista o de chiluca para las jambas y dinteles de las ventanas combinada con aplanados finos. (Chanfon Olmos y Vargas Salguero 1998)

Cabe mencionar que la tipología arquitectónica de la vivienda unifamiliar llamada casa mexicana o casa de medio claustro mencionada en el punto anterior, fue la primera en construirse a finales del siglo XIX y la que más predios ocupó en el Barrio de Santa María la Ribera, por lo tanto, este ejemplo de arquitectura habitacional patrimonial contiene información histórica relevante debido a que fue la primera tipología en construirse. Conforme fue avanzando el tiempo y la importación de nuevas tecnologías se au-

mentaron pisos a las viviendas unifamiliares y surgieron también las viviendas plurifamiliares. (Chanfon Olmos y Vargas Salguero 1998)

A nivel urbano estos barrios que iniciaron el fraccionamiento de los terrenos al poniente de la Ciudad de México introdujeron por primera vez sistemas urbanos de abastecimiento de agua, drenaje, iluminación y telecomunicaciones. Por lo tanto, la modernidad también significó que las casas unifamiliares o casas solas, como la casa mexicana, contaran con la integración de las instalaciones sanitaria e hidráulica, gas, calentador e iluminación eléctrica.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que, debido al acontecimiento histórico nacional de las Leyes de Reforma y la expropiación de los bienes del clero, durante el periodo de gobierno del presidente Benito Juárez, se origina la refuncionalización de la arquitectura religiosa a un uso habitacional, con la consecuencia en el aumento de la densidad de población y el hacinamiento, así como la falta de higiene y organización. Esta circunstancia propició la búsqueda de nuevas opciones de vivienda fuera del casco histórico de la Ciudad de México por las clases sociales con mayor nivel económico y por consiguiente ante esta demanda, la creación de los nuevos desarrollos habitacionales o fraccionamientos que se construyeron en un intervalo del tiempo iniciando en el año de 1856 consolidándose en las primeras décadas del siglo XX, urbanizando los barrios históricos al poniente de la Ciudad de la Ciudad de México en los cuales se llevan a cabo las importantes transformaciones de la arquitectura habitacional tanto a nivel arquitectónico como a nivel urbano. A este suceso histórico se le une la Revolución Industrial, hecho histórico a nivel internacional que consolida las transformaciones arquitectónicas de la arquitectura habitacional de esta época.

En el escenario internacional el evento histórico de la Revolución Industrial Europea introduce a México los nuevos materiales y sistemas constructivos. Por primera vez el sistema constructivo adoptado desde la conquista española a base de vigas de madera, columnas de cantera y sillares de tepetate, es sustituido por la bóveda catalana con materiales innovadores como el hierro y los tabiques industrializados en fábricas. Este sistema constructivo innovador se utilizó

en la arquitectura habitacional de los nuevos fraccionamientos que hoy son considerados Barrios Históricos al poniente de la Ciudad de México como un testimonio de las transformaciones de la arquitectura habitacional.

LISTA DE REFERENCIAS

- Boils, Guillermo. 2005. *Pasado y presente de la Colonia Santa María la Ribera*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Chanfon Olmos, Carlos, y Ramón Vargas Salguero. 1998. *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos*. Ciudad de México: UNAM Fondo de Cultura Económica.
- De Anda, Enrique X. 2013. *Historia de la Arquitectura Mexicana*. Barcelona: Gustavo Gilli.
- González Avellaneda, Albert. 1988. *Manual Técnico de Procedimientos para la rehabilitación de monumentos*. Ciudad de México: INAH.
- Martín Hernández, Vicente. 1981. *Arquitectura Domestica de la Ciudad de México (1890 - 1915)*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, Laureana. 2014. Santa María la Ribera y sus Fábricas. *Gremium 1*.
- Orozco Loreto, Guillermo, Miguel León Portilla, Carlos Román Celis, Salvador López Negrete, Eduardo Matos Moctezuma, y Hector Manuel Romero. 1994. *Enciclopedia Temática de la Delegación Cuauhtémoc*. Ciudad de México; Delegación Cuauhtémoc, Academia Ciudad de México, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.
- Roldán Garcés, Ana Miriam. 2019. Santa María la Ribera, Patrimonio Arquitectónico de la Ciudad de México. *Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingeniería*: 32-36.
- Segurajáuregui, Elena. 2016. *Guía de la Colonia Juárez inventario de un patrimonio*. Ciudad de México: Dirección de Arquitectura y Conservación del Patrimonio Artístico inmueble del INBA, UAM XOCHIMILCO.
- Tello Peón, Berta. 2015. Nuevas colonias, nuevos espacios. La vivienda en Santa María la Ribera. *Academia 22*: 41-57.

Evolución de sistemas constructivos de finales del siglo XIX a principios del XX en Yucatán, México

Manuel Arturo Román Kalisch

Un período histórico trascendental en el desarrollo y modernización de México en general y de Yucatán en particular fue el Porfiriato, período comprendido entre las décadas de los 70 del siglo XIX y la primera del siglo XX. La llegada al poder de Porfirio Díaz significó un período de paz y tranquilidad en el país que derivó en cambios y transformaciones sociales, económicas y por supuesto tecnológicas que marcaron el rumbo del país hacia la modernización. Este proceso se vio reflejado en la estabilidad de la moneda, la llegada de las inversiones extranjeras, la consolidación económica a través del desarrollo de la banca privada y del inicio de la producción industrial, así como de la expansión del ferrocarril a nivel nacional y el intercambio comercial de productos y materias primas con países extranjeros (Katzman 1993, 17-19). Las manifestaciones urbano-arquitectónicas y tecnológicas de este período modernizador se decantaron en la transformación y desarrollo de la espacialidad urbana, de la infraestructura urbana y en la construcción de edificios de diversos géneros arquitectónicos que propiciaron la nueva fisonomía de las ciudades con rasgos y características modernos (Menéndez 1995: 115 y ss). La producción arquitectónica y urbanística fue desarrollada dentro del marco ideológico liberal del Porfiriato, con conceptos tales como identidad nacional, modernidad, salubridad, educación, vías de comunicación y el cambio de la ciudad clerical a la liberal; esto derivó en la renovación de la infraestructura, expansión de las ciudades, así como

la refuncionalización de los espacios existentes y las nuevas condiciones materiales, a partir de la renovación de la técnica constructiva y la utilización de nuevos materiales de construcción en la edificación de géneros arquitectónicos de salud, educación, vivienda, comercios, abasto, administración, seguridad, justicia, hoteles, recreación y culto religioso (Chanfón 1998: 109-512).

La importación de productos industrializados como el hierro y el cemento propiciaron cambios en la tecnología constructiva y sus componentes como los sistemas, materiales y procedimientos constructivos que se habían mantenido prácticamente sin transformaciones desde finales del período virreinal de principios del siglo XIX hasta el inicio del Porfiriato. En ese sentido, el objetivo de este trabajo es el de establecer la evolución de los sistemas constructivos a partir de los sistemas tradicionales provenientes de la herencia virreinal hasta la utilización de nuevos sistemas constructivos basados en materiales industrializados, identificando los diversos elementos constituyentes de ambos sistemas constructivos de edificaciones de diversos géneros arquitectónicos como salud, educación, administración, comercial y vivienda. En este desarrollo se plantearán dos procesos, el primero referente a la sustitución de sistemas y materiales percederos por industrializados y, el segundo a la integración de elementos y sistemas constructivos de procedencia virreinal con otros elementos provenientes de la nueva tecnología constructiva industrializada.

Este enfoque permitirá complementar y consolidar la investigación histórica constructiva porfiriana de que quien esto escribe fue desarrollada durante la primera década del siglo XXI y retomada a inicios de esta tercera década. En ese sentido, sobre trabajos anteriores relativos a la tecnología de la construcción porfiriana se encuentra uno en el que se establecen las generalidades del desarrollo tecnológico urbano-arquitectónico en la ciudad de Mérida, Yucatán durante el Porfiriato; fue descrito el proceso de desarrollo de la infraestructura urbana principalmente en lo referente a las obras de pavimentación y embanquetado; y, se plantearon algunas cuestiones sobre los materiales de construcción y sus usos así como los trabajos edilicios de algunos profesionales de la construcción (Román 2008: 6-19). En lo referente a plantear la tecnología constructiva porfiriana y sus componentes como una tecnología de transición fueron analizados particularmente los materiales tradicionales e industrializados y su utilización en diferentes edificios de equipamiento (Román 2007). Otro estudio trata sobre la tipología constructiva de la arquitectura escolar porfiriana en el que se esbozó el panorama ideológico y tecnológico que propició la edificación de decenas de escuelas en el estado de Yucatán, así como se estableció la caracterización de elementos estructurales y constructivos observados en tres diferentes etapas constructivas que englobaron a las edificaciones escolares (Román 2013). En otro trabajo fue analizada una muestra de edificios de equipamiento civil en la ciudad de Mérida, Yucatán, construidos durante el período de 1880 a 1910 en el que se destacaron sus características arquitectónicas y constructivas, así como la participación en los proyectos, supervisión y ejecución de las obras por parte de ingenieros y arquitectos (Román 2023).

Otras investigaciones tecnológicas del mismo período de estudio que aportan datos importantes sobre los sistemas y materiales constructivos, obtenidos de fuentes primarias hemerográficas, son las trabajadas por Rubén Vega. En su tesis de maestría este autor plantea el desarrollo de la industria de la construcción porfiriana analizando los diferentes materiales de construcción regionales e industrializados que existían en el mercado constructivo y que fueron utilizados en la edificación de las haciendas henequeneras yucatecas, trata sobre sus modos de producción, características particulares, costos, etc., así como plantea las características y cualidades de la mano de obra y sus

diferentes categorías de trabajo y de los profesionales de la construcción que ofrecían sus servicios en el medio (Vega 1996). Así mismo, Vega (1997: 1-16) trata en otro trabajo sobre la introducción en Yucatán, en los primeros años del siglo XX, del sistema constructivo del concreto armado de la patente *Hennebique* con la edificación en la ciudad de Mérida de una ferretería de tres pisos construida totalmente con este sistema que fue novedoso en la región y de introducción incipiente en el centro del país.

PANORAMA POLÍTICO, ECONÓMICO Y TECNOLÓGICO

En México las primeras ocho décadas del siglo XIX se caracterizaron en los ámbitos político y económico como una época de grandes convulsiones y luchas de poder entre las distintas facciones políticas. Este fue un período de gran inestabilidad política que propició un estancamiento tanto en lo económico como en lo tecnológico. La agitación política, los largos períodos de guerra y pocos años pacíficos, períodos alternados de pobreza y bonanza, reflejaron el auge y descenso de las obras arquitectónicas, así por las leyes de nacionalización de los bienes del clero se paralizó la construcción de iglesias y por otra parte se creó el Banco del Avío y se intensificó la construcción de fábricas (Katzman 1993: 17-19). En Yucatán, la refuncionalización de edificios coloniales permitió la instalación de nuevas escuelas laicas y religiosas a nivel primaria y de instituciones como la Universidad Literaria, la Academia de Ciencias y Literatura, entre otras (Bolio 1977: 104-111) así como, edificios administrativos y de servicios. Más adelante, en el país fueron construidos edificios de aduanas, mercados, alhóndigas e instalaciones militares; las relaciones y formas sociales de producción se modificaron, entre otras: capitalismo y proceso de manufacturas y el control de las actividades constructivas por la Real Academia de San Carlos (Lira 1990: 119-120). Hasta mediados del siglo XIX la continuidad de las instituciones coloniales como los regímenes de tierra y trabajo y la economía basada en la agricultura y la minería propiciaron la continuidad de la arquitectura virreinal clásica-renacentista; en los siguientes años se efectuó un cambio ideológico y conceptual hacia el liberalismo, las libertades individuales y el rechazo a la tradición colonial que preparó el camino hacia la arquitectura ecléctica característica del período porfiriano (Katzman 1993: 21).

Con la llegada de Porfirio Díaz al poder se efectuó un cambio económico y una aparente estabilidad política y social que propició el nacimiento de la arquitectura porfiriana y su tecnología constructiva a través de un mayor contacto con Europa y los Estados Unidos que permitió conocer a estas sociedades y diversas pautas morales, artísticas y tecnológicas (Lira 1990: 151-152). La importación de materiales industrializados como el hierro, el acero y el cemento desde Estados Unidos y Europa revolucionó a la tecnología constructiva de herencia colonial que había permanecido casi sin cambios durante la mayor parte del siglo XIX. En Yucatán con el boom henequenero fueron creados nuevos géneros arquitectónicos de industria y servicios para satisfacer la demanda de la creciente industria henequenera. Fueron importados motores, maquinaria y equipo para las desfibradoras de henequén y la industria azucarera, así como locomotoras y carros de ferrocarril y rieles metálicos (Suárez 1977: 66-67) algunos tipos de rieles fueron utilizados en las techumbres de edificios. A inicios del siglo XX, con las condiciones técnicas necesarias en el país para fabricar y suministrar cemento y acero, a través de cementeras como Cruz Azul y Tolteca fundadas en 1907 y 1909 respectivamente y la Fundidora Monterrey en establecida en 1900, se tuvo la capacidad de producir viguetas metálicas, rieles de acero y varillas (González Lobo, 1993: 323). En Yucatán, los nuevos materiales de construcción tuvieron que ser necesariamente traídos del norte y centro del país e importados del extranjero.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON MATERIALES TRADICIONALES

La tecnología constructiva colonial yucateca no sufrió prácticamente cambios en los sistemas, materiales y técnicas constructivas durante las primeras ocho décadas del siglo XIX. De esta manera los componentes constructivos de cimentaciones, apoyos y techumbres se convirtieron en componentes de una tecnología “tradicional” de herencia colonial por su durabilidad temporal y que fue utilizada en la edificación y refuncionalización de diversos géneros arquitectónicos.

En el caso de la refuncionalización de casonas de origen colonial o construidas en el siglo XIX para adecuarlas como escuelas, el sistema constructivo

observado en estos inmuebles estaba constituido por apoyos corridos y aislados de piedra y cantería, cerramientos curvos y rectos de piedra, y cubiertas planas de madera. Algunas de las casonas configuradas por este sistema constructivo fueron reutilizadas como escuelas en el interior del estado como, entre otros, en los poblados de Cacalchén, Tekit, Tepakán y Suma. Los componentes constructivos fueron muros de mampostería de piedra con aparejo semiordinario, en este caso si hubo una variante en la técnica del aparejo utilizado ya que en el período colonial el aparejo de los muros fue de hiladas rectas con cuatrapeo a cada dos hiladas; los capialzados utilizados en los vanos de las crujías fueron los rectos de piedra aparejada, en este caso, ya no fueron empleados los capialzados curvos de mayor grado de dificultad técnica como el de San Antonio, Marsella y el reglado; las columnas de cantería de tambor continuaron siendo del orden similar al tos-



Figura 1
Sistema constructivo tradicional con apoyos de mampostería de piedra y cubierta de rollizos con *bahpek* en la ex escuela primaria “Benito Juárez”, Tekit, Yucatán. 1886. (Archivo Sofía Ayora)



Figura 2
Sistema constructivo a base de estructura metálica en el edificio de máquinas de la ex Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica. (Archivo Arturo Román)

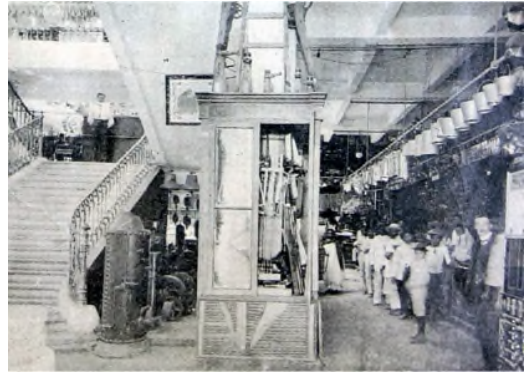


Figura 3
Sistema constructivo de concreto armado en el edificio de El Candado (*El mundo Ilustrado*, 8. Biblioteca Yucatanense Virtual, Fondo Reservado)

cano con tambores de longitudes desiguales y juntas mínima de mortero de cal; los arcos se fabricaron con piedra aparejada en los corredores; las techumbres fueron de rollizos de madera soportando un aglomerado de piedras y mortero de cal llamado *bahpek*, en algunos casos las techumbres eran de vigería y viguetillas complementados con canes y vigas de arrastre (Román 2013: 10).

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON MATERIALES INDUSTRIALIZADOS

Los sistemas constructivos configurados con materiales industrializados fueron el hierro y el concreto armado. En ambos casos existieron en Yucatán edificios construidos en su totalidad con estos sistemas. La introducción del hierro en Yucatán se remonta a mediados del siglo XIX con la fabricación de elementos ornamentales como ventanas, rejas, barandales y balcones entre otros elementos de hierro; es hasta la última década de ese siglo que el hierro se empieza a trabajar como elemento estructural en las construcciones; fue muy importante la importación de rieles para ferrocarril y de viguetas metálicas para techumbres; en la construcción de edificios se utilizaron estructuras metálicas como por ejemplo, las cúpulas de la escuela Primaria del barrio de Santiago y la del teatro José Peón Contreras, ambo edificios construidos en Mérida a princi-

pios del siglo XX; en 1883 se construye el primer muelle metálico en Progreso y en 1898 fueron construidas las estructuras metálicas para el conjunto de edificios de La Industrial y la Aduana Marítima de Progreso; en Mérida se construyeron a principios del siglo XX el segundo edificio de la ferretería El Siglo XIX con estructura metálica de tres niveles y el edificio de máquinas de la Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica (Vega 2012:131-143).

El sistema construido del concreto armado llegó a Mérida bajo el auspicio de la patente francesa *Betón Armé, Système Hennebique*. La ferretería El Candado fue el primer edificio de concreto armado construido con este sistema que en esa época fue llamado betón armado, todos los elementos estructurales de la edificación fueron desde los cimientos hasta el techo, inclusive columnas y entrepisos, con sobrecargas de 1,000 k/m², escaleras, son de concreto armado, también fueron construidas en la misma ciudad varias casas habitación y un tanque de agua (Rebolledo 1904). Fueron varios constructores los concesionarios de la patente francesa en Mérida, el Brigadier Ortiz Monasterio fue el concesionario en las obras de dos tanques de agua, uno de 250 m³ y el otro de 76 m; Rafael Quintero es el concesionario en la construcción de una casa habitación propiedad de Elías Amábilis y tres viviendas más propiedad de Olegario Molina, así mismo, fue el concesionario en la construcción del edificio de El Candado y de un tanque de agua de 76 m³ (Silva 2017: 312).



Figura 4
Vista de la estructura prefabricada de concreto armado a base de columnas, traveses y losas en el área comercial de la Ex ferretería Ritter & Bock (Archivo Arturo Román).

Un edificio donde fue conjugada la estructura metálica con la de concreto armado fue el de la ferretería Ritter & Bock, construida en 1906 por el Arq. Manuel G. Cantón, en donde el área comercial fue resuelta con columnas, traveses y losas prefabricadas de concreto armado, mientras que el área de servicios y almacenamiento se resolvió con elementos metálicos: columnas y vigas (Ancona y Riestra 1987: 61). Llama la atención que las traveses de concreto armado del área comercial están solucionadas como armaduras de alma abierta como son solucionados esos elementos metálicos.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MIXTOS

A pesar de la introducción y la utilización del sistema constructivo de concreto armado en los edificios arriba mencionados, no tuvo la aceptación y la apropiación por parte de los constructores en Yucatán, continuó prevaleciendo el sistema constructivo tradicional. De esta manera, en los géneros arquitectónicos habitacional y de equipamiento los cimientos, muros y cerramientos rectos y curvos continuaron construyéndose de piedra, mientras que en las techumbres sí se efectuó un proceso de sustitución de los elementos soportantes de madera por de los de hierro. Los rollizos y vigas de madera que se encontraban en mal estado fueron sustituidos por viguetas metálicas o rieles de Decauville que se encontraban ofertados en gran cantidad en el mercado de la construcción. Esta situación fue debido a que las especies madereras para la construcción escasearon por la tala

inmoderada del monte que se realizó para alojar a los campos de henequén de la floreciente industria henequenera, además por el consumo de leña necesario para alimentar los trenes de raspa del agave, los trapiches e ingenios de azúcar y las calderas de las máquinas del ferrocarril, así como la fabricación de los durmientes para las rieles, por todo esto resultaba más económico adquirir una vigueta metálica que una viga de madera (Suárez 1977: 209-210). En las techumbres, el *bahpek* que soportaban las viga o rollizos de madera y posteriormente las viguetas metálicas fue sustituido por concreto armado. Con esto fue configurado un sistema constructivo mixto con muros y cerramientos de piedra con techumbres de viguetas metálicas con concreto armado. En algunos casos, las techumbres mantenían las viguetillas de madera entre viga y viga metálica y en otros se mantenían las bovedillas de *bahpek*.

Este sistema constructivo lo podemos apreciar en varias edificaciones que fueron construidas en la primera década del siglo XX, como edificios gubernamentales, escolares y habitacionales. En las viviendas las techumbres fueron solucionadas con viguetas metálicas y *bahpek* o concreto armado, este elemento colocado al nivel bajo de las viguetas para obtener los plafones lisos, como se puede observar en los espacios interiores de la casa de Olegario Molina y la casa de las Cariátides construidas a fines de la primera década del siglo XX.



Figura 5
Techumbre de viguetas metálicas y concreto armado como solución de plafón liso en la casa de las Cariátides en Mérida donde también se observa la trabe mixta de viguetas metálicas soportando un conglomerado de piedras y mortero de cal, Yucatán. (Archivo Arturo Román).



Figura 6

Sistema constructivo mixto de apoyos corridos y cerramientos de piedra con techumbres de viguetas metálicas y *bahpek* al nivel bajo de las viguetas para lograr el plafón liso en el interior del Salón de Actos del Palacio de Gobierno. Foto: Autor.

El Palacio de Gobierno fue proyectado y presupuesto por el Ing. Olegario G. Cantón y construido entre los años 1883 y 1892 bajo la supervisión y dirección de obra del Director de Obras Públicas del estado Ing. David Casares (*Centenario del Palacio de Gobierno* 1992: 25). El sistema constructivo de las crujías del inmueble está basado en muros de carga y cerramientos rectos de mampostería de piedra con techumbres de viguetas de hierro y con entortado de *bahpek*; también con el objetivo de lograr plafones lisos en los espacios más importantes fue colocado el *bahpek* al nivel del lecho bajo de las viguetas. En los corredores interiores y exteriores, las arcadas de la planta baja están configuradas por pilares de sillares de cantería, mientras que las de la planta alta tienen columnas de cantería, en ambos casos, los apoyos aislados sostienen arcos de mampostería y las techumbres son de vigas y canes de madera.

Otro edificio gubernamental edificado con sistemas constructivos mixtos fue la Ex Penitenciaría Juárez construida, en una primera etapa entre 1887 y 1895, por el Ing. David Casares y ampliada en una segunda etapa por el Ing. Salvador Echagaray entre 1905 y 1906 (Montejo 1981: 163. Vega 2013: 78). En esta edificación en particular se pueden observar diferentes

variantes de techumbres y que hacen patente el desarrollo que tuvieron las cubiertas con la conjugación de materiales regionales e industrializados. Los elementos de los apoyos fueron muros, cerramientos rectos y arcos de mampostería de piedra, y columnas de cantería. En el primer cuerpo, la mayoría de los espacios tienen techumbres de rollizos de madera, mientras que el acceso tiene el plafón liso con ornamentación central y molduras perimetrales. La segunda crujía y las crujías de los corredores del primer cuerpo, así como el cuerpo de planta panóptica de las celdas exhiben techumbres de viguetas metálicas y viguetillas de madera, mientras que las cubiertas de los corredores de las celdas presentan la variante de viguetas metálicas con bovedillas de *bahpek*.

Una última variante de sistemas constructivos fue el de muros de carga de piedra con cerramientos y cubiertas de concreto armado. Este sistema se observa en el Palacio Federal iniciada la construcción por el Ing. Salvador Echagaray en 1905 y posteriormente reanudada y terminada por el Ing. Manuel Medina Ayora de 1907 a 1908 (Vega 2013: 78-80). Tanto los muros como las pilastras son de mampostería de piedra, mientras que los cerramientos, traveses y losas son de concreto armado. Los espacios con claros grandes



Figura 7

Sistema constructivo mixto de apoyos corridos de mampostería de piedra, apoyos aislados de cantería y cubiertas de vigas metálicas con viguetillas de madera y concreto armado en uno de los corredores de la Ex Penitenciaría Juárez. (Archivo Arturo Román).

fueron estructurados con columnas de fierro fundido, traveses y losas de concreto armado.

Al no ser apropiados los muros de concreto armado para la construcción de apoyos corridos, la mampostería de piedra continuó utilizándose como permanencia regional, así como los cimientos; además el material más económico para la construcción de muros siguió siendo la piedra tal como se indicó para la edificación de la escuela de Tekax (AGEY, Poder Ejecutivo 1903, caja 409). Las especificaciones para las escuelas públicas de Progreso indicaban que los cimientos debían de ser de forma trapezoidal, de cal y piedra caliza dura con trabazón y acuñadas las juntas con lajas y mezcla, mientras que los muros debían de ser de piedra con mezcla de cal y *sahcab* o arena limpia (AGEY, Instrucción Pública 1903, caja 417). Los cerramientos tuvieron otras variedades de materiales además de los de piedra y concreto, en la escuela de niños y niñas de Mejorada se observan algunas traveses hechas con una cama de viguetas metá-

licas sobre las que descansa un conglomerado de piedras y mortero de cal. En otros casos, como en las escuelas del Puerto de Progreso fueron especificados cerramientos de ladrillos de barro descansando en planchas de fierro que sirvieron también como amarres en los muros de mampostería de piedra, así mismo, fueron especificadas las mezclas por utilizarse en ellas:

Mezclas de cal y *sahcab* o arena limpia, lavada y sin vestigios de cloruro de sodio o sal marina, cal grasa de la localidad apagada en la misma obra con exceso de agua en artesa de madera y pasada por coladera de alambre de 1 cm, la lechada se dejará reposar 3 días y en estado pastoso se batirá con el *sahcab* o arena (AGEY, Instrucción Pública 1903, caja 417).

Soluciones constructivas particulares utilizando viguetas metálicas se pueden observar en la configuración de los balcones resueltos con las vigas metálicas en voladizo y el *bahpek* o el concreto entre viga y viga, solución que posteriormente fue sustituida con



Figura 8
Vista de áreas del actual Museo de la Ciudad del Ex Palacio Federal donde se observa la estructura a base de columnas de hierro fundido, traveses y losas de concreto armado (Archivo Arturo Román)

vigas de concreto armado en voladizo. Otra solución para configurar la ornamentación de las molduras fue el de colocar de manera longitudinal viguetas metálicas y relleno de piedras menores y mortero de cal apoyadas en vigas metálicas en voladizo.

CONCLUSIONES

Los sistemas constructivos basados en apoyos y cubiertas configuradas con materiales regionales, ante la introducción de materiales industrializados en el mercado de la construcción como el hierro y el concreto armado, se vieron inmersos en un proceso de sustitución de elementos en las cubiertas. Las vigas y rollizos de madera fueron sustituidos por viguetas



Figura 9
Detalle constructivo de la conformación de molduras y las piedras aparejadas en el cerramiento curvo en uno de los espacios de servicios de la Ex Penitenciaría Juárez (Archivo Arturo Román).

metálicas y rieles Decauville por ser más duraderos y económicos, el complemento del entortado de *bahpek* cedió su lugar al concreto armado; estas cubiertas mixtas más adelante fueron sustituidas por losas de concreto armado apoyadas en traveses del mismo material. Los cerramientos de mampostería de piedra cedieron su lugar a los cerramientos de concreto armado. Los muros de mampostería de piedra continuaron utilizándose por ser más económicos y tener menor grado de dificultad en su ejecución que los muros de concreto armado que requirieron de mano de obra, herramientas y equipo especializado. Todo esto dio como resultado una tecnología constructiva porfiriana basada en sistemas constructivos mixtos con materiales regionales e industrializados que caracterizó a la mayoría de las edificaciones de este período histórico de la arquitectura yucateca.

LISTA DE REFERENCIAS

- Ancona, R y Riancho, R. Arquitectura y urbanismo en Mérida durante el porfiriato en Mérida. *Cuadernos de Arquitectura de Yucatán*, 1, 54-67.
- Archivo General del Estado de Yucatán (AGEY). (1903) Fondo: Poder Ejecutivo, Sección: Fomento, caja 409.
- Bolio, E. (1977). Historia de la educación pública y privada hasta 1910. En *Enciclopedia Yucatanense*, t. IV, 79-195. Mérida: Gobierno de Yucatán.

- Centenario del Palacio de Gobierno*. (1992). Mérida, Yucatán: Gobierno del Estado.
- Chanfón, C. (1998). *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos*, v. III, t. II. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica.
- González Lobo, C. (1996). "Las nuevas tecnologías". En *La arquitectura mexicana del siglo XX*, editado por F. González Gortázar, 377-406. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.
- Katzman, I. (1993). *Arquitectura del siglo XIX en México*. 2ª ed. México: Trillas.
- Lira, C. 1990. *Para la historia de la arquitectura mexicana*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Menéndez, H. (1995). *Iglesia y poder. Proyectos sociales, alianzas políticas y económicas en Yucatán (1857-1917)*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Editorial Nuestra América.
- Montejo, F. (1981). *Mérida en los años veinte*. Mérida: Maldonado.
- Rebolledo, M. (1904). *El betón armado sistema Hennebique patentado sus aplicaciones en la República*. México: El Lápiz del Águila.
- Román, M.A. (2007). La transición tecnológica en Yucatán a fines del siglo XIX y principios del XX. En *Posrevolución y modernización. Patrimonio siglo XX*, editado por M. T. Peraza, 134-147. Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Román, M.A. (2008). Desarrollo tecnológico urbano-arquitectónico del porfiriato en Yucatán. *Cuadernos de arquitectura de Yucatán*, 21, 6-19.
- Román, M. A. (2013). La tipología constructiva de la arquitectura escolar pública porfiriana en Yucatán. *Palapa*, vol. 1, no. 1, julio-diciembre 2013, 3-23.
- Román, M. A. (2023). Los constructores de la arquitectura porfiriana en Mérida, Yucatán, México. En *Historia de la construcción: edificación de obras de los siglos XIX y XX*, vol. III, editado por G. Martínez y P. Zacarías, 35-60. Jalapa: Universidad Veracruzana.
- Silva Contreras, Mónica. (2017). *Concreto armado. Modernidad y arquitectura en México. El sistema Hennebique 1901-1914*. México: Universidad Iberoamericana.
- Suárez, V. M. (1977). *La evolución económica de Yucatán a través del siglo XIX*, 2 t. Mérida, Yucatán: Universidad de Yucatán.
- Vega, R. A. (1996). *La industria de la construcción en Yucatán, su origen y repercusión en la arquitectura de las haciendas*. Tesis de Maestría. Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Vega, R. A. (1997). El primer edificio de concreto armado de la República. La ferretería El Candado en Mérida, Yucatán. *Cuadernos de Arquitectura de Yucatán*, 10, 1-16.
- Vega, R. A. (2012). *La industria de la construcción en Yucatán, su origen y repercusión en la arquitectura de las haciendas*. Mérida, Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Vega, R. A. (2013). Arquitectura y poder en el Porfiriato. La obra de Salvador Echagaray en Yucatán. *Cuadernos de Arquitectura de Yucatán*, 26, 84-91.

El cierre de la boca occidental de la bahía de San Sebastián desde el siglo XVII

Miguel Rotaache Gallano

EN MEMORIA DE ALFONSO DE OTAZU

La presente ponencia describe las vicisitudes –proyectos, obras e interrupciones– del cierre con un espigón de la boca occidental de la bahía de San Sebastián desde el siglo XVII hasta la actualidad, deteniéndose especialmente en un proyecto del siglo XVIII del ingeniero hidráulico Julián Sánchez Bort (1725-1781), que incluía unos ensayos de hormigones de cal con puzolana para observar su fraguado una vez sumergidos en el mar. Las técnicas de hormigones hidráulicos eran conocidas en la Roma imperial, y se habían olvidado ya hacía tiempo en el siglo XVIII. Se detendrá también en los experimentos con cales hidráulicas de tres pioneros en este campo: el precursor francés Bernard Forest de Bélidor, el contemporáneo John Smeaton (1724-1792) y el también francés Louis Vicat, con el fin de colocar a nuestro ingeniero en el contexto de la época.

ANTECEDENTES

La población costera de San Sebastián, situada al fondo del Golfo de Vizcaya, tenía en el siglo XVIII solo unos 12.000 habitantes, lo que no le impedía tener una activa vida comercial, especialmente con los puertos del Norte de Europa y de América (Unsain 2005).

El Consulado y Casa de Contratación de San Sebastián, fundado en 1682, era una institución cuya finalidad principal era el fomento del comercio y la navegación. Agrupaba a los comerciantes, capitanes,

armadores y propietarios de barcos. Controlaba la entradas y salidas del puerto, cobraba tasas de mercaderías y se ocupaba del mantenimiento del puerto. Tuvo un papel muy destacado en la gestación de la Real Compañía Guipuzcoana de Caracas, una empresa mercantil por acciones, que tenía a la Corona y al Consulado como principales accionistas, y cuyo objetivo era comerciar en régimen de monopolio con el cacao venezolano, el más solicitado y caro de la época. Hasta entonces, los holandeses dominaban su distribución. La Compañía existió desde 1728 hasta 1781, con un máximo de actividad de 1760 a 1779. En situación normal enviaba un mínimo de dos barcos al año a Venezuela, cargados con alimentación, textiles y herramientas, que volvían con cacao en cantidades tan elevadas que llegaba para alimentar el elevado consumo peninsular y para exportarlo a los mercados europeos (Unsain 2016). El recorrido era directo a Caracas a la ida, y con escala en Cádiz al regreso, ya que Cádiz seguía teniendo el monopolio del comercio con América hasta 1778. La recolección del cacao se realizaba con mano de obra esclava.

El puerto que utilizaban para este tráfico con América era el puerto de Pasajes, una ría muy resguardada, a unos 6 km. al Este de la bahía de San Sebastián (figura 1), ya que el puerto de San Sebastián no tenía calado suficiente para navíos grandes. Este puerto se ejecutó a finales del siglo XV y principios del XVI, y ya desde entonces los navíos debían aguardar a la marea en la bahía para entrar a los muelles a descargar. Si se demoraban en el puerto, quedaban en seco al bajar la marea (Ciriquiain-Gaiztarro 1986). Hago

notar que el recorrido total de las mareas en este lugar llega hasta los 4,60m. Y estando anclados en la bahía, era frecuente que en caso de tormenta los barcos fueran arrastrados a la costa, tal como se describe en (Astiazarain 1998):

... los frecuentes y deplorables naufragios que en tormentas, por no tener semejante dársena, se experimentan... que apenas hay año que no vayan a la costa uno o dos navíos... que notoriamente es peligroso en tiempos borrascosos, que con bastante reiteración ocurre en el invierno...

Así, el puerto era pequeño e insuficiente para el tráfico que había en él, y el poco calado empeoraba las condiciones. Ya en el siglo xvii se ideó por parte del cartógrafo Pedro Texeira cerrar la boca occidental de la bahía construyendo un muelle que uniera la isla con el monte, que el Concejo se ofrecía a hacer a su costa, para lo que se solicitaba que se hiciera venir a un prestigioso ingeniero flamenco. Así, se pretendía convertir la bahía en un lugar resguardado para fondear los barcos. El proyecto fue informado por el General de la Armada, Duque de Maqueda, que expresó sus temores

de que el muelle proyectado viniera a disminuir el calado de la bahía. En consecuencia, se abandonó el proyecto. (Ciriquiain-Gaiztarro 1986).

EL SIGLO XVIII

Casi todos los puertos de España se reestructuraron y ampliaron en la segunda mitad del siglo xviii. Una de las ventajas de mejorar las condiciones del puerto de San Sebastián era que los barcos de la Compañía de Caracas podían dirigirse a San Sebastián en lugar de ir a Pasajes, con el consiguiente ahorro en transporte. Teniendo esto en cuenta, el Consulado encargó al maestro de obras Pedro Ignacio de Lizardi un proyecto de dársena de gran calado en el puerto, que ampliaría su tamaño y permitiera a los mayores buques cargar y descargar.

Pedro Ignacio de Lizardi (1709-¿)

Era este un maestro de obras local, hijo del también maestro de obras José de Lizardi. Trabajó de joven



Figura 1
Situación relativa de la bahía de San Sebastián y la ría de Pasajes. (Google Earth)

en las obras de la basílica de Loyola. Pasó luego a las obras del palacio de Aranjuez como maestro de una cuadrilla de canteros. A continuación, intervino en la obra de la iglesia de Santa María de San Sebastián. En 1750 pasó a trabajar en las obras del Astillero del Ferrol, uno de los tres grandes centros navales: los arsenales de El Ferrol, Cartagena y Cádiz, que el ministro Ensenada había abierto con el fin de competir con las Armadas francesa e inglesa. Lizardi se encontraba en el momento del encargo en los Pirineos, en el proyecto de los nuevos caminos reales para transportar desde aquellos montes a los arsenales militares las arboladuras de los navíos de la Real Armada.

Acudió Lizardi a San Sebastián en 1773 (tenía entonces 64 años) únicamente para realizar el proyecto de nueva dársena en el puerto. El proyecto constaba de un plano y una memoria, plano algo arcaico para el siglo XVIII, pues representaba la bahía y la población, parte en planta y parte en alzado, y la memoria estaba redactada de un modo bastante tosco. El proyecto preveía un calado de 12 pies en bajamar en la nueva dársena, y proyectaba construir el nuevo dique que la delimitaba con el procedimiento que entonces llamaban de «cajones de madera», que no es otra cosa que lo que ahora llamamos encofrados de madera, posados bajo el agua, en los que se colocaban más o menos ordenadamente piedras grandes en el perímetro, rellenando el resto con hormigón de cal con escoria molida para hacerlo hidráulico (González Tascón 1985). Esta técnica de añadir escoria molida es la que utilizaban en las obras del puerto del Ferrol. Veremos más adelante la importancia de este hecho.

El Consulado decidió que cargaría con los costes de construir la dársena. Una vez aprobado el proyecto, se dirigió al Rey, en aquel momento Carlos III (figura 2), para pedir su aprobación. Este, hay que admitir que con algo de sorna, contestó:

... el desinterés y liberalidad de ese Consulado, que no contento con proponer un bien común a todo el Reino, se extiende a costear de sus fondos una obra tan vasta, acreditando con esta acción verdaderamente patriótica el amor y la lealtad a su Soberano y continuado deseo de aumentar las prosperidades de la Monarquía.

El proyecto fue aprobado en 1773 y, al pedir permiso el Consulado para que Lizardi dirigiera la obra de la dársena, la respuesta fue que, interesado el Monarca en la mayor solidez de la obra, era:



Figura 2
Carlos III por Goya (detalle). Museo del Prado.

... más propio D. Julián Sánchez Bort, y que fiándole a su cargo se aseguraría más bien su acierto respecto de ser este sujeto de los más hábiles que se conocen en su arte como lo ha manifestado en el tiempo que ha dirigido la construcción de los muelles y demás edificios de que el Rey ha hecho en el Departamento del Ferrol.

Julián Sánchez Bort (1725-1781)

Nacido en Cuenca en 1725 y fallecido en Cádiz. Fue autor en su juventud de dos puentes en la provincia de Murcia. Era sobrino del arquitecto Jaime Bort. Julián Sánchez Bort tuvo la suerte de acompañar a su tío en el viaje que efectuaron en 1751 y 1752, un viaje de varios meses organizado por el ministro Ensenada, destinado a aprender de las obras hidráulicas –canales y puertos– de Francia, Flandes y Holanda. Todos los autores (Pavía 1873, Vigo Trasancos 1984-85, Astiazarain 1998, Crespo Delgado 2016) aseguran que al regreso de su viaje en 1752 Julián Sánchez Bort rindió cuentas a Ensenada con un informe denominado Memoria, con los resultados de lo aprendido, Memoria que no he conseguido encontrar. Entró como alumno en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando al regreso de su viaje y obtuvo el título de arquitecto en 1754. Su tío Jaime Bort falleció en 1754, y le cedió en herencia todos sus libros de arquitectura. Es de suponer que entre estos se encontraba la *Architecture Hydraulique* de Bélidor, cuyo cuarto y último tomo, en el que trata de las cales hidráulicas con puzolana, se publicó en 1753. En 1754 entró a trabajar en el arsenal del Ferrol, para convertirse en el

director de las obras del arsenal ocho años más tarde. Era sobre todo un hombre práctico, pero además muy leído. Ya fuera por los libros que había heredado de Jaime Bort, o por los que había en la biblioteca de la Academia de bellas Artes, había leído a la mayor parte de los tratadistas de la época. Como muestra de ello, en una extensa memoria que en 1760 dirigió a la Academia de Bellas Artes describiendo prácticamente todo lo que sabía sobre construcción de puertos, cita nada menos que a Bélidor, Gautier, Wotton, Frezier, Couplet, Pitot, De la Hire y Desaguliers. (Rodríguez-Villasante 1988)

En el momento en que se le encargó el proyecto de San Sebastián se hallaba en el arsenal de Cartagena, instalando dos bombas de achique de vapor en dos diques de carenar que había en el arsenal. Estas bombas venían a salvar vidas. El ministro Ensenada había decidido que Cartagena fuera uno de los arsenales de la Corona, cuando es sabido que en Mediterráneo las mareas son casi nulas y, por consiguiente, el vaciado de los diques secos se tenía que hacer en su totalidad con bombas de achique de rosario, a golpe de brazo. Los operarios eran presidiarios, y fallecían uno tras otro. Este calvario comenzó en 1758, y las bombas de vapor no llegaron hasta 1774.

Al regresar de Cartagena al Ferrol y pasar por Madrid, Sánchez Bort fue enviado a San Sebastián. Era el año 1774, y tenía entonces 49 años. Vio el proyecto de Lizardi y redactó otro nuevo en cuatro meses, con tres planos y una extensa memoria con cinco capítulos primorosamente redactados: 1º Un faro. 2º La dársena. 3º Sobre la técnica de construir bajo el agua. 4º El testero de la dársena. Y 5º El cierre de la boca occidental de la bahía.

Este cierre de la boca occidental de la bahía (figura 3) se describe en la memoria del proyecto con dos muros paralelos cimentados sobre escollera, descritos como sigue: «... las murallas... se cimentarán con escollera... formando primero una superficie de treinta varas [25m.] de escollera crecida y bien reglada. Luego se plantearán dos murallas dando a la que mira al mar siete varas [5,90m.] y cinco [4,20m.] a la que hace frente a la Concha. Entre las dos quedará un espacio de ocho varas [6,70m.] que se llenará con piedra seca, perfectamente canteada, y para mayor firmeza a cada quince varas [12m.] se hará una cadena de fábrica que trabe las dos murallas. La de adentro se elevará dos pies [55cm.] más que la mayor agua, y la de afuera, doce pies [3.40m.] y, al fin de

abrigar del viento cuanto sea posible se pondrá una sobre muralla de cinco pies [1,40m.] de grueso y dieciocho [5m.] hasta la albardilla. Para que esta obra quede resguardada de las bravezas del mar se echará un rompeolas de crecidos escollos a veinte varas [16,80m.] del frente que en un escarpe suave se eleve hasta plena mar.» En total, una sección de 17m. de ancho que sobresaldría 8m. por encima de la marea más alta.

El presupuesto era un 98% superior al de Lizardi, y decía conseguir en la dársena un calado «de hasta 20 pies» frente a los 12 del proyecto de Lizardi (Astiazarain 1998).

En el proyecto describe las diferentes técnicas de construir diques: por escollera, por cajones de madera (arriba descrito), por *lambordas* y con puzolana. Las *lambordas* son simplemente grandes piedras alargadas colocadas bajo el agua sin mortero. La puzolana es una roca de escorias volcánicas procedente de Italia que más o menos machacada se mezclaba con la cal en tiempos de la Roma Imperial con el fin de hacerla hidráulica, es decir, con el fin de conseguir que fragüe bajo el agua.

Los ensayos de puzolana

Sánchez Bort, mientras redactaba su proyecto, pasó a las cercanas ciudades francesas de Bayona y San Juan de Luz a observar las obras portuarias que estaban ejecutando allí (Astiazarain, 1998). Había visitado ya en 1752 al regreso de su viaje a Holanda las obras del puerto de Bayona:

«Pasando por Bilbao y Bayona de Francia el año de 1752 noté que los muelles que están haciendo para minorar sus respectivas barras, no tenían más grueso que catorce pies [2,70m.], siendo así que en aquellos parajes sube mucho más la marea que en este, y es costa brava». (Rodríguez Villasante, 1988)

Las obras de Bayona están descritas en el cuarto tomo (1753) de la *Architecture Hydraulique* de Bélidor, y consistían en estrechar la desembocadura del río con dos diques con el fin de aumentar la velocidad del agua y disminuir los sedimentos de arenas. Está claro que Sánchez Bort conocía bien el libro de Bélidor. Sánchez Bort vio que estas obras estaban ejecutadas con puzolana, que no había usado en El

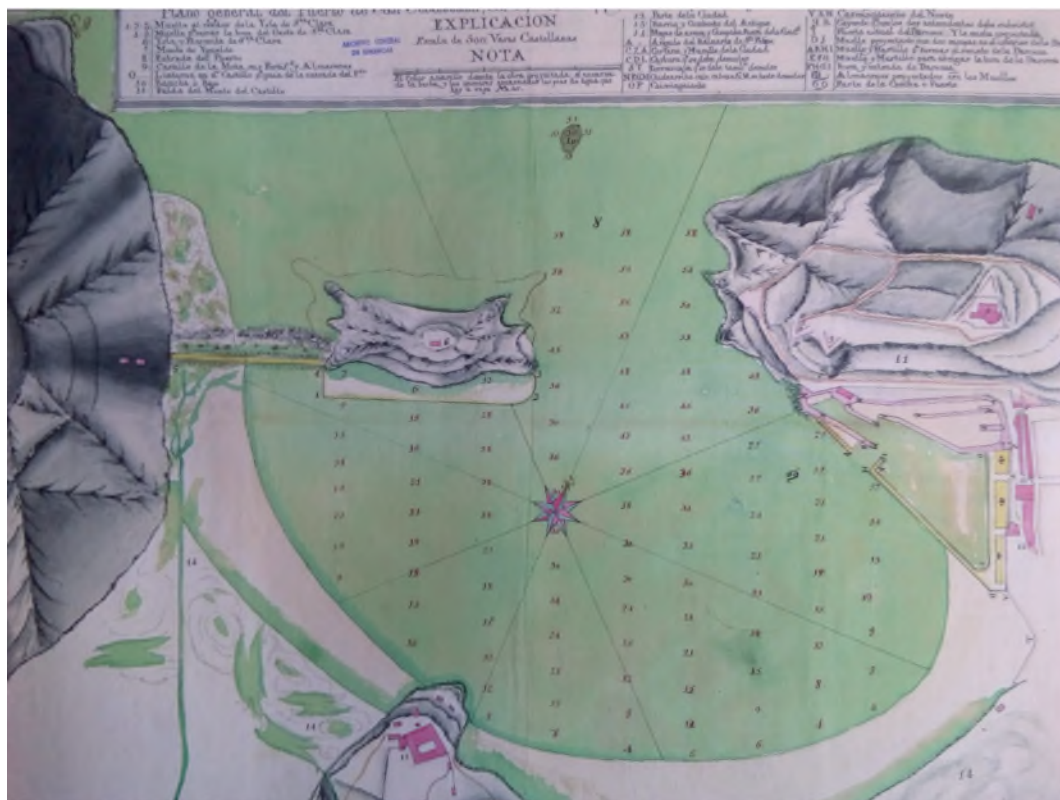


Figura 3
Plano del proyecto de Julián Sánchez Bort. A la derecha, el puerto. A la izquierda, el cierre occidental de la bahía. 1774. (Archivo de Simancas)

Ferrol ni en otro lugar, y pretendía utilizarla en San Sebastián, tanto en la dársena como en el cierre occidental de la bahía. En la memoria de su proyecto dice: «... se debería hacer en San Sebastián una pequeña prueba para averiguarlo mejor».

Sánchez Bort escribió en la memoria: «...la tierra que llaman puzolana, muy común en las costas del Mediterráneo... y aunque la dificultad de su transporte aquí podrá causar algún embarazo, no obstante soy de dictamen que se traiga... voy a explicar la manera de usarla...» Y, a continuación, da en la memoria del proyecto las siguientes instrucciones:

... tres partes de cal viva, dos de arena limpia y granuda, cuatro de puzolana, cinco de rafuela o quites de la piedra dura cuando se labra y una de sarra o escoria de

hierro... la mezcla se hace en una era llana, poniendo con la proporción advertida un cerco de arena y puzolana en forma de balsa dentro del cual e hecha la cal viva muy pisada, y con agua de mar se va apagando poco a poco y revolviéndola... hasta que se convierte en masa. Después se le incorpora con palas la arena y la puzolana... hecho esto, se le añaden la rafuela [grava] y la sarra [escoria] y se vuelve a batir con la menos agua que sea dable...

Estas instrucciones están tomadas de la *Architecture Hydraulique*, de Bélidor, Tomo 4, p. 186 (traduzco del francés):

... se toman doce partes de puzolana, de trass de Holanda o de cenizas de Tournay, con los que se hace un borde circular de cinco o seis pies de diámetro, sobre el cual se

añaden seis partes de arena muy granuda y no terrosa, repartida uniformemente. Se llena el interior de este recinto con nueve partes de cal viva bien cocida, machacada con un mazo de hierro para que se apague antes, lo que se hace echando poco a poco agua de mar para las obras marítimas, y removiéndola de vez en cuando con varios flejes de hierro; cuando se ha convertido en pasta se incorpora la puzolana y la arena. Una vez mezclado, se echan trece partes de recortes de piedra y tres de escoria molida si se dispone de ella, en caso contrario, se echan las dieciséis partes de recortes de piedra o grava (Bélidor 1753, 186).

Como se ve, Sánchez Bort tomó las dosificaciones de Bélidor simplemente dividiéndolas por tres. Y afirma, como Bélidor, que la masa se hace con cal viva. Bélidor cita en esto a Vitrubio, diciendo que recomienda dos partes de puzolana por una de cal, y sobreentendiendo que la cal se debe medir viva, y apagarse al mismo tiempo que se hace el mortero (Bélidor 1753, 185): «Vitruve, en parlant du béton, veut qu'il soit composé de deux parties de pozzolane sur une de chaux, il sous entend sans doute que la chaux doit être mesurée vive, et qu'on l'éteindra en même temps qu'on fera le mortier».

Precisamente en enero de 2023 un artículo de un equipo del MIT (Masic 2023, Chandler 2023) afirma que ha descubierto que el hormigón de los romanos estaba amasado con cal viva, y que esa sería la razón por la que las fisuras «cicatrizan». Según Bélidor, es lo que afirma Vitrubio. Tengo que admitir que no he encontrado semejante pasaje en Vitrubio, antes bien, al hablar de la puzolana escribe literalmente: «Una vez que la cal esté apagada, se mezclará una parte de ella con tres de arena, si es de cantera, y con dos si es de río o de mar» (Vitrubio 1980, 44). Es decir, que el mortero se hace con cal apagada según Vitrubio. El ingeniero inglés del XVIII John Smeaton interpreta este pasaje de Vitrubio también como sigue: «... parece ser que Vitrubio permitía dos medidas de arena de mar o de río frente a una de cal, y tres de arena de pozo para la misma cantidad de cal; y está claro que se refiere a la cal en polvo, porque dice expresamente, la cal, una vez apagada se mezcla con arena en la proporción de uno a tres,...» (Smeaton 1791).

Por otro lado, Lynne Lancaster tiene la certeza de que, al menos en Pompeya y en obras pequeñas, los romanos apagaban la cal inmediatamente antes de su uso. (Lancaster, 2009, 54)

John Smeaton (1724-1792)

Contemporáneo de Sánchez Bort (1725-1781), era un ingeniero hidráulico y mecánico inglés muy consultado en la época (Uglow 2002), que se convirtió en el pionero en el uso de las cales hidráulicas con puzolana gracias a los experimentos que hizo y que recogió en un libro sobre la construcción del faro de Eddystone (Smeaton 1791b). Viajó a Holanda en 1754, cuatro años más tarde que Sánchez Bort, en un viaje que duró únicamente un mes, y describió lo observado en un Diario muy detallado que se ha publicado (Smeaton 1755). Observó todo lo que pudiera ser diferente de lo común en Inglaterra: Visitó un molino de marea, esclusas, puentes móviles de eje horizontal y vertical, molinos de viento para pigmentos, para papel, para tabaco, y visitó cerca de Rotterdam un molino de trass, mineral volcánico importado de Alemania a lo largo del Rin, y que se usaba en Holanda como aditivo puzolánico (Smeaton 1755). Le llamó la atención la ligereza en general de la construcción en Holanda, y la buena calidad de los ladrillos y los morteros:

Quando estuve en Holanda en el año 1755, me dediqué a hacer averiguaciones, a título particular, acerca del *Trass*. Allí vi las piedras de trass, y me informaron que estas eran traídas de los ríos de Alemania,... es más bien blanda que dura, y es muy porosa, pareciéndose en cierto modo a la piedra pómez... el único artificio que se utiliza en su preparación para el uso consiste en reducirla a un polvo grueso, en talleres que se dedican a ello, operación que pude contemplar. (Smeaton 1791b)

Al saber Smeaton por Bélidor de la existencia de la puzolana, quiso conseguir una cantidad para el faro de Smeaton. Tuvo la suerte de encontrar un cargamento que se había traído de Italia para la construcción del puente de Westminster, cargamento que no se utilizó porque los técnicos utilizaron el trass. Smeaton experimentó largamente con esa puzolana para el faro de Eddystone, y llegó a la conclusión de que la mejor composición era la cal de piedra Lias azul con puzolana en cantidades iguales. (Smeaton 1771b)

Sánchez Bort, como dijimos, quiso hacer unos ensayos con hormigón de puzolana: «Sin embargo de lo acreditado que corre este modo de cimentar, antes de emprenderlo voy a hacer una experiencia con la puzolana que se trajo de San Juan de Luz, y si sale

bien y se logra traer de Puzol por diez reales cada quintal... se necesitan 4560 pies cúbicos de puzolana...» (Astiazarain 1998) [aproximadamente 2201m de puzolana].

Se hicieron tres probetas de hormigón de cal con puzolana, de las que no sabemos la dosificación ni el tamaño, y se sumergieron en cajas en el mar en enero de 1775. Las efectuó un albañil llamado Asensio Amestoy, al que se le pagaron 400 reales. Sánchez Bort tuvo que abandonar entonces San Sebastián para trabajar en el Canal Imperial de Aragón, y pidió desde allí en mayo de 1775 (habían pasado cuatro meses) que le enviaran muestras de aquellas probetas. Se le enviaron las cajas nº1 y 2, que habían empezado a endurecer. Se puede clasificar aquellas probetas según la Norma inglesa como intermedias entre «moderadamente hidráulicas» y «eminentemente hidráulicas» (Cowper 1927). La tercera probeta no había endurecido y la sumergieron de nuevo en la mar para ver si mejoraba (Astiazarain 1998).

La puzolana era difícil de conseguir tanto en España como en Inglaterra, pues se tenía que importar de Italia. Esto hacía que, al ser poco menos que inalcanzable, se mitificara y se la considerara el mejor aditivo. Hoy en día sabemos que el trass y el ladrillo molido son solo ligeramente inferiores en propiedades a la puzolana, y que la escoria molida es mucho más activa (Allen 2003, 78, Tabla B1). La escoria molida era el aditivo puzolánico que tradicionalmente se utilizaba para el hormigón hidráulico en las obras del puerto del Ferrol y en muchos otros lugares.

Por cierto, Vicat (1786-1861), experto que se basó en cientos de experimentos con cales, escribió en 1808 que no todos los hornigones romanos eran excelentes, y que se podían conseguir hornigones de cal tan buenos como los mejores de aquellos sin utilizar la puzolana. (Vicat 1808, 228)

Al terminar el proyecto, a Sánchez Bort se le pagó el equivalente al 0,5% del presupuesto de proyecto, incluyendo «un reloj para su señora». De las obras del Canal de Aragón partió por orden del Rey a Cádiz, donde se le necesitaba para proyectar el arsenal, y nunca volvió. Parece que no preveía que fuera a dirigir las obras, pues incluso afirma en la memoria del proyecto: «... que la persona que se encargue de la ejecución tenga mucha práctica y manejo en obras de esta naturaleza...»

Aunque la ciudad tomó con mucho entusiasmo el proyecto, antagonismos en el Consulado hicieron que



Figura 4
El puerto de San Sebastián en marea baja a finales del XIX. (Parvisa)

todo se dilatara en el tiempo y no se acometieran las obras. Esto llegó a oídos del Rey que, con su habitual dosis de soma, se manifestó en Real Orden:

... con desagrado las desavenencias y animosidad que reinan entre varios individuos del Consulado, el cual, formado de sujetos distinguidos en la ciudad, daba con sus discusiones un ejemplo escandaloso a las clases inferiores de público» y que deseaba y esperaba el Rey «se cortase de raíz todo principio de encono y enemistades personales, vivan los individuos del Consulado con la unión y buena armonía que corresponde y que, apartando de sí el espíritu de partido que ciega y alucina, resulten las ventajas que debe prometerse de la reunión de luces y conocimientos de los ilustrados miembros que la componen. (Ciriquiain-Gaiztarro 1986)

De las tres partes del proyecto, la dársena, el cierre de la bahía y el faro, tan solo se ejecutó el faro. Mientras duraban estas enemistades y retrasos, en 1788 salió el reglamento de libre comercio con América. Se listaban los 13 puertos permitidos, entre los que no se encontraban ni San Sebastián ni Pasajes (Astiazarain 1998). El puerto de San Sebastián siguió sin tener calado suficiente hasta bien entrado el siglo XIX, como se observa en la fotografía que se acompaña (figura 4).

Hay en la actualidad en la bahía de San Sebastián unos grandes estratos muy visibles de marga, con la que en el siglo XIX se hacía cal hidráulica en la fábrica de la Paz, que existió hasta 1896 en la misma bahía (figura 5). Es muy probable que en el siglo XVIII extrajeran también esa marga para hacer cal hidráulica de un modo menos industrial.



Figura 5
La fábrica de cal hidráulica de La Paz (Museo San Telmo)



Figura 6
Los 100m. de espigón de 1916, en marea baja. (foto del autor)

EL CIERRE DE LA BOCA OCCIDENTAL DE LA BAHÍA EN LOS SIGLOS XIX Y XX

En 1821, Silvestre Pérez, arquitecto municipal, acometió el cierre. Al año, las obras se paralizaron por falta de fondos, y varias tormentas desmoronaron lo hecho. Hubo otro intento del ingeniero Manuel Peyroncelly en 1847, y otro del ingeniero Francisco Lafarga en 1865, pero nada se hizo. Otro intento se hizo en 1869, con el famoso ingeniero Pablo de Alzola. Las autoridades de Marina consideraron peligroso el cierre completo, y Alzola retornó el encargo a Lafarga. En 1871 se pidieron opiniones, y hubo abundantes informes, todos afirmativos excepto uno. En 1872 el Ministerio de Fomento aprobó el cierre total de la boca occidental, con proyecto de Lafarga y opinión favorable del famoso ingeniero Evaristo Churruga. Las obras comenzaron en 1887 pero asombrosamente, los bañeros, que temían que la playa y con ella el turismo desaparecieran, se dirigieron a la Reina María Cristina, y las obras se suspendieron en 1889 (Astiazarain 1998).

En 1912 se planteó un nuevo muro de cierre, con anchura suficiente para pasar dos carruajes y un tranvía hasta la isla. En 1916, con proyecto del ingeniero Luis Balanzan y opiniones favorables de los distintos organismos, se proyectó un dique con su coronación a media marea, es decir, 2,30m. sobre la bajamar, ya que el recorrido total de la marea es de 4,60m. El famoso ingeniero José Eugenio Ribera se manifestó favorable al proyecto, pero se detuvo la obra por un estudio de corrientes y desplazamientos

de arena. De los 325m. de separación entre la isla y el monte, se construyeron únicamente 100m. del lado del monte. Y este es el dique que podemos ver hoy en día en marea baja. (figura 6).

LISTA DE REFERENCIAS

- Aguirre, Rafael. 2001. *El puerto de San Sebastián*. San Sebastián: Cementos Rezola.
- Alemaný Llovera, Juan. 1991. *Los puertos españoles en el siglo XIX*. Madrid: CEHOPU.
- Allen, Geoffrey, J. Allen, N. Elton, M. Farey, S. Holmes, P. Livesey y M. Radonjic. 2003. *Hydraulic Lime Mortar*. Shaftesbury: Donhead.
- Astiazarain, M^a Isabel, 1998. *El consulado de San Sebastián y los proyectos de ampliación de su puerto en el siglo XVIII*. San Sebastián: Instituto Dr. Camino.
- Astiazarain, M^a Isabel. 2004. El proyecto de Pedro Ignacio de Lizardi para la ampliación del puerto de San Sebastián en 1773. *Boletín de estudios históricos sobre San Sebastián*. N^o 38, p. 693-719. San Sebastián: Caja de Ahorros.
- Bélidor, Bernard Forest de. 1753. *Architecture Hydraulique. Seconde partie, tome second*. (2023). Paris: Hachette Livre. BnF
- Chandler, David L. 2023. Riddle solved. Why was Roman concrete so durable? *MIT News*. January 6, 2023. Cambridge MA: MIT.
- Ciriquiain-Gaiztarro, M. 1986, *Los puertos marítimos del país vasco*. San Sebastián: Chertoa.
- Cowper, A.D. 1999. *Lime and Lime Mortars (1927)*. Shaftesbury: Donhead.
- Crespo Delgado, Daniel. 2016. Una época para el cambio. Los viajes del arquitecto e ingeniero Julián Sánchez

- Bort. *Libros, caminos y días: el viaje del ingeniero*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.
- Forte Cutillas, Marina. 2018. El arquitecto Jaime Bort en París (1751-1752). *Revista Historia Autónoma*, 12. 2018. P. 121-132. Madrid: Universidad Complutense.
- Gárate, Montserrat. 1990. *La Real Compañía Guipuzcoana de Caracas*. San Sebastián: Caja de Ahorros Municipal.
- Gárate Rojas, Ignacio. 1993. *Artes de la cal*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- González Tascón, Ignacio. 1985. Tecnología constructiva portuaria, en *Puertos y fortificaciones en América y Filipinas*. Madrid: CEHOPU.
- Helguera Quijada, Juan. 2005. La introducción de nuevas técnicas: de la inmigración tecnológica al espionaje industrial. *Técnica e ingeniería en España III. El siglo de las luces. De la industria al ámbito agroforestal*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico.
- Lancaster, Lynne C. 2009. *Concrete Vaulted Construction in Imperial Rome. Innovations in Context (2005)*. New York: Cambridge University Press.
- Masic, Admir, L.M. Seymour, J. Maragh, P. Sabatini, M. Di tomaso, J. C. Weaver. 2023. Hot Mixing: Mechanistic insights into the durability of ancient roman concrete. *Science Advances*. Cambridge MA: MIT.
- Muñoz Echabeguren, Fermín, 2011. *San Sebastián, la historia desconocida*. San Sebastián: Chertoa.
- Olavide, Albarellós, Vigón. 1963. *Historia de las fortificaciones de San Sebastián*. San Sebastián: Excmo. Ayuntamiento.
- Pavía, F.P. 1873. Sánchez Bort (D. Julián) Capitán de navío. *Galería biográfica de los generales de Marina, Jefes y personajes notables, III, p.461-464*. Madrid.
- Pi Chevrot, José Javier, 2022. *La ciudad de San Sebastián antes de 1813. Reivindicación de su presencia*. San Sebastián: Donastien.
- Rodríguez-Villasante, Juan Antonio. 1988. *Tecnología y arte de la Ilustración*. La arquitectura e ingeniería de Sánchez Bort en la obra pública, la industria y los arsenales de marina. El Ferrol: J.A. Rodríguez-Villasante.
- Rodríguez-Villasante, Juan Antonio. 1995. Guerra, exploraciones y navegación: del mundo antiguo a la edad moderna. *Curso de verano U.I.M.P. 1995*. Ferrol.
- Sepulcre Aguilar, Alberto. 2005. *Influencia de las adiciones puzolánicas en los morteros de restauración de fábricas de interés histórico-artístico*. Tesis doctoral Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Smeaton, John. 1755, *John Smeaton's Diary on his Journey to the Low Countries (1938)*. Leamington Spa: The Newcomen Society.
- Smeaton, John. 1791a. *A Narrative of the Building and a Description of the Construction of the Eddystone Lighthouse with Stone (2023)*. London: G. Nicol.
- Smeaton, John. 1791b. *Una relación acerca de la construcción y una descripción de la erección del faro de Eddystone (1979)*. Madrid: Intemac.
- Torres Pérez, José María. 1990. Las comisiones de servicio de Julián Sánchez Bort en Tudela para estudiar el proyecto y obras del Canal Imperial de Aragón. *Comunicación presentada en el VIII Congreso del C.E.H.A. Cáceres 1990*.
- Uglov, Jenny. 2002. *The lunar Men. The Friends who made the Future*. Londres. Faber and Faber.
- Unsain, José María (ed.), 2008. *San Sebastián, ciudad marítima*. San Sebastián: Museo Naval.
- Unsain, José María (ed.), 2016. *San Sebastián. Un viaje a través de su historia*. San Sebastián: Nerea.
- Vicat, Louis. 1818. *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires*. Paris: Goujon.
- Vigo Trasancos, Alfredo. 1984-85. El arquitecto-ingeniero Julián Sánchez Bort. Perfil biográfico y obra en Galicia. *Cuadernos de estudios gallegos VOL.XXXV-Nº100-AÑO 1984-85*.
- Vigo Trasancos, Alfredo. 1993-94. Pedro Ignacio de Lizardi, un arquitecto vasco en el Ferrol de la Ilustración. *Cuadernos de estudios gallegos*, Tomo XLI, Fascículo 106, p. 311-341. Madrid: CSIC.
- Vigo Trasancos, Alfredo. 2016. «Esta obra sublime es la señal de un gran rey». La ciudad arsenal de Ferrol o el sueño portuario del marqués de la Ensenada (1747-1754). *Cuadernos dieciochistas*, 17, 2016, p. 47-71.
- Vitrubio. 1980. *Los diez libros de arquitectura*. Barcelona: Obras Maestras.

Refuerzo y ornamento en las puertas tachonadas de los edificios gerundenses en los siglos XIV al XVIII (Girona-España)

J. Salvat
J. Fontas
E. Gifra
M. A. Chamorro

Las puertas tachonadas con sus refuerzos y ornamentos están presentes en gran parte de edificios a partir de época medieval. Estas puertas, que no pasan desapercibidas, no han tenido cabida en publicaciones en el ámbito de la historia de la construcción. Esta comunicación pretende analizar todos los elementos, de madera y metálicos, que forman estas puertas, así como analizar su elaboración.

Como todos sabemos las puertas tienen diferentes funciones como la protección, separación y conexión de espacios interiores y exteriores. Con el aumento de las dimensiones de estas ganan importancia los elementos de soporte. Por un lado, encontramos la estructura de la puerta y por otro las planchas y los tablones. Todo este entramado está literalmente cosido por clavos en las articulaciones de los diferentes tipos de soportes que las componen, bisagras y goznes, así como paños y herrajes de hierro. Este amasijo metálico va evolucionando con el transcurso del tiempo pasando de la funcionalidad a un aumento ornamental en el periodo que nos ocupa (fig. 1). Los diversos tipos de ornamentación están íntimamente relacionados con la función del edificio (civil, religioso o militar) donde se sitúan.

COMPOSICIÓN

La puerta está formada generalmente por una serie de asnas colocadas longitudinal y transversalmente,

creando el entramado que forma el marco portante. Este soporta el peso de la puerta y transmite los esfuerzos a las bisagras y goznes, generalmente de hierro, y estos a su vez los transmiten a las jambas de piedra, tocho macizo u otros materiales utilizados en la construcción de muros y paredes. Las medidas de las asnas son variables y se adaptan a cada caso en función de las oberturas y la escuadría de madera disponible.

En primer lugar, el marco portante repite una serie de patrones para poder repartir las tensiones propias del material y formar una retícula según las dimensiones de la puerta. También aparecerá un marco perimetral reforzado con asnas interiores según las superficies de la puerta. Las puertas más grandes normalmente disponen de portezuelas más pequeñas adaptadas al paso de personas o simplemente para facilitar la comunicación. En este último caso la estructura de la puerta es más complicada ya que se debe reforzar utilizando estructuras dobles.

En segundo lugar, en el entramado se clavan unas maderas, tablones, latas o planchas con clavos que determinan el aspecto y textura principal de las caras exteriores. A veces estas revestidas con planchas metálicas de latón o cobre para protegerlas de los agentes atmosféricos.

Des del punto de vista ornamental en las cabezas de los clavos se aplicarán una serie de técnicas artesanales para embellecer-las. En la figura 2 podemos observar un tachón y todos los elementos que confi-

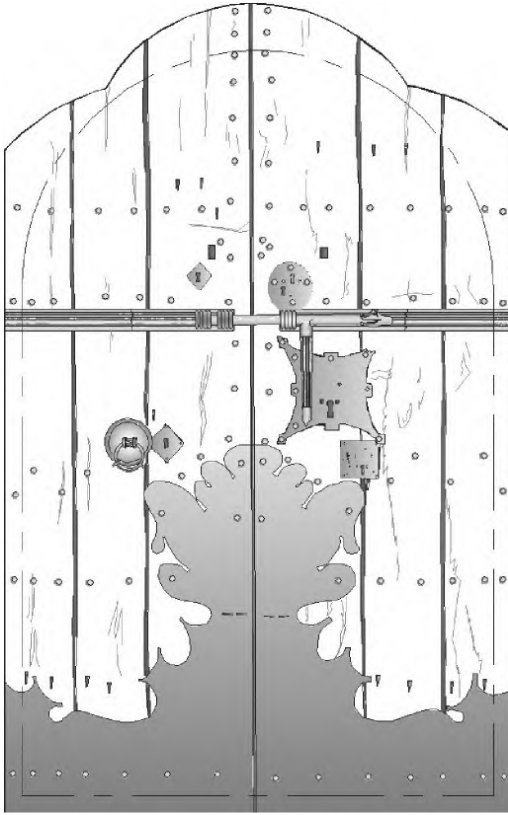


Figura 1
Puerta de Sant Genís de Casavells. Corcà, ss. XVII-XVIII
(Salvat 1989)

gurarán una puerta de la época, en este caso la del patio del Castillo de Perelada datada en el siglo XVI.

Estructura, uniones, madera y tipos utilizados

La madera con función estructural utilizada en las puertas objeto de esta comunicación era la más resistente y cercana al lugar donde se ubicaba la puerta. En este caso las maderas más utilizadas son las de roble, castaño, pino melis y encina por su resistencia y la madera de pino silvestre por su economía. Estas puertas han estado sometidas a la degradación debido a las inclemencias atmosféricas, al envejecimiento propiamente dicho y a un mantenimiento variable estrechamente vinculado a las crisis económicas, guerras y aspectos socioculturales.

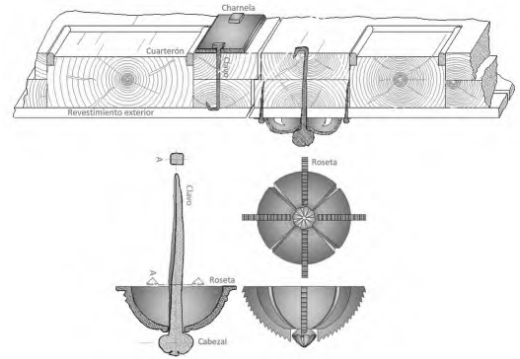


Figura 2
Sección y detalle de la roseta decorativa de la puerta de entrada al patio del Castillo de Perelada, s. XVI (Salvat 1989)

Como ya hemos citado las puertas están formadas por una serie de asnas colocadas longitudinal y transversalmente, creando un entramado que forma el marco portante. Este es el que soporta el peso del conjunto de la hoja y lo transmite a través de las bisagras y los goznes a las jambas de piedra careada o a los sillares. En la figura 3 podemos observar la estructura general de la puerta de entrada al patio del palacio del castillo de Perelada.

El marco portante soporta el cierre exterior y a veces el interior, generalmente formado por tablonos o madera de menor grosor. Estos están conectados por un amachambrado o sencillamente colocados por testa, con un rastrel, y soportados por un clavo. Este clavo además de la función estructural acaba teniendo una función decorativa a través de la ornamentación de su cabeza, pasan a denominarse chatones. Los clavos son suficientemente largos y gruesos para atravesar los diferentes elementos metálicos y de madera. Generalmente son más largos que el grueso total de la puerta ya que se doblan en sus extremos girándolos totalmente para volver a clavar su punta. De esta forma se evita que se desprenda del soporte debido a vibraciones o golpes que pueda sufrir la puerta (ver figura 2).

Según las dimensiones de las oberturas y la complicación que supone la incorporación de puertas más pequeñas o portezuelas, se utiliza como segunda estructura un marco portante de refuerzo.

Los encajes más utilizados en estas puertas son los que podemos observar en la figura 4. Tenemos las

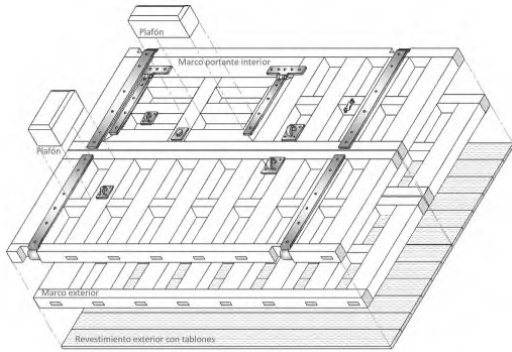


Figura 3
Vista interior del armazón de la puerta de entrada al patio del Castillo de Perelada, s. XVI (Salvat 1989)

mechas atravesadas de agujeros abiertos o cerrados, los encajes de media muesca con esviaje de cartabón y las empalmadoras para conseguir alargar la asna y conseguir elementos de mayor longitud para puertas de grandes dimensiones.

Los herrajes

En las puertas estudiadas aparecen una serie de piezas fabricadas en hierro, complementarias al soporte, con diferentes funciones para conseguir cerrar y bloquear la obertura. Estas piezas acaban adquiriendo también una función ornamental. La elaboración artesanal de estas piezas se realiza a través de una serie de técnicas que evolucionaron con el tiempo en función de las corrientes arquitectónicas y la mejora en el proceso de manipulación de los metales. A continuación, describiremos brevemente las técnicas más utilizadas.

La técnica del embutido consiste en transformar planchas y hojas metálicas en superficies cóncavas y convexas para aumentar la sensación volumétrica. El metal se calienta y mediante las continuas percusiones de la pieza sobre matrices, poco a poco se alcanza la forma definitiva. Este embutido también se puede realizar en frío repicando con martillos de cabeza grande y puntas redondeadas diseñados para este fin.

Otra de las técnicas utilizadas es la soldadura a la calda que se documenta a finales del siglo XI (Ventosa, 2009). La unión en este caso, se produce calentando las dos piezas hasta conseguir la incandescen-

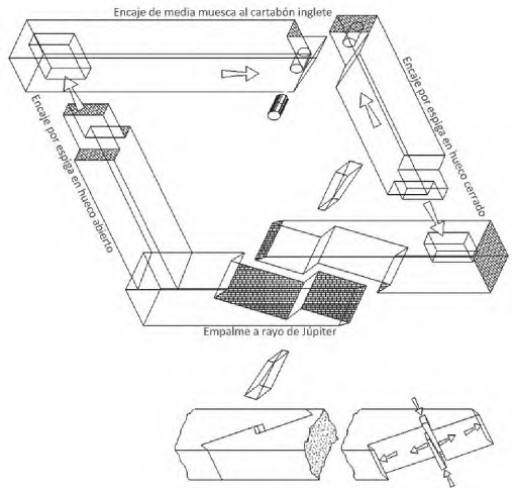


Figura 4
Detalles de los encajes y conexiones en madera (Salvat 1989)

cia para a continuación golpear con un martillo ambas piezas consiguiendo una soldadura casi perfecta. Este sistema permite realizar elementos forjados mas complejos que el embutido.

La forja catalana, cuya aparición se data en el siglo XI, supone un cambio substancial en el trabajo del metal ya que se consigue un hierro mucho mas puro y trabajable (Ventosa, 2009). El sistema consistía en la aportación de aire constante y potente consiguiendo así incrementar sustancialmente la temperatura del mineral férrico. Esto permitía manipular una mayor cantidad de masa muy maleable. Esta técnica se convino con la soldadura a la calda facilitando considerablemente la trabajabilidad del hierro. La forja catalana fue reconocida a nivel internacional como una de las aportaciones mas relevantes teniendo especial repercusión en las regiones que ocupan actualmente los países de Alemania, Italia y Francia. En este sentido recordemos que el herrero catalán Blay Sunyol fue escogido para realizar las rejas de la catedral de Notre-Dame de Paris en el año 1250.

La técnica de la grafidia – arte de dibujar sobre papel – fue introducida por los árabes en la península ibérica y consiguió una gran perfección, creando escuela, hasta su entrada en decadencia a finales del siglo XVI (Rico, 1896). Consistía en recortar un papel, llamado ceptí, con tijeras para realizar formas geométricas y repetidas. Estas plantillas se utilizaban

para marcar las planchas de hierro con el fin de estandarizar las piezas trabajadas.

El torneado consistía en dar forma a un objeto metálico con ayuda de un torno. Otra forma de moldeado es el torneado de forja donde con la ayuda de una plantilla, utilizando una técnica semi industrializada, se elabora un recipiente. El cincelado, técnica propia de la orfebrería, se aplica en los herrajes para realizar aristas u obtener superficies planas mediante la aplicación de pequeños golpes de martillo sobre el cincel. Si se quisieran elaborar esculturas de metal se recurriría al fundido.

Finalmente, con el grabado se consiguen reproducir signos, dibujos o imágenes. Estos se consiguen a través del buril, herramienta de acero puntiaguda con forma de prisma. Con este se pueden reproducir desde líneas finas y gruesas, a líneas hondas o superficiales, según el tipo de grabado a realizar.

Elementos metálicos

Como hemos visto en el apartado anterior, los elementos metálicos en las puertas estudiadas tendrán básicamente dos tipos de funciones: la decorativa y la de seguridad o refuerzo. Estos elementos embellecerán las puertas al mismo tiempo que las harán más resistentes a impactos y otros impedimentos. Tanto los elementos de seguridad, exceptuando las bisagras y goznes, como el resto de herrajes incorporaran elementos decorativos para adornar las puertas como veremos en el análisis de las cerraduras y cerrojos. Estos elementos metálicos irán evolucionando con el paso del tiempo de la mano de las mejoras técnicas y de los cambios estilísticos de cada época. La zona geográfica y las influencias recibidas de otras culturas implicaran la aparición de variantes decorativas en los herrajes utilizados. Los elementos que aportarán una decoración más sofisticada a las puertas serán los tachones y las aldabas como observaremos a continuación.

Los tachones

La introducción de los tachones para reforzar y decorar puertas es atribuible a la cultura árabe (Labarta, 1901). Estos sustituirán a la ornamentación típicamente románica de barras y medias cañas curvadas

en los extremos de las mismas. Estos clavos tienen la cabeza poco trabajada y se generaliza su utilización sobre todo en las dos Castillas y en Andalucía. En sus inicios estos imitaban el arte mozárabe, pero con el tiempo se considera que llegan a igualar, e incluso superar, el arte de la forja de toda Europa (Ruiz, s.f.). En este sentido Cataluña, a través de la introducción de la forja catalana, tiene un papel fundamental ya que se mejorarán los procesos de fabricación, la dureza y el acabado del metal.

Los clavos eran generalmente de hierro y inicialmente se obtienen utilizando la técnica del martillado para con el tiempo obtenerse a través de la forja. En época medieval se crearán piezas de gran belleza que alcanzarán gran importancia dentro del trabajo del hierro forjado en época del Renacimiento. En esta evolución temporal las cabezas de los clavos se irán refinando con la incorporación de una decoración muy detallada gracias a la mejora de las técnicas de trabajo del hierro. Estos tachones se irán adaptando a los diferentes estilos artísticos de cada época adoptando formas complejas a través de las rosetas o cazoletas que los recubren.

En la figura 5 podemos observar un tachón datado entre el siglo XVI i XVII perteneciente a la colección del Castillo de Peralada. Este está formado por cinco planchas cuadradas, recortadas en forma de cruz y embutidas. La plancha mayor tiene los brazos redondeados, rematados con una punta de flecha, y en los cuatro laterales aparecen unos pequeños lóbulos esféricos que taladran la plancha. En el centro de los brazos a tachones perimetrales semiesféricos con pequeñas planchas estriadas con motivos florales ligeramente embutidas y recortadas. En el centro de la pieza emerge una gran cazoleta esférica estriada según un rosetón con gleba. La gran cabeza del clavo está compuesta por un rosetón de ocho brazos, estrangulación central y doble anillado circular en la parte inferior.

Cerraduras y cerrojos

El cerrojo está formado por una barra de hierro, con una ligera decoración, de forma cilíndrica o poligonal, de entre 45-65 cm de longitud y un grosor entre 3-4,5 cm., sujeta horizontalmente al batiente de la puerta que se desliza a través de unas anillas mediante un asa. En la parte superior, perpendicular a la ba-

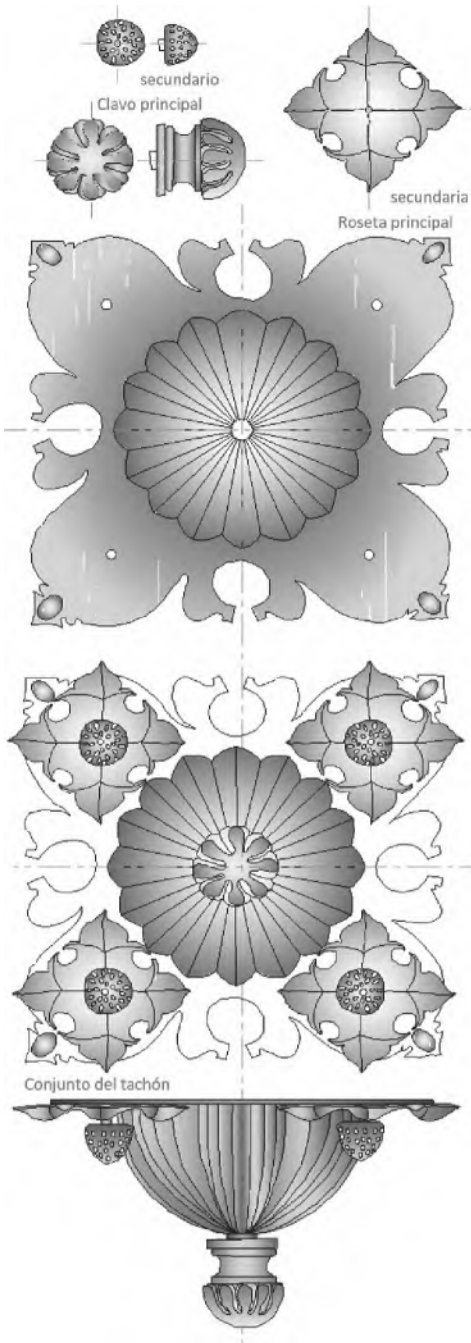


Figura 5
Tachón núm. 94. Colección del Castillo de Perelada (Salvat 1989)

rra en forma de I, aparece un pasamano o platina con una longitud equivalente a la mitad de la barra o pasador, y en la parte inferior encontramos la prolongación que se introduce dentro de la cerradura, dentro de un agujero o en una anilla que hay en el cerco, en la pared o en otro batiente que sirve para inmovilizar la puerta (fig. 6). La decoración de los cerrojos, aunque es variable según el edificio, esta tiende a convertirse en un dragón o una serpiente debido a la forma alargada de estos. Estos dragones o serpientes, que aparecen en otras partes de los edificios, podrían servir como símbolos de protección de los edificios (Ventosa, 2009).

Las cerraduras son cajas de arista tapadas por placas, en la parte interior muy simples y en la exterior más decorada (Orduña, 2010). La caja esta embutida dentro de la estructura de la puerta, sujetando los diferentes mecanismos de bloqueo. Estos trababan habitualmente la parte inferior de la cerradura que se abría o se cerraba mediante el accionamiento de una llave que desbloqueaba el mecanismo interno. Existen diferentes variaciones en las cerraduras en función del gusto de artesanos y propietarios. Entre estas podemos destacar la cerradura de ballesta con doble mecanismo exterior (fig. 7).

Aldabas

La aldaba o llamador, también denominado picaporte, era un mecanismo de percusión de grandes dimensiones para llamar en las puertas del periodo estudiado. Generalmente se compone de una anilla de grandes dimensiones y de peso considerable, colgada de una articulación sobre un disco calado que le permitía realizar el movimiento de alzado y picar sobre un tachón reforzado. Al golpear el fuerte sonido del metal contra metal alertaba a los residentes en el inmueble, aunque estuvieran alejados de la puerta.

En la figura 8 podemos observar un ejemplo característico de la época. Se trata de la aldaba de la portada de los Apóstoles de la Catedral de Girona datada del siglo xv. Está formada por la anilla característica circular con una imagen gravada en forma de animal mitológico bicéfalo, colgado sobre un tachón anillado de base semiesférica y prolongación cónica hasta la articulación de tiple anillado. La placa principal consiste en un conjunto circular calado y recortado con motivos propios del gótico, con nervaduras y huecos

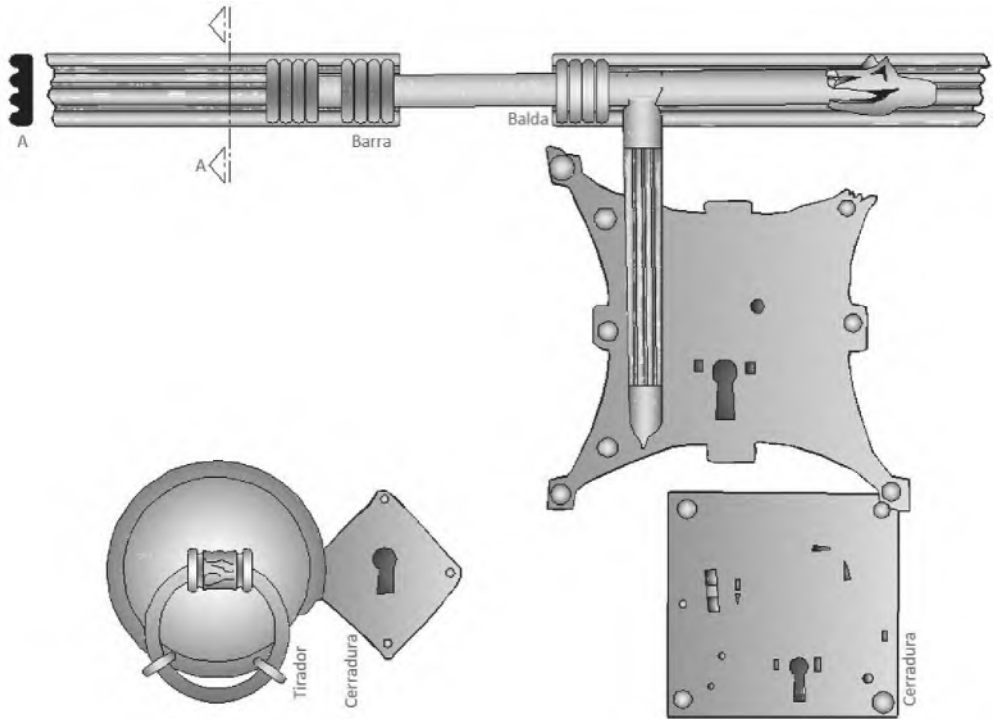


Figura 6
Composición del cerrojo, tirador y diversas cerraduras de la puerta de Sant Genis de Casavells. Corçà, ss. XVII-XVIII (Salvat 1989)

en forma de hoja. Esta decoración nos recuerda a los rosetones de las catedrales. Para fortalecer la estética habitualmente se superponía una tela de terciopelo roja o morada entre la madera y la placa que aportaba color a las zonas huecas realizando el conjunto. El último elemento es un curioso chatón, con una roseta plana lobulada en la base, en forma de figura humana grotesca que recuerda mucho a las gárgolas medievales sobre el que impactara la anilla.

Bisagras, goznes y quicios

Las bisagras son las encargadas de recoger el peso de la estructura de la puerta y transmitirlo a los brancos mediante su propia articulación en forma de anillo o goznes encastados en la obra. Las chamelas son barras que ajustan sus dimensiones a la de las diferentes puertas, están clavadas con clavos pasantes al armado de madera y en uno de los extremos hay un

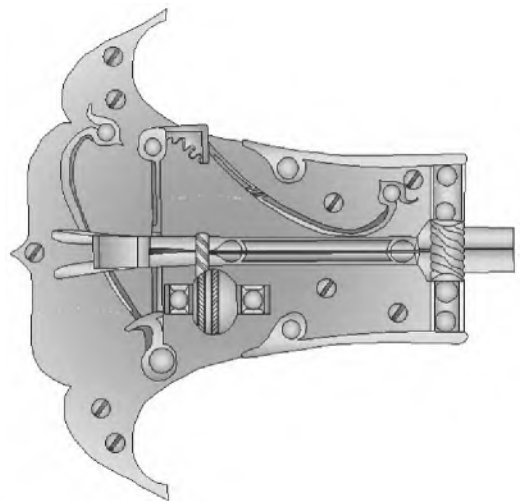


Figura 7
Cerrojo de ballesta. Colección del Castillo de Perelada (Salvat 1989)

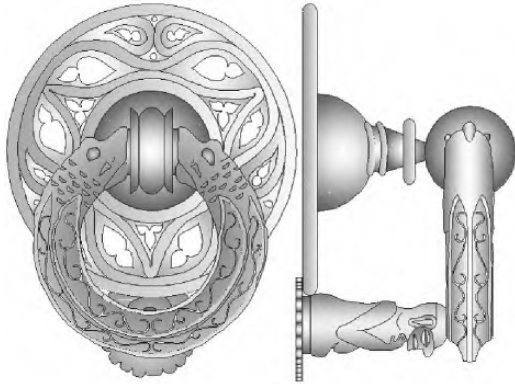


Figura 8
Quicios y charnelas de la portada de los Apóstoles de la Catedral de Girona, s. XV (Salvat 1989)

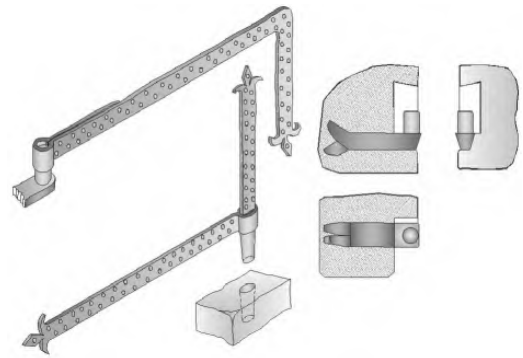


Figura 9
Quicios y charnelas de la portada de los Apóstoles de la Catedral de Girona, s. XV (Salvat 1989)

ojo, una anilla de paso vertical que abraza la espiga del gozne. Estos ojos pueden estar centrados en la pieza, en este caso son planos, o pueden estar en los laterales, en este caso pueden ser de codo o de escudra, como se puede observar en la figura 9.

Si las puertas son de grandes dimensiones, la charnela inferior no se apoya al gozne en un plano horizontal, sino que se modifica transmitiendo el esfuerzo verticalmente a través de un eje, el quicio, que se encasta en un espacio metálico o de piedra tal y como vemos en la figura 9.

EVOLUCIÓN DE LOS HERRAJES

La evolución de los estilos y formas de aldabas, tachones, charnelas, cerraduras, picaportes, cerrojos y otros complementos van íntimamente ligados a la evolución de las técnicas de manipulación del hierro.

En el románico, con la técnica de soldado a la calda, empiezan a adquirir importancia los elementos metálicos que se incorporan a las puertas. Los templos cristianos incorporan en sus puertas charnelas, cerraduras, aldabas, los herrajes empiezan a reunir elementos decorativos mientras que la superficie de la puerta se cubre de hierro forjado en forma de volutas y barras soportadas por clavos incorporados a la estructura portante. Los tachones decorados, de influencia árabe, en el románico son de cabeza cuadrada piramidal o cónica mientras que las cerraduras

eran sencillas cajas de arista tapadas por una placa que protegía los mecanismos internos (fig. 6).

Las agrupaciones gremiales impulsaron el perfeccionamiento y la mejora de las técnicas utilizadas hasta su aparición. En el siglo XIII, con el florecimiento de la arquitectura ojival, se empieza a utilizar la plancha metálica como elemento decorativo. Inicialmente esta era lisa y recortada pero poco a poco se empiezan a practicar perforaciones creando siluetas cada vez más complejas. Este proceso surge de la mano de la utilización de la grafidia. En estos momentos también aparece el uso de picaportes de plancha cuadrada y perforada con un picador colgado y articulado de anilla forjada con incisiones como complemento de las casas nobles. Las cerraduras por su parte son de pestillo o de pasador revestidas con chapa calada.

En el siglo XIV se empieza a utilizar un nuevo sistema, el embutido simple o «movido al aire», como complemento de la chapa recortada con tijeras. Esta nueva técnica otorga a la pieza una sensación de relieve con lo que aparecen los motivos florales acompañados por hojas. Las charnelas se ornamentarán, los tachones se trabajarán y con las chapas que las complementan se embutirán. Los picaportes adquieren forma recortada radial con el martillo o picador de rodela con ornamentos dentados. En las puertas de las catedrales se colocarán aldabas en cada una de las hojas de la puerta.

En el siglo XV, ya en pleno gótico, la forja alcanzará un nivel muy elevado. Esta se diferenciará por

regiones con la escuela catalana, la castellana, la valenciana y la aragonesa principalmente. En la forja catalana dominará la técnica del forjado y martillo con las piezas sin limar y acabadas con motivos animales y vegetales. Se generalizará la utilización de la plancha de hierro fina, recortada y con motivos florales del lirio, la famosa «fleur de lis» por influenciada de la tradición francesa. La forja castellana no domina tan bien las técnicas de manipulación del hierro pero es más original mientras que la forja aragonesa realiza obras sencillas y bien acabadas. Las aportaciones principales de este periodo es la mejora del trazo y la utilización de motivos florales y animales; la ampliación y perfeccionamiento de la técnica del trabajo de la plancha recortada y calada, superponiendo una sobre la otra para aumentar la sensación de volumen y relieve, se aplican cintas curvadas, se embuten las planchas formando estrías y costilla mientras que los tachones adoptan forma de cencerro. Las aldabas utilizadas en la primera mitad del siglo XV se inspiran en modelos arquitectónicos, el martillo aumenta su grosor en el extremo que golpea, mientras que en la segunda mitad de este siglo estas se complican adaptando el martillo una forma redondeada. Las cerraduras llegan a un alto grado de sofisticación convirtiéndose en verdaderas filigranas con figuras y dibujos por influencia árabe u oriental.

Con la aparición del gótico plateresco, desde finales del siglo XV hasta el primer tercio del siglo XVI, se aprecia que los herrajes cambian sustancialmente por la fuerte influencia recibida de la Lombardía francesa. Las puertas se construirán con gabletes, cardos, las fajas de las charnelas estarán caladas, en las crestas aparecerán como detalles bellos conopeos que se entrelazarán con escudos, macollas y remates con figuras. Se trabajarán a conciencia los tachones, las charnelas, los herrajes, las aldabas y las cerraduras utilizando la forja embutida y cincelada como si se tratara de obras de orfebrería. En estos momentos desaparecerá la doble chapa calada y empezará a utilizarse la figura debido a la evolución notable de las técnicas utilizadas. Nos encontraremos con la revalorización del embutido aplicado sobre plomo o pasta, consiguiéndose resultados sorprendentes, junto con la utilización del torneado y la fosa de hierro.

Ya en el siglo XVI, coincidiendo con el renacimiento, los hierros alcanzan una categoría superior

con la utilización de una combinación de técnicas como el cincelado, la talla dulce, el embutido y gravado adquiriendo los ornamentos metálicos formas cada vez más complejas que perduraran hasta el siglo XVIII.

CONCLUSIONES

A modo de conclusión hemos podido constatar a través del análisis de las puertas tachonadas que éstas fueron evolucionando a medida que las técnicas en el trabajo del hierro fueron mejorando, consiguiendo verdaderas obras de arte. Los estilos arquitectónicos presentes en el momento de realización de estas puertas tuvieron una cierta influencia, pero esta fue poco significativa como apunta Amenós (2009) en el ejemplo de la reconstrucción de la puerta de la iglesia de Prats de Molló (Ripollés) efectuada en el año 1648 donde se aprovecharon los herrajes románicos preexistentes.

Las puertas tachonadas estudiadas en este trabajo son de origen árabe a diferencia de las puertas con volutas o espiras de origen carolingio (Amenós, 2009). Estas puertas difieren básicamente en la utilización de barras horizontales con volutas en las románicas i tachones en las de origen árabe como elemento de refuerzo de la puerta ya que el resto de herrajes son similares distinguiéndose básicamente por una mayor ornamentación en las segundas (las más modernas).

Destacar en la decoración la figura de dragones o serpientes símbolos ancestrales relacionados con la protección o la vigilancia. Son los encargados de guardar la puerta que separa el mundo exterior del interior en los edificios religiosos. Además, el dragón se relaciona con el hierro al expulsar este fuego, elemento esencial para trabajar este metal (Amenós 2009).

LISTA DE REFERENCIAS

- Amenós, Ll. 2009. Les portes ferrades romàniques al sud del Pirineu català. *Quaderns del Museu Episcopal de Vic*, III: 57-92.
- Labarta, L. 1901. *Hierros artísticos*. Barcelona: Editorial Francisco Seix.

- Orduña y Viguera, E. 2010. *Rejeros españoles*. Valladolid: Editorial Maxtor.
- Rico Sinobas, M. 1896. De la grafidia ó dibujos á tijera que usaron en España los antiguos ferreros. *Historia y arte. January 1896. año, 2*, 207.
- Ruiz Castillo, A. s.f. *El arte del hierro en España*. Barcelona: Edita Sucesor de E. Meseguer.
- Salvat Comas, J. 1989. *Estudi Tecnològic de la porta s.XIV-XVII*. Proyecto final de carrera (inédito).
- Ventosa i Serra, E. 2009. *Les portes ferrades catalanes*. Tarragona: Diputació de Tarragona.

Recuperación de las técnicas tradicionales de intervención para la reconstrucción de la fachada del Palacio de los Condes de Jaruco, en la Plaza Vieja del Centro Histórico de La Habana

Giordano Sánchez Núñez

La renaciente Villa de San Cristóbal de La Habana, una vez que se trasladó del sur a la costa norte, en las márgenes del Puerto de Carenas¹ —en el año 1519—, fue desde su establecimiento, una ciudad muy codiciada por la posición geográfica de la isla de Cuba, ubicada justo a la entrada del Golfo de México, con la Península de la Florida al norte y la Península de Yucatán al sur. Y desde el inicio del siglo XVI por ser el lugar de reunión de las naves de todas las Indias, llamada la llave del golfo, la llave del nuevo mundo y antemural de las Indias occidentales.

Durante la toma, saqueo e incendio de La Habana, por el corsario francés Jacques de Sores² en julio del año 1555, y a pesar de los esfuerzos defensivos y la resistencia de su alcalde Juan de Lobera, la primitiva fortaleza “La Fuerza Vieja” fue destruida.

La ubicación de la ciudad, así como la ambición de quienes pretendían apoderarse de ella, marcó y definió, de forma manifiesta, su desarrollo, el curso de los acontecimientos históricos y su cultura temprana, pues al mismo tiempo que era asediada, España estaba resuelta a defenderla, por lo cual, entre otras medidas y reformas de carácter económico, su defensa se concretó al reforzamiento de la Armada y el planeamiento y construcción de un Sistema de Fortificaciones que comenzó con la construcción de la Nueva Fuerza.

En marzo del año 1556 se efectuó la destitución de Gonzalo Pérez de Angulo con la llegada del nuevo Gobernador Diego de Mazariegos, quien escoge

como el mejor lugar para la construcción, el sitio donde se hallaban las casas de los principales vecinos.

Al enfermarse Gerónimo Bustamante de Herrera, quien había sido designado para esta tarea, se comisiona al Ingeniero Bartolomé Sánchez quien llega a La Habana en noviembre de 1558, acompañado de 14 oficiales y maestros de cantería para trazar y construir el que iba a ser el 1er. edificio renacentista en la historia de América, el nuevo «Castillo de la Real Fuerza».

En el año 1559, la nueva fortificación y su Plaza de Armas serían construidas en una manzana ocupada por viviendas y una pequeña plaza llamada La Plaza del Pueblo, por lo que, al tiempo en que se comenzaba la construcción de la Nueva Fuerza, se planeaba la realización de una nueva plaza; pero esta vez no iba a resultar como consecuencia de la ubicación y acomodo de los edificios y casas de vecinos, sino que iba a ser planificada y trazada con un criterio urbanístico novedoso, siguiendo el diseño del renacimiento, de trazado rectangular. De esta forma se introduce en nuestra historia una nueva tendencia de pensamiento, que se anticipaba a lo planteado por Felipe II en *Las Ordenanzas de nueva población*, influidas por los textos clásicos de Vitrubio y sus estudios sobre la proporción dorada.

Transcurrieron varios años en los que La Habana no contaba con una nueva plaza para el comercio y recreo, hasta que, el entonces Alcalde de la Fuerza, el

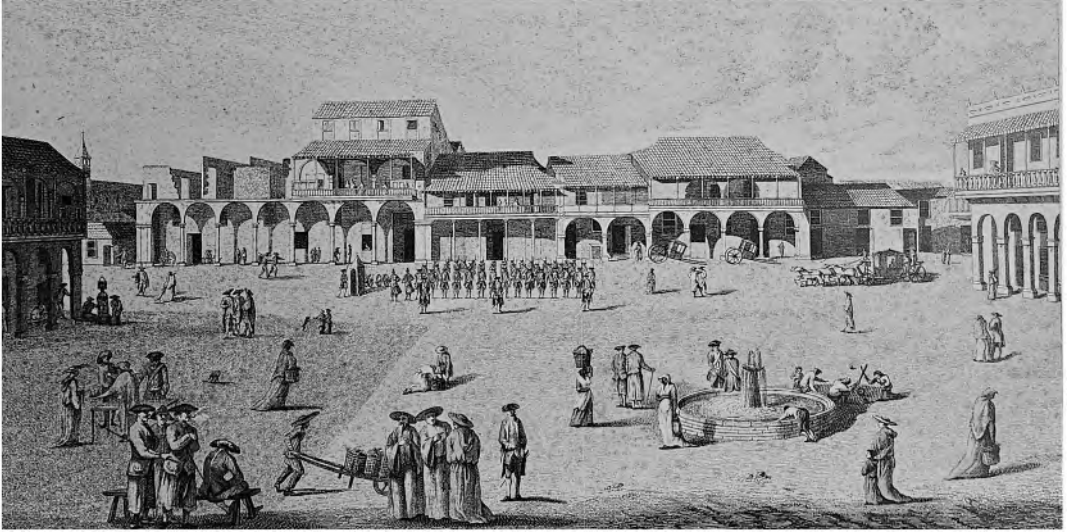


Figura 1

Vista de la Plaza del Mercado en la Ciudad de la Habana. Dibujo de Elias Dunford publicado el 14 de marzo de 1765. Londres (Torres, C. E. 2012)

Capitán Diego Fernández de Quiñones, tomó la Plaza del Pueblo para efectuar en ella los ejercicios militares y se dispuso a gestionar el sitio para la nueva plaza.

En su inicio, las primeras construcciones de la Plaza Nueva³ fueron realizadas en madera, como dictaba la tradición temprana. Con el progreso de la ciudad, el comercio y el desarrollo económico, el espacio alcanza su forma definitiva a finales del siglo XVII y principios del siglo XVIII. Un aspecto que identificó a la Plaza del Mercado, como era llamada entonces, fue su carácter civil, pues la ausencia de edificios públicos, de gobierno o de tipo religioso hacían que las viviendas tuvieran un papel protagónico en la organización de sus actividades colectivas.

De esta forma, poco a poco, los vecinos fueron construyendo en los frentes de sus parcelas, portales y fachadas hacia la plaza, sobre el espacio público, como abrigo a las actividades de comercio que se realizaba a diario. Al mismo tiempo, aparecieron las galerías abiertas o logias en los niveles superiores, destinadas a la contemplación y el disfrute de las actividades y fiestas que tenían lugar en la plaza.

A lo largo del siglo XVIII, en la plaza se fueron conformando una infraestructura y morfología uni-

formes, con un tipo de casa señorial dotada de zaguán, entresuelos, logias y salones cubiertos con hermosos techos de madera, patios interiores rodeados de habitaciones para el almacenaje, pequeñas tiendas y accesorias.

En este período de esplendor y al devenir la Plaza Vieja en uno de los espacios más emblemáticos de La Habana en la 2da mitad del siglo XVII, en el año 1670, el señor Pedro Beltrán de Santa Cruz y Beitia solicita permiso para construir portal a su casa, al no poder realizar la construcción por sorprenderle la



Figura 2

Vista de la Fachada y Portada del Palacio de los Condes de San Juan de Jaruco en los primeros años del siglo XX. (Archivo Histórico de la Oficina del Historiador de La Habana)

muerte, su hijo Gabriel Beltrán de Santa Cruz y Valdespino ocupó su lugar, corriendo la misma suerte que su padre. Finalmente, el nieto de Don Pedro, Don Gabriel Beltrán de Santa Cruz y Aranda⁴, comienza en 1733 y culmina en 1737, la construcción de la gran casa para la vivienda de la familia, la que se convertiría a finales de siglo XVIII, en el Palacio de los Condes de San Juan de Jaruco y Santa Cruz de Mompox.

DESCRIPCIÓN DE LA FACHADA DEL PALACIO DE LOS CONDES DE SAN JUAN DE JARUCO Y SANTA CRUZ DE MOMPOX

De esta forma, llega a constituir parte de nuestra historia uno de los edificios más simbólicos y representativos del período barroco del siglo XVIII, de marcada solidez constructiva a partir del uso de la piedra y distintiva sobriedad en la decoración.

La distribución espacial se corresponde con portal, zaguán y patio central rodeado de habitaciones y accesorias, entresuelo y escaleras de acceso a la planta alta donde se pueden encontrar la logia, el gran salón, gabinete, la habitación de esquina, aposentos, habitaciones sobre cubierta y mirador.

En la fachada principal, hacia la plaza, se puede apreciar el amplio y monumental portal de columnas monolíticas y arcos de medio punto realizados en piedra, pequeños asomos o vanos de ventanas en el nivel de entresuelo y portada muy elaborada, guarnecida por sendas columnas toscanas sobre pedestales, donde se aprecia el frontón quebrado y la cornisa interrumpida sobre estas, en cuyo tímpano está representado el escudo de armas de la familia.

La portada, de estilo barroco, está realizada a la escala del propio edificio y no a la del ser humano, su gran dimensión en altura se transmite desde el zaguán hacia las galerías del patio, en cuyo espacio se inserta el entresuelo.

El portón de entrada, de tipo Tablero Español, como es común en este período, realizado con bastidor y tablones clavados, de dos hojas, con bujes como medio de giro, asimétricas, con postigo en la más ancha de estas y clavos de bronce torneados.

En la planta alta, podemos encontrar la balconada a lo largo de toda la fachada y la logia, formada por columnas toscanas enanas y arcos de medio punto, la cual fue cerrada con puertas de cuatro hojas, de



Figura 3
Vista de la Fachada hacia 1940. (Archivo Histórico de la Oficina del Historiador de La Habana)

persianas tipo francesas y vitrales de colores embelotados, como parte de las transformaciones introducidas en el siglo XIX, también en este período fueron sustituidos las barandas de balaustres de madera, por rejas de hierro forjado.

Los techos de armadura de pares, se enlazan con el tejadillo de la logia, por medio de sobre pares y las cubiertas inclinadas sobre los mismos están realizadas con tejas criollas⁵ y las zonas planas, corredores, etc., están resueltas con la técnica constructiva del enrajonado y soldadura.⁶

Las estructuras verticales están compuestas por muros de piedra, muros de mampuesto y columnas y arcos de piedra caliza.

Como es tradicional en este tipo de casa, los pavimentos de la planta baja, tanto en zaguán, como en las galerías y el patio, están resueltos con losas de tipo isleñas⁷, en el patio con losas cuadradas, dispuestas a cartabón y el resto con una combinación de cuadradas y rectangulares colocadas a matajunta; la planta de entresuelo con losas de barro y en la planta noble se pueden encontrar varios tipos de pisos de mármol, con formas cuadradas y hexagonales.

Los revestimientos en los muros fueron realizados a base de cal, mientras que las monolíticas columnas de las galerías y arcos de medio punto expresan la piedra caliza, donde se destaca la decoración realiza-

da a base de líneas de negro humo o grafito, que hacen resaltar las juntas entre las dovelas de los arcos.

También se debe destacar la decoración de los muros con las tradicionales cenefas de pinturas murales, realizadas al medio fresco, las cuales se presentan en capas superpuestas de capas pictóricas, siendo más valiosas las más antiguas.

LA RESTAURACIÓN DEL EDIFICIO REALIZADA EN LOS AÑOS 70-80 DEL SIGLO XX, DIRIGIDA POR EL MAESTRO ARQUITECTO DANIEL TABOADA

En el año 1975 comenzaron las obras de restauración del edificio, dirigidas por el Arq. Daniel Taboada. En ese momento, el inmueble presentaba un avanzado estado de deterioro físico que abarcaba la gran mayoría de los sistemas constructivos presentes, debido, fundamentalmente, a los diferentes usos que se le habían dado a la casa con el paso del tiempo.

La estrategia de la intervención fue, en primer lugar, retirar del edificio todos los añadidos incongruentes y sin valor histórico. Después se reconstruyeron los elementos originales, como balcones, techos de armadura de pares, las estructuras de madera de los entresijos y la carpintería de puertas y ventanas, entre otros.



Figura 4
Imagen de la fachada durante la restauración dirigida por el Maestro Arquitecto Daniel Taboada, posterior a 1975. (Archivo Histórico de la Oficina del Historiador de La Habana)

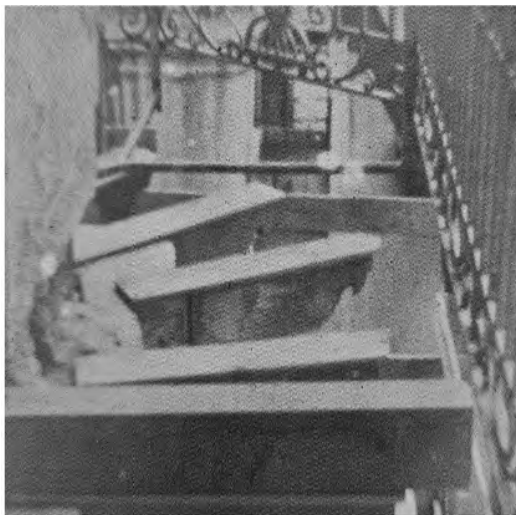


Figura 5
Desmonte de los canes y piezas de madera del balcón. Restauración de 1975. (Archivo Histórico de la Oficina del Historiador de La Habana)

Fue de vital importancia para la obra, la reconstrucción realizada en las cubiertas planas sobre las galerías, con reforzamientos de las estructuras horizontales llevadas a cabo con hormigón armado.

Se desmontaron y volvieron a armar los techos de armadura, sustituyendo los elementos dañados, y se completaron y reestablecieron las lacerías.⁸

En cuanto al trabajo realizado en los pisos y pavimentos, podemos decir que se eliminaron los pisos de cemento y se recuperaron las losas tipo isleñas de la planta baja, zaguán, galerías y patio central, también se recuperaron y restauraron los pisos de mármol de la planta alta.

En cuanto a la recuperación de la espacialidad de la loggia, de cinco arcos, se optó por mantener la huella del tiempo y la memoria histórica, referente al hecho de que había sido transformada en el tiempo, aun cuando se desaprovechaba la posibilidad de rescatar la loggia más amplia y a su vez, completar los vitrales más elegantes de la Plaza Vieja. Un aspecto notable fueron los trabajos para la restauración de las carpinterías de puertas y ventanas hechas de cuarterones y tallas superpuestas, así como la restauración de los hermosos vitrales.

En sentido general, se debe plantear que la intervención realizada en estos años tan difíciles, con es-



Figura 6
Fachada después de pasados 20 años de su restauración. (Archivo Histórico de la Oficina del Historiador de La Habana)



Figura 7
Fachada antes de iniciada la restauración del año 2020. (Archivo Histórico de la Oficina del Historiador de La Habana)

casez de materiales y de mano de obra especializada, exigió del Maestro Taboada estar pendiente aún más de todos los detalles constructivos. En la actualidad, pasados ya más de 40 años de aquella gran obra, podemos afirmar que el trabajo que realizaron fue de suma importancia, gracias a esto se logró salvaguardar el valioso Palacio de los Condes de Jaruco.

LA RESTAURACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO INICIADA EN EL AÑO 2020. LA FACHADA PRINCIPAL Y PRIMERAS CRUJÍAS HACIA LA PLAZA VIEJA. ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS Y DIAGNÓSTICOS

La obra comenzó con los estudios y análisis previos, llevados a cabo por el grupo de diagnóstico de la Empresa Restaura Arquitectura y Urbanismo, toda la gestión de la obra fue llevada a cabo por la Dirección de Inversiones de la Oficina del Historiador.

El Proyecto Ejecutivo fue realizado por la Arq. Vivian Álvarez Isidró, de la Empresa Restaura, y la intervención constructiva y de restauración está siendo ejecutada por el Grupo Integral para Obras en Restauración, la empresa Giorestauro S.U.R.L entre otras.

El uso que se pretende dar al edificio es ser la sede de la Dirección de Patrimonio y Gestión Cultural de la Oficina del Historiador, por lo cual la intervención

debía, además de restaurar el inmueble, dotarlo de las capacidades técnicas y tecnológicas para el uso de oficinas, atención a la población, sala de conferencias, entre otros, sin alterar la espacialidad original del edificio, es decir, la nueva función del inmueble debería adecuarse, a los espacios propios del edificio.

En este marco, y atendiendo a mi dualidad de funciones, como director del grupo Giorestauro S.U.R.L y profesor de la Escuela Taller del Centro Histórico, pudimos reunir un grupo de trabajo integrado por maestros de obra, de entre 20 y 40 años de experiencia con egresados de la Escuela Taller, de la cual se experimentó la inclusión de jóvenes de nuevo ingreso.

En el momento en que comenzaron las obras de intervención la imagen de decadencia y destrucción era más evidente por el hecho de que los vitrales y la carpintería de la planta alta de la fachada, habían sido destruidos, en su totalidad, por el huracán Irma, en septiembre del año 2017.

La fachada de piedra, enlucida, con despiece marcado por juntas a relieve y esgrafiado, se encontraba cubierta de costras, pátinas negras y micro organismos, situación provocada por humedades y escorrentías de agua a través de los muros, que en determinados lugares había destruido tanto el revestimiento, como el rejuntado y ya se observaban desprendimientos de material en la fábrica original.

En el balcón se podían observar desprendimientos de los guardapolvos, canes de madera y la tablazón, debido a la pudrición en el material, así como descendimientos en el sistema constructivo que ilustraban problemas estructurales y fallos en las cabezas de las vigas, justo en las fognaduras.

El sistema de viga y tablazón del portal presentaba, de igual forma, varios elementos y zonas, muy dañadas con pudrición en las fognaduras de las vigas y descendimientos de la estructura, como resultado del agua que pasaba la carpintería de fachada y se acumulaba en el interior, en este caso no era posible restaurar los elementos dañados y la indicación, desde la investigación y el diagnóstico, aconsejaba su total sustitución.

La carpintería de persianas francesas de la logia hacia la plaza, así como los vitrales de medio punto estaban desechos de tal modo, que fue imposible recuperar las partes que cayeron sobre la plaza. Según testimonios de los vecinos, todo el que pasaba por el lugar en la mañana del domingo 10 de septiembre, recogía del suelo algún trozo de los vitrales como propio. Los segmentos que pude recolectar junto a las fotografías, fueron determinantes para la construcción de los nuevos vitrales en cuanto a la forma de los bellotes, los detalles de carpintería y la técnica tradicional de encastrado y acoplamiento entre los mismos.

Esta fue una parte muy sensible de la obra que el Maestro Taboada se empeñó en rescatar. Recuerdo que en una Reunión que tuvimos, en la que estaba presente también la proyectista Vivian, donde abordamos el tema, me contaba que, a petición suya, el Ministerio de Cultura les había cedido a dos restauradores de madera del Museo Nacional para realizar la reconstrucción de estos elementos de gran valor patrimonial.

En esta ocasión, la cual fue una sesión de trabajo extensa —a pesar de la salud del Maestro—, nos decía que no sabía cuándo podría regresar y nos exigió que, dadas las circunstancias en relación con la destrucción de los vitrales —presentes en la memoria y el recuerdo de la ciudad y permanentes en cada fotografía tomada y postal de la Plaza Vieja— estos debían reconstruirse igual a los originales.

Cuando analizamos la situación de la abertura de la logia hacia la plaza, se pudo comprobar cómo el diseño de los tabiques de ladrillo y carpintería panelada que cerraban ambos extremos de la logia eran

una solución que contrastaba en relación con lo que sucedía en los vanos centrales. Este fue un tema de amplia discusión, pues el Maestro Taboada, aún considerando estos argumentos, optó por mantener el cierre de dicho espacio.

La portada se encontraba en buen estado, solo se pudieron constatar la existencia de suciedades, mugre y algunas pérdidas de material y pequeñas partes en la zona baja, debido a golpes provocados por el paso de equipos hacia el interior, etc.

El portón se encontraba desajustado y trabado su mecanismo de giro; faltaban muchos clavos de bronce que adornaban la puerta y el bocallave había sido retirado, con anterioridad, y mandado a reproducir para poner el original a resguardo. No se presenció la existencia de insectos, ni de afectaciones por causa de estos en las maderas del portón, tanto la estructura de bastidor, como los tablonos de caoba solo presentaban golpes y rasponazos provocados por el mal uso.

En relación con la estructura de madera que cubre la logia y el techo de armadura de pares del salón principal, así como la correspondiente cubierta de tejas criollas sobre estos, nos llamó la atención cómo está parte tan importante y sensible, a diferencia de otras casas en la que hemos intervenido, se encontraba en muy buen estado constructivo. Al analizar la evidencia documental supimos, por las fotografías, que en la intervención anterior el Maestro Taboada había mandado a desmontar los techos, acción que es necesaria para poder realizar una correcta restauración de los mismos. Luego de armados los techos, con la reposición de las piezas dañadas, se completaron las decoraciones de lacerías en los tirantes pareados y ligaduras, siguiendo las huellas presentes en los mismos.

ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN Y ACCIONES DE RESTAURACIÓN.

La estrategia de obra fue, en primer lugar, proteger lo existente con el apuntalamiento estructural y protección de los elementos de valor en el edificio. Este primer paso nos garantizaba poner a resguardo la obra y sus partes; evitar algún posible colapso estructural o pérdida de algún elemento de valor y nos daba la posibilidad de realizar todos los estudios y toma de decisiones correspondientes.

Comenzando desde la parte superior hacia abajo, se revisaron las cubiertas de tejas criollas y se sustituyeron las piezas que estaban rotas o quebradas. Se volvió a reestablecer el caballete y se limpiaron, de costra y mugre, las cobijas y canales. Se reestableció el mortero de colocación y asiento donde se requería, utilizando morteros a base cal y arena fina 1:3 con 5% de cemento, para garantizar la hidraulicidad de la mezcla.

Una de las más importantes decisiones tomadas fue la de invertir la pendiente de las terrazas planas sobre las galerías en la zona de cubierta, de esta forma se eliminaba la evacuación de las aguas pluviales, a través del interior de los muros. Por ello, una de las primeras acciones que realizamos fue la construcción de una nueva instalación colectora, de mayor diámetro, sobre las 6", para evacuar las aguas. Al remover y volver a construir las terrazas de cubierta, se aligeró el peso del relleno, de forma notoria. La solución adoptada fue la tradicional, la de Enrajonado y Soldadura, con losas de barro cocido de 14 x 28 (cm) colocadas a diente de perro, con mortero a baño flotante de cemento y tercio, con una proporción de 1:12.

En la zona de fachada se restauró el colgadizo sobre el balcón, en el cual se sustituyeron vigas de madera, tablazón y matajuntas, y se restauró la viga de

hormigón de cierre, realizada en la intervención anterior, utilizando productos químicos de nueva tecnología, como convertidores de óxido y morteros para la restauración de hormigones. Se colocó un nuevo guardapolvo y toda la estructura del colgadizo se cubrió con losas de barro colocadas en soldadura y en zabaleta, para evitar la escorrentía de agua a través del muro.

Teniendo en cuenta la pérdida de quizás uno de los elementos más valiosos y distinguidos de esta fachada, la carpintería de cierre de la logia y los vitrales, se hizo un estudio comparativo en cuanto a la imagen y la expresión de la obra, verificando cómo se podría ver el edificio, si se eliminaban los cierres antes comentados y, por consiguiente, se restituían los cinco arcos de fachada.

La imagen obtenida fue tan impactante, como categóricamente convincente, en este punto el Historiador de la Ciudad, el Dr. Eusebio Leal Spengler, quien estaba al tanto de todo cuanto ocurría en la obra solo pronunció unas pocas palabras: «¿Qué estás esperando? Hazlo cuanto antes...».

Sus palabras fueron determinantes y de forma inmediata comenzamos los trabajos. Se realizaron los cinco vitrales guiados por las fotografías existentes y el trabajo realizado por la escritora Yolanda Aguirre



Figura 8
Trabajos de restauración en la fachada. (Imagen tomada por el autor)



Figura 9
Montaje del vitral central después de su reconstrucción. (Imagen tomada por el autor)



Figura 10
Colocación de los cinco vitrales. (Imagen tomada por el autor)

sobre los vitrales de La Habana Vieja. Se mantuvo el diseño original para el vitral central y se tomaron como referencia los otros dos para solucionar los vanos de los extremos. Este fue un cambio de imagen importante, no solo se restablecía la logia del edificio, sino que la imagen del mismo se volvía más coherente al ser todo el conjunto, parte de la misma fachada. Este evidente cambio de imagen fue poco a poco aceptado por todos, según las palabras del propio historiador, no nos habíamos percatado de cuanto lo estaba pidiendo el propio edificio.

De igual forma, fue restituida, restaurada y reconstruida la carpintería de tipo francesa y en este punto, aún tenemos una pequeña deuda que en algún momento tendré que saldar. Según el Maestro Taboada, la carpintería original de la logia era de tipo francesa, como fue realizada, pero las originales, además de los muñones en los extremos de cada tablilla, tenían una pieza vertical unida a cada persiana por medio de goznes para manipular la abertura y cierre de las mismas.

En el muro de fachada, después de corregidas las fuentes de humedad y escorrentías de agua, se restauraron los enlucidos que imitaban la piedra uniforme en un muro compuesto, originalmente, por sillares, mampuestos y ladrillos. Se restituyeron las juntas a

relieve que semejaban el despiece de un muro realizado, de forma única, con sillares y se completaron y rectificaron los esgrafiados.

En el balcón, se sustituyeron los canes en mal estado y las vigas del entramado, así también, se reemplazaron los elementos más dañados, como los matajuntas y guardapolvos. La sustitución de las partes deterioradas, cosa que no se pudo realizar en la intervención anterior por falta de recursos, nos permitió eliminar los rellenos y contra fuertes sobre las vigas y así devolverle a la estructura su cota original. Así mismo, comenzaron a aparecer las bases de las columnas enanas, las cuales habían quedado bajo el nivel del piso de barro.

Se restauró la baranda de hierro con el completamiento de las partes faltantes y el tratamiento del material oxidado; aprovechando la ubicación de porta lámparas, se diseñó y construyó un elemento adicional para sujetar semejante estructura de hierro forjado tan extensa y al mismo tiempo maciza, a lo largo de todo el frente de fachada.

En la estructura de madera del portal, se sustituyeron las vigas de madera y tablazón dañadas, con la total recuperación y recolocación del piso de mármol de la logia en la planta alta.

Las piezas de carpintería hacia el portal, tanto en la planta baja como en el entresuelo fueron restauradas, donde en la mayoría de los casos solo se tuvo



Figura 11
Salón principal del edificio. (Imagen tomada por el autor)

que sustituir la tablazón clavadiza, propia de la carpintería tipo española.

Para la restauración del portón principal, una vez que pudimos reactivar los mecanismos de giro, los bujes de bronce, y siguiendo las indicaciones y el consejo del Maestro Taboada, de nunca desmontarlo y realizar su restauración en el lugar, solo fue necesario desmontar el postigo para realizar los arreglos necesarios y completamientos de la madera. Se restituyeron los clavos decorativos de bronce y se restauraron los herrajes originales de cierre que aún se conservaban. En relación con el bocallave, este será colocado cuando se termine la obra.

Finalmente, en el portal se retiró todo el piso de losas de cemento y se colocaron, de forma provisional, losas de 40 x 40 de piedra, como las antiguas. En el futuro se colocarán nuevos pavimentos en los portales de toda la Plaza Vieja.

CONCLUSIONES

Al culminar esta primera etapa del proceso de intervención, es seguro que es el consenso de todos los que intervenimos en la recuperación de este importante edificio, el gusto por haber podido realizar la obra con alta calidad y maestría en la ejecución, teniendo en cuenta el volumen y la proporción de los trabajos de restauración llevados a cabo.



Figura 12
Fachada restaurada en la 1ra etapa de intervención. (Imagen tomada por el autor)

La realización de esta obra sirvió para educar y enseñar a un grupo de estudiantes de la Escuela Taller del Centro Histórico, en la conservación del patrimonio, a partir del aprendizaje, la práctica de los oficios tradicionales y la restauración. Muchos de estos jóvenes, actualmente, se están incorporando a las obras que se realizan en el Centro Histórico para comenzar su vida laboral.

De esta forma, la Dirección de la Oficina del Historiador y la Dirección de Patrimonio, así como la Dirección de Inversiones del Centro Histórico, tomaron la decisión de realizar el traslado de la Dirección de Gestión Cultural de la Oficina del Historiador de La Habana a su nueva sede, la primera parte restaurada del antiguo Palacio de los Condes de San Juan de Jaruco y Santa Cruz de Mompox.

Todos los involucrados en esta restauración, hemos tenido la satisfacción de que las reuniones, actividades y festejos que se realizaron en el Centro Histórico de La Habana, en conmemoración del 504 Aniversario de la Ciudad, tuvieron como sede el salón principal y la logia del antiguo Palacio de San Juan de Jaruco y Santa Cruz de Mompox.

NOTAS

1. De esta forma bautizó Sebastián de Ocampo a la Bahía de La Habana cuando realizó el bojeo a Cuba en 1509 y entró en la bahía donde encontró sitio seguro donde carenar sus navíos.
2. Corsario Francés, conocido también como el Ángel exterminador, quien saqueó e incendió La Habana en el año 1555.
3. Primer nombre que tuvo la Plaza, luego fue Plaza vieja cuando se construyó la Plaza del Cristo. Posteriormente con el transcurso del tiempo tuvo varios nombres entre los que se destacan: Plaza Real, Plaza Mayor, Plaza del Mercado, entre muchos otros hasta llegada la modernidad en que se le volvió a llamar Plaza vieja.
4. En el año 1733 comienza la construcción de la casa para la familia en la Plaza vieja. Fue Abogado de los Reales Consejos, Fiscal de la Real Hacienda y Alcalde ordinario de La Habana, en el año 1770, Su Majestad el Rey Carlos III, le concedió el título de Conde de San Juan de Jaruco por haber fundado una población con este nombre a 8 leguas de La Habana en dirección a la ciudad de Matanzas.
5. Aunque originalmente su origen es romano, se le conoce como teja árabe por el gran uso que tuvo en la

arquitectura mudéjar desarrollada en la península ibérica durante el período Al-Ándalus. Posteriormente tras la conquista del nuevo mundo nos llegó como herencia a América. Es muy probable que en los inicios nos llegase como lastre en los navíos, lo cierto es que a partir del momento en que se comienzan a producir en Cuba se les llamó Tejas criollas.

6. Sistema constructivo ampliamente utilizado en Cuba para la impermeabilización de cubiertas planas que consiste en la utilización de material de relleno que funciona como un hidro-acumulador de agua con una cobertura de losas de barro colocadas a espina de pez o diente de perro, como comúnmente se le conoce en Cuba.
7. Nombre genérico que se utiliza para denominar las losas de piedra volcánica originaria de las Islas Canarias que se usaban en las plantas bajas de las casas señoriales habaneras. Para los patios interiores se colocaban a Cartabón con dimensiones de 40 x 40 (cm) mientras que para las galerías y portales de usaban de 40 x 60 (cm) y se colocaban a Matajunta. Desde la primera mitad del siglo XVIII se comienza a emplear en Cuba la piedra de San Miguel, piedra arenisca calcárea semejante que se localizaba en las cercanías de La Habana.
8. Tipo de decoración que se realiza en los Tirantes pa-reados y Ligaduras de los techos de Armadura de maderas desarrollados durante el período colonial en La Habana.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aguirre, Yolanda. 1971. *Vidriería, Lucetas y óculos de La Habana Vieja*. La Habana: Instituto Cubano del Libro.
- Babe, Ruano. Manuel. 1986. *Mantenimiento y reparación de edificios*. La Habana: Ed. MES. Biblioteca ISPJAE.
- Eguren, Gustavo. 1986. *La fidelísima Habana*. La Habana: Editorial Letras Cubanas.
- Pezuela, J. d. 1863. *Diccionario geográfico, estadístico, histórico, de la Isla de Cuba*. Madrid: Imprenta del Establecimiento Mellado.
- Puig, F. P. 1947. *El Pre Barroco en Cuba*. Barcelona: Diputación de Barcelona.
- Roig de Leuchsenring, Emilio. 1963. *La Habana. Apuntes históricos*. La Habana: Ed. Consejo Nacional de Cultura.
- Santana, G. Alicia. 2008. *Las primeras villas de Cuba*. Guatemala: Ediciones Polymita.
- Toraya, J. d. 2001. *500 años de construcción en Cuba*. La Habana: Chavín.
- Torre, J. M. 1857. *La Habana Antigua y Moderna*. Habana: Imprenta de Spencer y Compañía.
- Torres, C. E. 2012. *La toma de La Habana por los Ingleses*. La Habana: Biblioteca Nacional de Cuba.
- Weiss, J. E. 1978. *Techos coloniales cubanos*. La Habana: Editorial Arte y Literatura.
- Weiss, J. E. 2002. *La Arquitectura Colonial Cubana. Siglos XVI al XIX*. La Habana - Sevilla: Junta de Andalucía.
- Wright, I. A. 1927. *Historia documentada de San Cristóbal de la Habana en el siglo XVI*. La Habana: Imprenta del siglo XX.

Arquitectura Militar de la Española. Siglos XV-XVIII

Risoris Silvestre

ARQUITECTURA MILITAR MEDIEVAL

La isla de La Española, descubierta por Cristóbal Colón en 1492, fue el primer territorio donde los Reyes Católicos establecieron su reino en el Nuevo Mundo. Desde allí, los exploradores castellanos partieron a descubrir y conquistar tierras desconocidas, expandiendo la cultura, ideales e intereses de la sociedad europea a las extensas áreas que el azar brindaba.

Estas conquistas representaron para la Corona española la ampliación de sus territorios y dominios, realizadas a través de la guerra contra los habitantes originarios, utilizando sus conocimientos militares para derrotar a los pueblos y tomar posesión de sus tierras.

El levantamiento de instalaciones militares para la protección de las tropas eran parte de las estrategias de ofensiva que fueron utilizadas por los conquistadores para dominar a las poblaciones originarias. Estas se comenzaron a construir desde el primer viaje de Cristóbal Colón en diferentes puntos de la isla, en lugares cercanos a los poblados nativos, a fin de permitir controlar fácilmente sus actividades guerreras.

De estas primeras fortalezas no quedaron vestigios que pudieran indicar su forma, ni su ubicación exacta, ya que fueron construidas en materiales naturales perdiéndose muy pronto. Solamente quedaron los cimientos de los restos de la casa fuerte de Cristóbal Colón, en La Isabela, primera villa española en el Nuevo Mundo localizada al norte de la isla. También se conservan restos de un torreón de tapia en la Nueva Isabe-

la, primera villa levantada en la margen oriental del río Ozama (Veloz Maggiolo y Ortega 1992, 15).

La ciudad de Santo Domingo es el primer asentamiento europeo permanente levantado por los conquistadores en el Nuevo Mundo, donde se conservan una serie de primicias arquitectónicas que la han convertido en Patrimonio de la Humanidad. Dentro de estas se destaca la fortaleza de Santo Domingo, donde fue construida la primera torre del homenaje, que aún permanece.

Estuvo terminada para 1507, colocada estratégicamente en la boca del río Ozama, lo que protegía a la ciudad del desembarco de ejércitos enemigos, convirtiéndola en el recinto militar más importante de defensa. Esta torre del homenaje, construida por Nicolás de Ovando, ha quedado como testigo de la herencia de la arquitectura medieval española, ya que, al mantenerse como recinto militar desde la colonia, pudo ser preservada, con algunos anexos que fueron agregados durante su largo tiempo de permanencia.

La fortaleza estaba edificada con las técnicas constructivas que se utilizaban desde la antigüedad, ya que las armas de combate se mantenían sin transformaciones. La idea básica de la fortificación medieval era un muro alto y grueso para mantener al enemigo lo más alejado posible, pero que al acercarse pudiera ser abatido por todos los frentes (Villena Pardo 2001)

Este recinto consta de una torre de tres plantas, con una altura total de 18.5 metros. A partir de la segunda planta se levanta un torreón circular cuyo volumen resalta en el ángulo sureste de la torre, donde se desarrolla una escalera para llegar a la tercera



Figura 1
Torre del Homenaje, Fortaleza de Santo Domingo, muro de tapia

planta, permitiendo la posibilidad de divisar el horizonte a mayor altura.

En esta se conservan las tradiciones militares medievales a través de sus elementos: almenas, aspilleras, garitas, una alta torre y gruesos muros, que la definen como la primera arquitectura militar medieval levantada en tierras americanas por los conquistadores

En el lado este de la torre, se anexó un cuerpo rectangular de dos plantas y varios espacios, donde se encuentran, la casa del alcaide, un aljibe y un área para habilitar artilleros, formando un patio trapezoidal que protege la entrada a la torre. La torre está construida con fuertes muros de mampostería, entre 1.60 y 4 metros de ancho, con las esquinas reforzadas en piedra, igual que los huecos de las puertas. Bóvedas de ladrillo cubren la primera y la segunda planta. La bóveda de la primera planta se



Figura 2
Torre del Homenaje, Fortaleza de Santo Domingo, fachada sur



Figura 3
Aspillera. Torre del Homenaje, Fortaleza de Santo Domingo

apoya en los muros norte y sur, y la de la segunda planta en los muros este y oeste, disposición que distribuye la carga en los cuatro muros, evitando el empuje de las paredes y asegurando su estabilidad. (Rubio 2007, 13; Ugarte 2011, 56)

A pesar de que ya se tenían los conocimientos de la arquitectura militar de transición, habiéndose edificado el fuerte de San Diego en 1539, en la ciudad se continuaba construyendo con el antiguo sistema medieval, producto del bajo presupuesto con que se contaba para la construcción de la defensa de la ciudad y la ausencia de maestros expertos en arquitectura militar. Para 1566 se construyó en mampostería la cerca de la fortaleza, con una muralla coronada de almenas y, como puerta de entrada, dos torreones circulares unidos con un arco de medio punto. Se construyó tam-

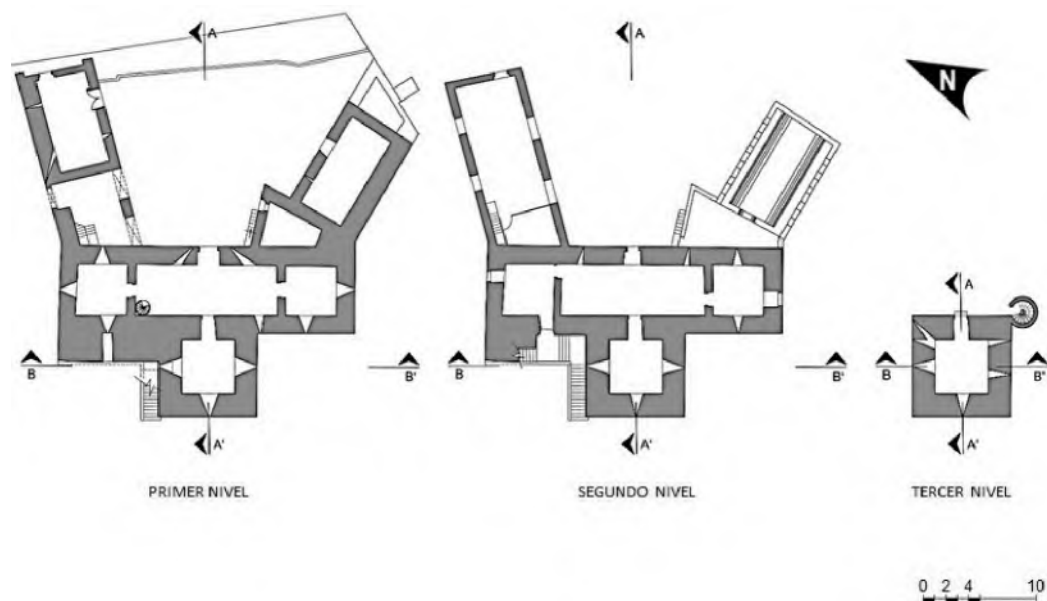


Figura 4
Planta de la Fortaleza de Santo Domingo

bién el fuerte de Santiago, del cual permanecen unos arcos de medio punto en ladrillo (Rubio 2003,82)

Pero la preocupación por las defensas continuaba en las autoridades, puesto que la ciudad se mantenía sin un cerramiento efectivo. Solamente la fortaleza protegía la entrada por el río, pero quedaban expuestos los lados este y oeste, ya que había varias playas como puntos vulnerables, por donde se podía produ-



Figura 5
Muralla de la Fortaleza de Santo Domingo. Mampostería

cir el desembarco de las tropas enemigas y estas acercarse a pie (Utrera 2014, 2: 129).

Para resolver esta situación, en 1543 se consiguió comenzar una muralla para proteger el lado oeste, bastante alejado de la zona urbanizada. Solamente se levantaron tres puertas, la más al sur llamada, puerta de la Sabana, seguida de la puerta de San Genaro, y más al norte la puerta que posteriormente se llamó la Puerta de Lemba (Utrera 2014, 1: 393). Estas puertas se construyeron muy simples, sin los elementos de protección que se utilizaban en la arquitectura medieval, como rastrillos, puentes levadizos, fosos o matacanes. Tampoco se realizaron adaptaciones a la nueva poliorcética, demostrando, una vez más, las limitaciones de presupuesto y la ausencia de ingenieros militares con los conocimientos necesarios en arquitectura militar.

Estos trabajos fueron suspendidos muy prontamente, dejando inacabado el cerramiento, ya que todo el lado norte permanecía sin protección, lo que podía permitir la entrada a la ciudad de cualquier agresor. Esa debilidad quedó demostrada con el ataque del corsario inglés Francis Drake en 1586, quien pudo penetrar fácilmente permaneciendo por un mes saqueando e incendiando la ciudad (Utrera 2014, 2: 49).



Figura 7
Fachada este de la Puerta de San Diego

de ralentizar los proyectiles enemigos. Se debían eliminar las defensas verticales como los balcones, la-droneras y matacanes (Villena Pardo 1988).

En la ciudad de Santo Domingo estas soluciones se introdujeron desde la primera parte del siglo XVI reforzando los lados de la fortaleza, tanto por el lado del río como por el lado de los arrecifes, ya que era la única construcción militar de la ciudad. Entre 1533 y 1549 se levantaron del lado de los arrecifes el fuerte del Estudio y el fuerte de San Gil, más alejado de la fortaleza, como un puesto de vigilancia. El diseño mantenía la forma redonda de uso medieval, sustituyendo las almenas por los merlones, colocados en el techo, sin rampas que permitieran el ascenso de los cañones (Aleamar 1980, 240-241).

Por el lado este, en la ribera del río, se levantó el fuerte de San Diego en 1539, como una plataforma de tiro ovalada que permitía el movimiento de los cañones, encima de la cual se colocaron los merlones con un ángulo que permitía el giro para poder disparar en un amplio radio. Se puede considerar que este es uno de los primeros fuertes que se construyó en América y el primero en la isla, donde se incorporaron los elementos de la arquitectura de transición que se estaban introduciendo en la arquitectura militar en Europa (Mañón Arredondo 1980, 4; Utrera 2014, 1: 305; Prieto Vicioso y Martín de Almánzar 1997).

Considerando el río como la entrada principal a la ciudad, la puerta de San Diego fue iniciada en 1549. Es una sencilla puerta cuya abertura forma un ángulo esviado hacia el lado oeste, con aspilleras en la parte

baja. Es la única puerta construida con elementos decorativos, por su importancia, ya que era la única entrada a la ciudad por donde se recibían a todos los visitantes (Utrera 2014, 2: 389, 392; 3: 75).

Aunque ninguno de estos fuertes presentaba diseños muy avanzados, se ocuparon de anexas los nuevos elementos diseñados para facilitar el movimiento y el tiro de los cañones, introduciendo a la colonia desde muy temprano la arquitectura militar de transición. La piedra coralina y la mampostería seguían siendo los materiales empleados por su fácil extracción de las canteras del norte de la ciudad (Utrera 2014, 2: 49, 146; Ugarte 1977, 283).

Por las condiciones económicas de la isla, y su pérdida de importancia como posición estratégica, no se construyeron nuevos reductos militares hasta la invasión que fue perpetrada por el gobierno inglés a las órdenes de Penn y Venables en 1655. Para repeler esta invasión fue enviado el conde de Peñalba, quien arribó a la isla el 12 de abril de 1655 dedicándose inmediatamente al reforzamiento de las instalaciones militares del lado sur y oeste, previendo que el desembarco se haría por el lado oeste, como lo había hecho Drake anteriormente.

Las modificaciones consistieron en aumentar la capacidad de los torreones del Estudio y San Gil, y la altura de la muralla. En el lado oeste se reforzaron la puerta de la Sabana, para colocar cañones de defensa en la parte oeste, cuyos restos se puede apreciar actualmente (Pérez Saviñón 2000).

En la puerta de San Genaro, se construyeron dos cubos de mampostería para soportar un piso de ma-



Figura 8
Puerta de la Sabana, hoy Puerta de la Misericordia



Figura 9

Vista aérea de la Puerta de la Sabana (hoy Puerta de la Misericordia) donde se aprecian los cimientos de los torreones



Figura 10

Puerta del Conde

dera donde se colocaron los cañones, introduciendo los elementos de la arquitectura militar de transición. Entre estas dos puertas se construyó un baluarte moderno con capacidad para seis piezas de artillería, y se completó el cerramiento de la parte norte de la ciudad con tres baluartes modernos, de los cuales no quedan restos (Ugarte 2011, 396-7).

Más tarde, en 1723 esta fue demolida por encontrarse en malas condiciones, construyéndose la edificación que se encuentra actualmente denominada como Puerta del Conde (Pérez Saviñón 2001, 42). Está formada por dos grandes cubos macizos de 9 por 10.82 metros que enmarcan la entrada, cubierta con una bóveda de medio cañón. Sobre el techo se abre la plataforma de tiro con cuatro merlones hacia el oeste y dos a cada lado norte y sur, con sendas garitas en las esquinas del lado oeste. También le fue agregado un foso con una forma triangular que permitía la protección de la puerta completa.

ARQUITECTURA MILITAR MODERNA

El progresivo perfeccionamiento del uso de la artillería de fuego convirtió el diseño de los medios defensivos en una prioridad militar, destinándose los esfuerzos de los ingenieros militares a continuar con los estudios para perfeccionar las defensas para contrarrestar el efecto demoleedor que significaba el ataque con la bala de cañón.

Se diseñaron nuevos elementos basados en estudios precisos de causa y efecto, llegando, finalmente, a perfeccionar el sistema. A esta arquitectura militar se le dio el nombre de arquitectura militar moderna,

por poseer las tecnologías propias del momento (De La Croix 1972).

El baluarte fue finalmente tomado como la solución más efectiva para combatir el impacto de la bala del cañón. Se compuso de una estructura geométrica, generalmente pentagonal, unida a la línea de murallas, aunque sobresaliendo de ellas con una plataforma para emplazar las piezas de artillería. Estaban diseñados como amplias plataformas triangulares compactadas sobre un terraplén macizo de tierra, retenido por sillares de mampostería o ladrillos, cuyas esquinas se trazaban con perfecta escuadra.

Esta figura poligonal, sobresaliente en el encuentro de dos cortinas convergentes, estaba compuesta de dos caras, formando un ángulo saliente, con dos flancos que se unían al muro, y una gola de entrada, mejora añadida en la segunda mitad del siglo XVI (Mora Piris, 2010, p. 21).

La primera obra abaluartada que se construyó en la isla fue el Castillo de San Geronimo terminado en 1634. Este pudo ser levantado con el dinero del Situado, una asistencia económica proveído por la Corona española en 1607, después de la pobreza que surgió por motivos de las Devastaciones de Osorio en 1605. Este dinero permitía sostener la administración burocrática, gran parte de las necesidades de la iglesia y a las familias canarias que se habían traído a poblar la isla (Cassá, 1996).

Fue construido del lado oeste de la ciudad, lugar considerado siempre como uno de los puntos débiles, por encontrarse cercano a varias playas. Este tenía una forma cuadrada, en cuyos ángulos de esquina se colocaron pequeños baluartes, con una capacidad de una sola pieza en cada uno, imperando



Figura 11
Imagen del Castillo de San Gerónimo a principios del siglo XX. (Vega Boyrie 2014)

una rígida simetría y rodeado de un foso con parapeto. En su centro se abría el espacio para la guarnición con capacidad para soldados, pertrechos de guerra y un aljibe. Este pequeño castillo no presentaba la majestuosidad de las fortificaciones modernas de otros puertos del Caribe, pero se reconocía por la rigurosidad de la traza y la eficacia de sus ángulos, con la misma disposición en todos sus lados (Alemar 2009, 25; Caro Álvarez 1973, 9; Walton 1976, 37).

Los demás esfuerzos de reforzamiento se centraron en adaptar las instalaciones de la fortaleza a la arquitectura abaluartada, considerando que era el único recinto completo, cuya posición estratégica lo convertía en indispensable para la protección de los

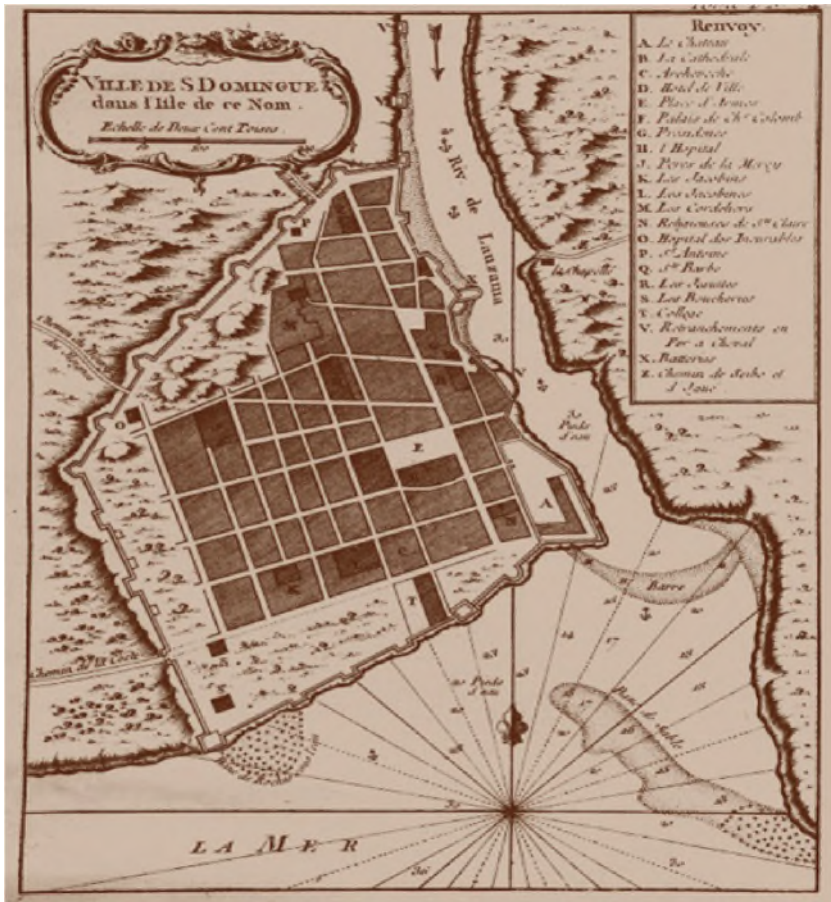


Figura 12
Plan de la Ville Espagnole de S. Domingue dans l'Isle de ce Nom. (Chez Checo 2008)



Figura 13
Baluarte de La Concepción

desembarcos que pudieran realizarse directamente a la ciudad.

En 1653 se sustituyeron las baterías que se habían construido en el siglo XVI, anexándole los merlones, aumentando su capacidad, constituyéndose la plataforma de tiro baja (Alemar 1980, 117). En la parte alta del recinto se construyó la plataforma de tiro alta, donde se han preservado ocho merlones. En el lado sur de la cerca medieval se sustituyeron las almenas por dieciocho merlones y la garita de la esquina.

Después de esta invasión de Penn y Venables, conscientes de la debilidad en las instalaciones militares, las autoridades se preocuparon por terminar el cerramiento de la ciudad, para lo que fue contratado al ingeniero Juan Bautista Ruggero en 1673, quien realizó un nuevo diseño de la muralla. Este vino acompañado de una orden de la reina española, Mariana de Austria, de destinar un dinero a cargo de la Caja Real de México para la construcción de la muralla que completaría el cerco.

El primer plano donde fue dibujada la muralla completa estuvo realizado en 1717, indicando que, para esta fecha, los trabajos se habían terminado completando la defensa de los acantilados en la parte sur.

Se construyeron siete baluartes en el frente norte: de oeste hacia el este, La Concepción, La Caridad, San Lázaro, San Miguel, San Francisco, San Antón y Santa Bárbara. Estos sobresalían de la muralla con dos caras y dos flancos, la mayoría con capacidad para una pieza en cada flanco y una en cada cara. La altura de estos bastiones era de 5.20 metros variando según el terreno. Estos, aunque poseen los elementos que pertenecen a arquitectura militar moderna: cara, flanco, merlones, rampas y terraplenes, eran muy pequeños, sin fosos de protección, y no presentaban la perfecta simetría que caracteriza la arquitectura militar moderna (Caro Álvarez 1973).

Por el lado de los arrecifes, se levantaron varios reductos, unidos por un parapeto de cuatro pies de altura, denominado batiporte. El lienzo corría desde el



Figura 14
Baluarte de Santa Bárbara

bastión de San Gil hasta la fortaleza de Santo Domingo.

Del lado este, a la orilla del río, lugar por donde habían comenzado las defensas para proteger la entrada de la ciudad, se anexaron el fuerte de La Atarazana y el del Angulo, con elementos de la arquitectura militar de transición, y se construyeron dos baluartes modernos: la batería del Almirante en el patio del Alcázar, y el baluarte El Invencible más cercano a la fortaleza, completando el cerramiento.

Los bastiones y los tramos de muralla fueron contruidos de piedra coralina, extraída de los arrecifes y de las costas cercanas, levantándose con grandes bloques labrados en forma de gruesos sillares, con los lados en talud, respetando el diseño de las formas abaluartadas de la arquitectura moderna.

Una vez terminado el cierre de la ciudad de Santo Domingo, las fortificaciones se tomaron innecesarias, ya que las hostilidades entre las potencias enemigas de España terminaron con el Tratado de Ryswick, en 1697. Con este tratado de paz se dio fin a la Guerra de

los Nueve Años, entre Francia, España, Inglaterra, los Países Bajos y el Sacro Imperio Romano.

Siendo la fortaleza la única representación del poder militar de la Corona, se continuaron anexando edificaciones dentro del recinto para su mejor desenvolvimiento. Se construyó el polvorín de Santa Bárbara, como un almacenamiento seguro para la pólvora, con muros de 4 metros de ancho. En 1787 se substituyó el portal original por el portal de Carlos III, con una función más bien decorativa, ya que no posee elementos defensivos.

Estas murallas, abandonadas y sin uso, para finales del siglo XIX, ante el crecimiento acelerado de la población, durante el gobierno de Ulises Heureaux se emitió un decreto que ordenaba abrirlas hacia el norte y el oeste, para permitir la extensión de las calles de la antigua ciudad. Con estas acciones, los remanentes de las murallas quedaron inservibles, consideradas un estorbo, permaneciendo sus restos escondidos entre los patios de las edificaciones que se construyeron sobre estas. Para 1887 la naturaleza



Figura 15
Muro de sillería. Baluarte de San José

contribuyó a borrar la memoria de la arquitectura militar, cuando una ola destruyó el baluarte de San Gil, que estaba construido en un extremo de la ciudad (Ugarte 1983). El castillo de San Gerónimo se destruyó en 1937 debido a una explosión de dinamita que estaba guardada en su interior (Mañón Arredondo 1991).

La destrucción del lado sur fue comenzada a inicios del siglo XX para construir el paseo Presidente Billini y permitir el disfrute de los ciudadanos de la vista al mar. El segundo tramo fue derribado en 1932 para ampliar el paseo, siendo actualmente la avenida George Washington. De ese tramo solamente fue preservado el baluarte de San José, un pequeño bastión de forma rectangular con una cara que mira hacia el mar (Aleamar 1980, 170, 240-1).

Para la década de 1970-1980, se revalorizaron las edificaciones de la colonia considerando su importancia como parte del patrimonio histórico de la nación. Se establecieron la Oficina de Patrimonio Cultural y la Comisión para la Consolidación y Ambientación de

los Monumentos Históricos de la Ciudad de Santo Domingo, desde donde se coordinaron los trabajos de conservación y restauración de las edificaciones patrimoniales. Se contrataron los profesionales adecuados para cada edificación, y se realizaron las investigaciones arqueológicas necesarias para apoyar los trabajos.

La muralla estuvo sometida a trabajos de consolidación y reconstrucción en diferentes tramos, rescatando algunos de los reductos donde se habían conservado suficientes elementos para proceder a su reconstrucción.

El sistema defensivo de la ciudad de Santo Domingo no se puede considerar como un ejemplo de la arquitectura militar de vanguardia, ya que la isla perdió su importancia estratégica muy temprano y las defensas se fueron construyendo prácticamente sin presupuesto. Además, nunca se consideró de mucha importancia la contratación de maestros expertos en arquitectura militar, ya que siempre se priorizó la arquitectura religiosa, resultando de muy poco valor arquitectónico los recintos militares.

El sistema constructivo utilizado, tapia, mampostería y sillares de piedra, no representa un sistema sofisticado de construcción, ya que se había estado utilizando en Europa desde la antigüedad.

LISTA DE REFERENCIAS

- Aleamar, Luis E. 1980. *La ciudad de Santo Domingo*. Editado por Pedro J. Santiago. Santo Domingo: Editora de Santo Domingo.
- Aleamar, Luis E. 2009. *Escritos de Luis Aleamar 1918-1945*. Compilado por Constancio Cassá. Santo Domingo: Academia Dominicana de la Historia.
- Caro Álvarez, José A. 1973. *Las murallas de Santo Domingo*. Madrid: Gráfica Martín.
- Casas, Bartolomé de las. 1985. *Historia de las Indias*. 2 vols. Santo Domingo: Ediciones del Continente, S.A.
- Cassá, Roberto. 1996. *Historia social y económica de la República Dominicana*. Decimotercera ed. Santo Domingo: Impresora Alfa y Omega.
- Charlevoix, Pierre Xavier. 1977. *Historia de la Isla Española o de Santo Domingo*. 2 vols. Santo Domingo: Editora de Santo Domingo.
- Chez Checo, José. 2008. *Imágenes insulares: cartografía histórica dominicana*. Santo Domingo: Banco Popular.
- Coste, Francisco. 1990. Informe de las excavaciones arqueológicas del Fuerte de San Gil.
- De la Croix, Horst. 1972. *Military Considerations in City Planning: Fortifications*. New York: George Braziller, Inc.

- Delmonte Urraca, Manuel. 12 de noviembre de 2017. "Artículos sobre las obras de la OPC en fechas 1967-1978". *Aclaraciones de la Historia* <https://manueldelmonte.wordpress.com/2017/11/12/articulos-sobre-las-obras-de-la-opc-en-fechas-1967-1978-4/>
- Listín Diario. 1936. Inauguradas tres importantes obras de gran embellecimiento para la Ciudad Trujillo. *Listín Diario*, 1, 5 (23 de octubre de 1936).
- Mañón Arredondo, Manuel de Jesús. 1972. El Baluarte de La Concepción, estudio histórico para su ambientación y restauración. Inédito. Centro de Inventario de Bienes Culturales, Ministerio de Cultura de la República Dominicana.
- Mañón Arredondo, Manuel de Jesús. 30 de agosto de 1980. Apuntes sobre el desaparecido fuerte de San Diego. *Suplemento Listín Diario*, 4.
- Mañón Arredondo, Manuel de Jesús. 1991. Recordando unas antiguas e ilustres piedras: Cómo desapareció el Castillo de San Gerónimo. *Listín Diario*, 8-A (22 de diciembre de 1991).
- Martín, Orquidea y Martínez, Adoris. 1993. Informe del proyecto de restauración Fuerte de San Gerónimo. Inédito. Santo Domingo: Oficina de Patrimonio Cultural.
- Mira Caballos, Esteban. 1995. Entorno a las primeras construcciones defensivas antillanas (1492-1550). *Anales del Museo de América*, 3: 111-8.
- Mora Piriis, Pedro. 2010. *Tratados y tratadistas de fortificación: siglos XVI al XVII*. Andalucía: Expobus. (Biblioteca Universidad de Sevilla) <https://expobus.us.es/files/original/52bd685749cafe78ed7fb07e300f545e98cc17ae.pdf>
- Moreau de Saint Mery, Médéric Louis Élie de. 1776. *Descripción de la Parte Española de Santo Domingo*. Santo Domingo: Editora de Santo Domingo.
- Moya Pons, Frank. 1997. *Manual de historia dominicana*. Santo Domingo: Caribbean Publishers.
- Palm, Erwin Walter. 1942. La Puerta de San Diego en Santo Domingo, un Monumento Plateresco. *Boletín del Archivo General de la Nación*, 23: 282-7.
- Palm, Erwin Walter. 2002. *Los Monumentos Arquitectónicos de la Española*. 3era ed. Santo Domingo: Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Inc.
- Pérez Saviñón, M. 2000. Puerta de la Misericordia o Torreón de la Sabana. *Boletín del Instituto Duartiano*, 20: 40-5.
- Pérez Saviñón, M. 2001. Apuntes sobre la Historia del Bastión Santiago y del Baluarte de San Genaro Cuna de la Patria. *Boletín del Instituto Duartiano*, 21: 39-44.
- Prieto Vicioso, Esteban y Martín de Almánzar, Orquidea. 1997. Fortificaciones históricas en la República Dominicana. En *Fortificaciones del Caribe, memorias de la reunión de expertos, Julio-Agosto 1996, Cartagena de Indias*, 1a ed.: 31-40.
- Rubio, Fray Vicente. 2003. La Segunda fortaleza de Santo Domingo. *Clío*, 166: 79-86.
- Rubio, Fray Vicente. 2007. La Fortaleza de Santo Domingo. *Casas Reales*, 25: 11-50.
- Ugarte, María. 1977. *Monumentos coloniales*. Santo Domingo: Museo de las Casas Reales.
- Ugarte, María. 1983. En los Acantilados de la Costa se Conservan los Restos del Fuerte de San Gil, el Más Antiguo del Frente Oeste. *El Caribe*, 3 D. (24 de diciembre de 1983).
- Ugarte, María. 23 de mayo 1992. Están reconstruyendo el fuerte de San Gil. *El Caribe*, 10. (23 de mayo 1992).
- Ugarte, María. 1984. La Puerta de San Diego Está Decorada en la Fachada que Mira Hacia el Río. *El Caribe*, 4 D. (29 de diciembre de 1984).
- Ugarte, María. 1996. "La Puerta de San Diego vuelve a tener escudos". *El Caribe*, 4. (14 de septiembre de 1996)
- Ugarte, María. 2011. *Fortificaciones coloniales de Santo Domingo: contribución a su estudio*. Santo Domingo: Ministerio de Cultura de la República Dominicana.
- Utrera, Fray Cipriano de. 2014. *Historia Militar de Santo Domingo (Documentos y noticias)*. 3 vols. Santo Domingo: Banreservas-Sociedad Dominicana de Bibliófilos.
- Vega Boyrie, Bernardo. 2014. *Antiguas tarjetas postales dominicanas de la colección de Miguel D. Mena*. Santo Domingo: Academia Dominicana de la Historia.
- Velazco Gómez, Minerva M. 2017. *Itinerario cultural de la carrera de Indias y su arquitectura defensiva*. Tesis doctoral, Andalucía: Universidad de Sevilla.
- Veloz Maggiolo, Marcio y Ortega, Elpidio. 1992. *La fundación de la Villa de Santo Domingo: un estudio arqueo-histórico*. Santo Domingo: Comisión Quinto Centenario.
- Villena Pardo, Leonardo. 2001. Arquitectura militar en la Península Ibérica. *La fortificación medieval en la Península Ibérica: Actas del IV Curso de Cultura Medieval (seminario)*. Centro de Estudios del Románico. Aguilar de Campoo, 21-26 de septiembre de 1992. Coordinado por Pedro Luis Huerta Huerta, 17-33. <https://www.scribd.com/document/409043937/1992-La-fortificacion-medieval-en-la-Peninsula-Iberica-pdf>
- Walton, William. 1976. *Estado actual de las colonias españolas*. Santo Domingo: Editora Santo Domingo.

Técnicas construtivas na arquitetura tradicional brasileira: São João del-Rei (Minas Gerais), 1700-1880

Marcos Vinícius Teles Guimarães

O estudo das técnicas construtivas empregadas ao longo da história é fundamental não só para a compreensão dos saberes que por si mesmas incorporam, mas também para a manutenção dos acervos edificados que remanescem na atualidade. Abordagens científicas e laboratoriais, baseadas em processos, materiais e recortes específicos são relevantes e necessárias nesse âmbito. No entanto, também cabe empreender abordagens mais amplas, no sentido de ilustrar as transformações da arquitetura em espectros temporais mais abrangentes. Na dimensão espacial, é válido considerar regiões e territórios extensos, bem como escolher exemplos de diversos lugares. Assim mesmo, também se mostra viável concentrar em uma escala mais local, fazendo daquele sítio ou povoação um objeto de análise.

Tal é o nosso caso no presente estudo, focado numa localidade brasileira do interior montanhoso do território, com sua origem remetida aos tempos de exploração do ouro a partir do início do século XVIII. São João del-Rei nos parece peculiar no sentido de sua posição dúbia, interiorizada em um sertão de difícil acesso, mas ao mesmo tempo conectada a importantes focos de irradiação cultural, com destaque para a cidade do Rio de Janeiro. A par do que ocorreu na capital carioca, os acontecimentos em curso na colônia proporcionaram um importante incremento nos processos de urbanização e na atividade da construção civil (Cavalcanti 2004, 272).

Apesar da diminuição na produção de ouro a partir de meados do Setecentos, a pujança econômica da vila sede da Comarca do Rio das Mortes não arrefeceu, pelo contrário, se manteve até um bem adentrado século XIX. A Vila sustentou inclusive a sua relevância político-administrativa, a despeito dos recortes sofridos em sua área de jurisdição, sendo elevada à condição de cidade em 1838 (Graça Filho 2002). Foi ainda palco de importante movimento cultural em torno de escolas, biblioteca, festas, música, teatro e da publicação de jornais (Vellasco 2004, 49-64).

Sendo assim, nosso recorte cronológico inicia na época de criação da povoação e termina com a chegada da ferrovia em 1881, abrangendo todo o século XVIII e boa parte da centúria seguinte. A par das transformações técnico-construtivas, dividimos o período em duas partes, coincidindo grosso modo a passagem entre os séculos com eventos de significativa relevância como a chegada da corte portuguesa e a abertura dos portos em 1808, sendo o ano de 1822 uma baliza definidora entre os termos «colonial» e «imperial».

Através de fontes empíricas, que envolveram observação *in loco* e levantamento fotográfico, bem como de recursos bibliográficos e documentais, reunimos um material que acreditamos valer à pena compartilhar com o público. Vejamos em que medida e de que formas as técnicas construtivas se transformam nesse peculiar contexto em torno da localidade de sanjoanense.

SÉCULO XVIII - PERÍODO COLONIAL

São muito raros os exemplares arquitetônicos remanescentes com tipologia referida aos primeiros tempos de existência da vila de São João del-Rei, sendo também escassos os registros de casos já extintos. Ainda assim, suas principais características podem ser assim sintetizadas: «A arquitetura de ocupação do território, nos primeiros 50 anos após a elevação da vila em 1713, caracteriza-se pela rusticidade de composição e acabamentos, com vãos assimétricos e utilização de «cachorros» como solução de beiral, além dos pés-direitos baixos e a opção única pela pureza de linguagem com caiação nas alvenarias e poucas opções de cores pigmentadas nas esquadrias.» (Dangelo, Brasileiro e Dangelo 2014, 52)

Esse tipo arquitetônico com raízes no século XVIII identifica-se nas casas térreas simples despojadas de motivos decorativos e sem maior sofisticação nos acabamentos arquitetônicos. Segundo Mello, «as fachadas... organizavam-se com grande simplicidade, com porta e janela – esta situada a meia altura das paredes, fechada com folha única e com forma sempre quadrada». (Mello 1985, 97)

Já não restam exemplares são-joanenses com essas características primitivas, mas ainda há remanescentes que remetem a uma antiga tipologia colonial. Um exemplo com beiral em cachorrada encontra-se na antiga Rua da Cruz (Figura 1).

As principais modificações do partido supostamente da época referem-se à pintura colorida nas paredes das fachadas, ao sistema de fechamento dos vãos e ao uso de calhas no beiral, introduzidas somente na segunda metade do século XIX. O sistema construtivo geral dessas casas consiste numa estrutura autônoma de madeira, a qual pode ser simplificada no caso de moradas térreas geminadas, em que peças de madeira podem ser compartilhadas e a alvenaria exercer alguma função estrutural. Nas paredes externas, em resposta a uma maior necessidade de resistência a intempéries, o preenchimento se dá momentaneamente por alvenaria de adobe. Já nas paredes internas, a vedação é realizada com paus e varas combinados com barro, o comumente chamado pau-a-pique ou taipa de mão (Figura 2).

A interface com o solo é usualmente apoiada ou preenchida com pedra, no sentido tanto de sustentar o peso como de isolar a umidade. As edificações se justapunham umas às outras, com as fachadas sobre a calçada. Os telhados, construídos com peças de madeira, contavam com cumeeira paralela à fachada frontal, dispondo de duas águas, uma para a rua e outra para os fundos da casa, onde comumente haviam quintais.

As janelas estariam tradicionalmente guarnecidas de folhas de madeira denominados escuros, compostos de tábuas sobrepostas ou encaixadas (Vasconcellos 1977, 156, 178), com abertura única em janelas



Figura 1

Fotografia de casas térreas na antiga Rua da Cruz. São João del-Rei, 2010. [Todas as fotografias sem indicação da fonte são de autoria de Marcos Guimarães, assinante deste artigo]

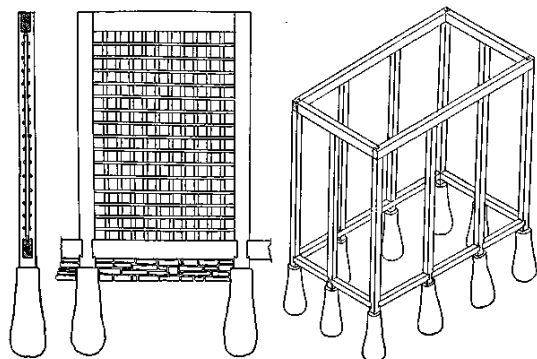


Figura 2
Desenhos de esquema estrutural com esteios de madeira e enchimento em pau-a-pique ou taipa de mão. (Santos 1951, 85)

pequenas e, mais tarde, com o aumento dos vãos, com duas folhas abrindo à francesa.

Tais escuros seriam semelhantes aos que, na atualidade, comumente permanecem atrás dos planos de guilhotina. Estas, por sua vez, se vulgarizariam na América portuguesa a partir de fins do século XVIII (Corona e Lemos 1972, 252; Santos 1981, 32). O uso de janelas de guilhotina supõe o acompanhamento de peças de vidro. Em Minas, as vidraças foram primeiramente aplicadas a partir de meados do século XVIII em edifícios de maior importância, tais como nos óculos e nas janelas altas e fixas de igrejas. Só posteriormente, em fins daquela centúria, passariam a ser usadas em residências de caráter mais nobre. Isso era devido, em parte, ao custo elevado e às dificuldades de aquisição e transporte do vidro, tendo-se em vista a indústria precária e a acomodação de peças de reduzido tamanho – em torno de 20 x 30 centímetros – na carga das sacolejantes tropas de muars.

O emprego de peças de vidro no casario corrente, no entanto, parece haver-se tornado comum somente em um bem adentrado século XIX (Corona e Lemos 1972, 285). Em 1817, o vidro ainda seria considerado um dos mais custosos materiais do interior do Brasil (Spix e Martius *apud* Vasconcellos 1979, 127). No sertão das Minas, por volta do ano de 1820, diferentes viajantes – Pohl, Cadcleugh, Saint-Hilaire – observaram a profusão de vidraças em núcleos urbanos mais importantes como Vila Rica e Vila do Príncipe, enquanto em localidades menores elas ain-

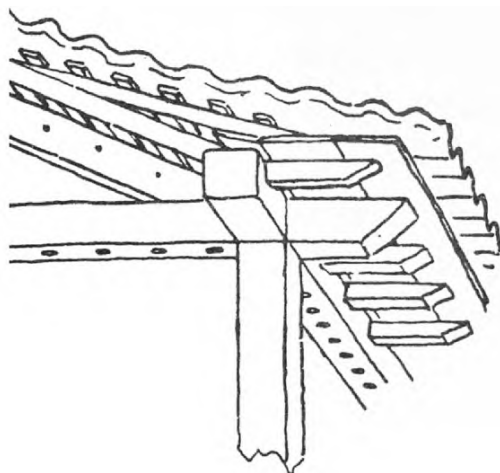


Figura 3
Desenho (detalhe) de estrutura de madeira e beiral em cachorrada para o caso da Igreja do Rosário, Santa Rita Durão, Minas Gerais. (Rodrigues 1975, 292)

da seriam bastante raras (Vasconcellos 1977, 120; Menezes 1964, 69-71). Em São João del-Rei, somente Luccock nota, ao passar pela Vila no ano de 1818, a presença de vidro restrita às sedes de repartições públicas e às residências particulares melhores (Luccock 1975, 302).

De fato, um dos motivos que mais diferencia o grupo de edificações em consideração são os cachorros, as pontas de caibros que se projetam em balanço sobre as fachadas a modo de beirais, que em série se denominam cachorradas (Figura 3).

O desenho de José Wasth Rodrigues corresponde a uma igreja mineira, mas pode ser generalizado para o casario. Os cachorros comparecem na sequência dos frechais, a sustentar um forro de tábuas ou guarda-pós, que, por sua vez, recebem o peso das telhas cerâmicas de capa e canal. O uso cachorrada remete aos ranchos dos primitivos arraiais mineiros construídos com paus roliços (Vasconcellos 1997, 354). Com a paulatina edificação de casas mais duradouras e o uso de telhas nas coberturas, as peças de madeira passariam por um redimensionamento e um maior trabalho de carpintaria. No caso de São Paulo, que supomos mais ou menos generalizável para o âmbito do sudeste da América portuguesa, os grandes beirais foram sendo encolhidos ao longo do período colonial (Reis Filho 2004, 91).



Figura 4
Fotografia de casa térrea no Largo do Rosário. (São João del-Rei, 2012)

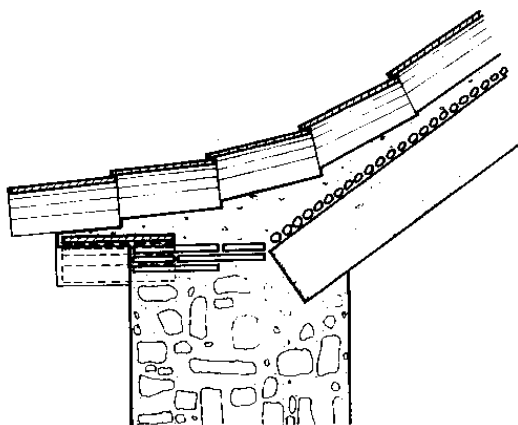


Figura 5. Desenho de detalhe construtivo de beiral em beira-seveira em casa tradicional do Algarve, Portugal. (Pinto 1997, 48)

Também de raízes coloniais é o acabamento do beiral em beira-seveira, em ocasiões chamado também de algeoz, definido por «camadas de telhas que, embutidas nas alvenarias das paredes, se projetam sucessivamente» (Ávila, Gontijo e Machado 1980, 26). A beira-seveira sanjoanense é quase sempre constituída de duas fiadas embutidas e uma outra de arremate no prolongamento do telhado. (Figuras 4 e 5)

No caso do Largo do Rosário, o beiral com telhas escalonadas encontra-se conjugado com os vãos retos guarnecidos de bandeiras fixas nas portas e de folhas de guilhotina nas janelas. Já a composição da envasadura, segundo os registros disponíveis, foi mantida em um caso e modificado em outro.

Não há referências cronológicas precisas, mas o seu uso no caso de Minas Gerais é equiparado ao da cachorrada, salvo nos primeiros anos de criação dos arraiais, quando ainda não se contava com telhas cerâmicas nas construções. A beira-seveira teria se manifestado em diferentes partes do Brasil, mas a localidade de São João del-Rei é indicada como um importante foco (Rodrigues 1975, 295, 314; Rodrigues 1979, 186; Ávila, Gontijo e Machado 1980, 19; Mello 1985, 259). Deveras, encontra-se ainda na atualidade uma significativa presença dos beirais com telhas escalonadas na cidade, inclusive em composições que remetem ao século XVIII.

Há um consenso sobre o fato de as casas do período colonial terem sido comumente revestidas com ar-

gamassa de cal e areia ou barro, e pintadas de branco no período colonial, sendo a própria cal a tintura mais usada em Minas Gerais. A pintura colorida, encorpada com cola animal ou óleos vegetais, seria usada para proteger e ressaltar as peças de madeira, ou seja, os marcos e escuros das envasaduras e os cachorros. As cores predominantes eram primárias e carregadas, obtidas através da extração de pigmentos em tons de amarelo, azul, vermelho e verde. Os caixilhos dos vidros seriam sempre pintados em branco, enquanto os elementos de ferro em cor preta. (Vasconcellos 1977, 160-161, 175; Vasconcellos 1979, 177-178; Vasconcellos 1999, 151-153; Smith 1975, 157, 179.

As casas térreas foram, por motivos construtivos e econômicos, as primeiras a serem construídas nas vilas mineiras e brasileiras no geral. Com o passar do tempo, começaram a ser edificadas sobrados, seja como extensão vertical de casas existentes, seja como substituição das mesmas. Eles teriam surgido, ainda, como novas construções em espaços vazios, ou no lugar de antigos quintais ou em áreas de expansão urbana. Tal fenômeno de verticalização foi fruto de fatores como o adensamento construtivo, o enriquecimento dos moradores, a simbolização de *status* social e o aproveitamento do desnível dos lotes (Vasconcellos 1977, 140-142; Vasconcellos 1997, 355-356; Reis Filho 2004, 109; Mello 1985, 98).



Figura 6
Fotografia de sobrado na Muxinga. (São João del-Rei, 2012)

No caso de São João del-Rei, o crescimento vertical das construções teria ocorrido lentamente ao longo da segunda metade do século XVIII. (Dangelo, Brasileiro e Dangelo 2014, 54). Muitos dos sobrados remanescentes com ascendência setecentista apresentam andares térreos com janelas de parapeito a indicar o uso residencial. (Figura 6)

Neles são percebidos componentes arquitetônicos e esquemas volumétricos comuns, determinados pelos telhados de duas águas a cair para a frente alinhada com a testada da rua. No caso da implantação em esquinas, tal esquema poderia sofrer variações. As janelas retangulares com fechamento em folhas de

guilhotina se repetem nos andares superiores arrematados por beirais em cachorrada.

Quanto ao interior das casas, os assoalhos seriam compostos por tábuas justapostas ligeiramente elevadas do solo. No caso dos forros, as tábuas poderiam estar igualmente justapostas ou sobrepostas em suas bordas, quase sempre em posição horizontal. Em casas mais nobre e sobrados, o forro poderia acompanhar as pernas das tesouras dos telhados, formando caixotões com bordas inclinadas, os chamados «forros em gamela». Em casos mais simples, poderia ser ainda utilizadas as esteiras de taquara trançada.

Quando avançamos na caracterização arquitetônica e na linha cronológica do século XVIII, começam a entrar em cena os vãos com vergas de arco abatido (Figura 7).

Esta cena de demolição deixa a mostra o esquema estrutural em madeira, preenchido por peças de adobe. Os arcos abatidos marcam uma grande presença no casario de São João del-Rei. Cabe lembrar, ainda, que seu aparecimento não significa necessariamente a substituição das vergas retas. Seja por um instinto conservador, seja pela maior simplicidade construtiva e econômica, as peças horizontais provavelmente continuaram a ser praticadas em alguma escala. Com efeito, Robert Smith afirma que «os quadros retangulares de portas e janelas continuaram a ser empregados em vários prédios modestos até o fim do período colonial» (Smith 1975, 167). Contudo, é bastante razoável aceitar o uso crescente das vergas alteadas ao



Figura 7
Fotografia de sobrado em demolição (fotografia e detalhe ampliado) na antiga Rua da Intendência. (São João del-Rei, data e fonte desconhecidas)

longo da segunda metade do século XVIII e primeiras décadas da seguinte centúria.

SÉCULO XIX - PERÍODO IMPERIAL

Ao longo do século XIX, uma série de transformações podem ser paulatinamente percebidas. De forma geral, predominam nas fachadas composições mais regulares e tendentes à simetria. É de se notar o aumento dos pés-direitos e consequentemente dos vãos, que passam a abrigar vergas predominantemente em arco abatido. O sistema construtivo se mantém em grande medida com base na mesma estrutura autoportante de madeira, preenchida com adobe ou pau-a-pique.

No entanto, os motivos de orientação clássica que permearam a arquitetura produzida em Minas durante o século XVIII passam a ser empregados de forma mais acentuada. As edificações remanescentes da segunda metade do Setecentos indicam uma maior apropriação do vocabulário clássico, seja pela maior consolidação das estruturas sociais e núcleos urbanos mineiros, seja pela mais acentuada circulação da cultura arquitetônica classicista tanto na Europa como em suas colônias (ver Patetta 1975). Os respectivos motivos, definidos em termos tanto decorativos como de partido, seriam evidentes em monumentos, mas também perceptíveis nas residências (Vasconcellos 1977, 191-192).

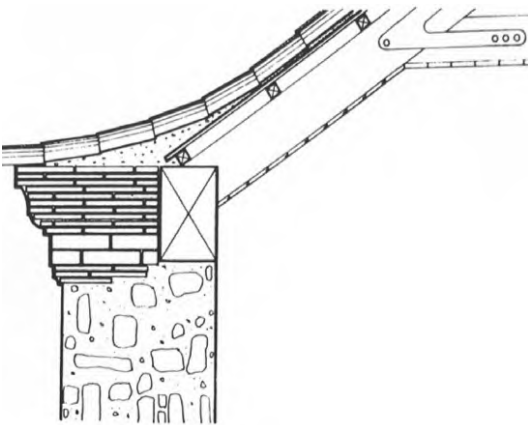


Figura 8
Desenho de detalhe construtivo de beiral em cimalha no Algarve, Portugal. (Pinto 1997, 50)

Um importante motivo de orientação clássica que apareceu no casario de São João del-Rei foi a cornija ou cimalha. Elas foram agenciadas no topo das fachadas, sob os beirais, e nas sobrevergas dos vãos. Juntamente a elas, a marcação de pilastras e cunhais passou a ser mais praticada. Supomos que esses elementos – beiral em cimalha, sobrevergas e pilastras – formavam um sistema que, em uma situação ideal, seria aplicado no conjunto da edificação.

Tanto as cimalthas como as sobrevergas seriam tradicionalmente lavradas em cantaria, em consonância com as molduras dos vãos de origem portuguesa. No casario de São João del-Rei, elas são construídas predominantemente com ladrilhos de barro queimado revestidos em massa, havendo ainda exemplos de sobrevergas em madeira, nunca em cantaria (Figura 8).

A técnica utilizada consiste na construção do perfil escalonado com peças relativamente finas de ladrilho, de modo a desenhar a protuberância projetada, conforme seja, sobre o topo da fachada ou sobre o vão. Em seguida, agrega-se a massa – usualmente feita de areia e cal – e corre-se por uma guia pregada à parede um molde, constituído por armação de madeira a sustentar uma chapa de ferro na vertical (Figura 9).

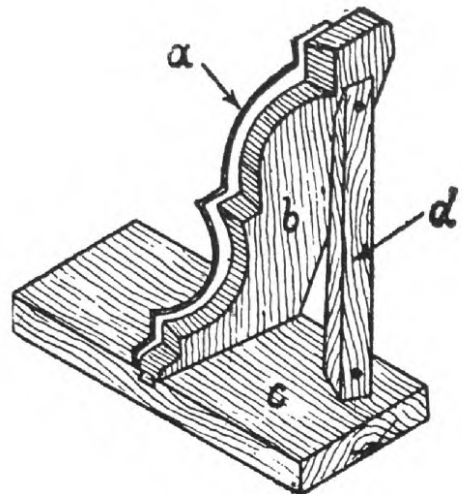


Figura 9
Representação de molde para correr molduras. (Segurado [sem data])



Figura 10
Fotografia de casa térrea na antiga Praça da Câmara (atual Praça Barão de Itambé). (São João del-Rei, 2015)

A chapa vai retirando o excesso de massa e desenhando os recortes da cimalha. Garante-se com isso tanto a sustentação estrutural como o perfil escalonado ou curvo da moldura.

Destaca-se no casario são-joanense algumas fachadas térreas que, por sua composição e pormenores, teria incorporado esses motivos clássicos de forma pioneira. Um exemplo corresponde a uma casa nobre com a extensa frente a definir um lado da Praça da Câmara (Figura 10).

A composição se caracteriza por uma maior variedade de ornamentação, incluindo a cimalha sob o beiral e as sobrevergas, pela portada central e pela simetria na distribuição dos vãos (Smith 1975, 163).

O estudo dos sobrados são-joanenses que teriam recebido de forma pioneira os motivos classicistas típicos do casario – regularidade de vãos, pilastras, sobrevergas e outros relevos – causou bastante confusão na tentativa de uma leitura tipológica. Além da limitação do número de casos, percebe-se uma intensa mudança construtiva ao longo do tempo, em que elementos arquitetônicos alternam entre a manifes-

tação e o desaparecimento. Ficou apenas sugerida alguma distinção cronológica de acordo com a maior ou menor presença de relevos decorativos nas fachadas ou com o tipo de perfil das molduras, sendo no geral ainda isentos de balcões nos pavimentos superiores. No geral, ainda contam com telhas sobrepostas ou cachorrada nos beirais e apenas sugerem relevos lisos nos limites laterais, topos ou bases das fachadas, só aparecendo mais tarde as faixas intermediárias. Entretanto, conta-se quase sempre com sobrevergas nos vãos.

Na esteira da introdução paulatina de motivos de orientação classicista no casario sanjoanense, figuram sobrados com janelas rasgadas atrás de balcões. Nesses exemplares, os relevos de fachada, com destaque para as pilastras e cunhais, ainda são relativamente discretos e continuam conjugados majoritariamente com beirais de telhas sobrepostas (Figura 11).

Quanto ao tipo de guarda dos balcões tradicionais da arquitetura luso-brasileira, não remanesce no âmbito de São João del-Rei qualquer exemplo em ‘vão e nó’ ou com balaustradas de ferro ou madei-



Figura 11
Fotografia de sobrado na antiga Rua da Prata. (São João del-Rei, 2012)

ra. Eles foram substituídos com o tempo ou quiçá nem tenham existido, dado o contexto cultural e econômico da Vila.

Na América portuguesa, essas grades mais leves, com fitas de ferro fundido a desenhar motivos de inspiração neoclassicista, seriam quiçá existentes a finais do século XVIII. Entretanto, elas só teriam se divulgado um pouco mais tarde, no início do Oitocentos. A abertura dos portos no ano de 1808 teria atuado de forma fundamental na chegada desses produtos de ferro de origem inglesa, juntamente com a maior difusão das peças de vidro. Estas, por sua vez, passaram a ocupar paulatinamente as portas e respectivas bandeiras atrás dos balcões. Medidas oficiais como a proibição das rótulas, promovidas a partir do ano de 1809, também fomentaram o uso das grades. Mesmo com a inundação de produtos estrangeiros e a pressão legal, as guardas metálicas ainda

tardariam bons anos para a sua generalização no casario do Rio de Janeiro e ainda mais tempo passaria para que chegassem ao interior do território brasileiro (Rodrigues 1975, 308; Marins 2001; Reis Filho 2004, 107-109; Menezes 1964, 90; Vasconcellos 1977, 190).

O momento seguinte de nossa história tipológica da arquitetura de São João del-Rei dá continuidade à consolidação de motivos de orientação clássica. Como veremos a seguir, há uma maior profusão de pormenores decorativos nos cunhais e entablamentos sob os beirais acimalhados, geralmente construídos em massa, bem como nas grades dos balcões e nas esquadrias das bandeiras fixas. Em nossa amostra figuram casas térreas, mas destacam-se especialmente os sobrados, alguns deles bastante abastados. Identificamos uma diferença nas edificações de acordo com o maior ou menor grau de rebuscamento e pro-



Figura 12
Fotografia de sobrado na Rua Balbino da Cunha. (São João del-Rei, 2012)



Figura 13
Fotografia de detalhe de balcão de sobrado na Rua Balbino da Cunha. (São João del-Rei, 2012)

fusão dos motivos construtivos e decorativos, o que nos levou à distinção de dois grandes grupos.

O primeiro grupo dá continuidade à consolidação do sistema classicista. Alguns exemplares arquitetônicos contam com motivos relativamente sóbrios, já claramente enquadrados em um sistema de composição. De forma geral, os vãos encontram-se distribuídos regularmente, sem qualquer distorção de alinhamento ou de distância entre si e com as extremidades das fachadas. A face frontal encontra-se emoldurada pelo esquema definido por alicerce e socos de pedra na base, pilastras laterais e entablamento. Tal é o caso do sobrado situado na antiga Rua de São Francisco (Figura 12).

O sistema clássico encontra-se aplicado com sofisticados cunhais encimados por capitéis, proeminente cimalha no arremate com o beiral e, ainda, com embasamento marcado em ressaltado e cor diferenciada no alicerce.

Os vãos apresentam-se todos com vergas em arco abatido e respectivas sobrevergas a modo de cornijas

A bandeira, por sua vez, apresenta um padrão com pinázios arqueados e entrecruzados, que resultam em um complexo corte de vidros. A sacada almofadada do balcão sustenta uma grade com padrão de fitas de ferro forjado em espiral e retorcidas, entremeadas por pequenas peças de ferro fundido em forma de flor ou estrela. Abaixo da sacada almofadada, figura um buzino metálico, engastado embaixo, entre a pedra e a parede, escoando a água de chuva captada no balcão.

Em um segundo grupo de edificações, entretanto, os elementos de orientação classicista das fachadas se consolidaram em composições mais sistêmicas, relativamente mais elaboradas e com detalhes mais sofisticados, que inclui regularidade, simetria, pilastras, cimalkhas e outras molduras. Nesse movimento de maior complexidade decorativa, estuques são agenciados principalmente nos cunhais e no topo das fachadas.

Os ornatos em estuque passaram a ser paulatinamente empregados no Rio de Janeiro a partir da chegada da corte e da abertura dos portos em 1808 e da



Figura 14
Fotografia de sobrado no antigo Largo do Tamarandé (Praça Severiano de Resende). (São João del-Rei, 2012)

vinda da denominada Missão Francesa em 1816, com destaque para os novos edifícios públicos e as habitações da Corte. (Santos 2014, 426-428) Tais novidades se disseminariam pouco a pouco para a arquitetura corrente e o território do interior do Brasil, incluindo Minas Gerais.

As técnicas de produção dos estuques são diversificadas, mas usualmente envolvem o uso do gesso, devido a sua propriedade de rápido enrijecimento. A aplicação varia desde o manuseio da massa diretamente sobre a superfície, até a produção de peças pré-moldadas e depois afixadas nas paredes (Segurado [sem data], cap. IX).

A variedade de desenhos de estuque sugere uma produção artesanal e criativa ou, pelo menos, uma diversificação de modelos de referência. As composições de fachadas não apresentam maiores novidades em relação ao grupo anterior, mas nota-se características diferenciadas como a maior proximidade das seqüências de vãos, as cercaduras mais estreitas e o uso mais comum dos balcões corridos.

Tal é o caso do casarão de três pavimentos construído por um rico comerciante até o ano de 1859, segundo antigas inscrições na fachada. (Figuras 14 e 15)

Destacam-se nesse caso o agenciamento de estuques decorativos de estilo classicista, agenciados nos cunhais, frisos e trechos horizontais intermediários da fachada. Nota-se também um maior rebuscamento no desenho dos pinázios da bandeira fixa, com peças de vidro recortadas em diferentes tamanhos e curvas. Nesse mesmo sentido, as grades metálicas dos balcões se apresentam com densos feixes e volutas estilizadas, além de um grande número de peças em ferro fundido.

Até aqui, foram focadas as tipologias do século XIX com motivos classicistas consolidados, que logo se derivaram em composições profusamente decoradas. Embora tenha sido difícil estabelecer referências temporais precisas, chegou-se grosso modo até o terceiro quartel do século XIX. Com o desenvolvimento dos transportes e a chegada da ferrovia – no ano de 1881 no caso de São João del-Rei – novos materiais



Figura 15

Fotografia de detalhe de esquina superior com balcão de sobrado no antigo Largo do Tamarandé (Praça Severiano de Resende). (São João del-Rei, 2012)

e ornamentos enriqueceram fachadas tanto existentes como novas. Destacam-se nesse âmbito três motivos arquitetônicos, a saber, os arcos plenos, as platibandas e a maior incidência de motivos decorativos em massa «soltos» nas fachadas, com uma arquitetura mais marcadamente ligada ao ecletismo (ver Lima 2001, 62, 124, 155; Lemos 1989, 95). Mas este é tema para uma outra abordagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem dos sistemas construtivos tradicionais de acordo com a linha cronológica da história da arquitetura brasileira permite situar o seu emprego de acordo com as transformações culturais, sociais e tecnológicas. Nesse ínterim, percebem-se dois movimentos: um de permanência ou inércia, com o prolongamento do uso de materiais, processos e saberes ao longo do tempo; e outro de transformação dos mesmos elementos que movem a arte de fabricação da arquitetura.

O caso de São João del-Rei em Minas Gerais se mostrou adequado a este panorama evolutivo, na medida em que seu acervo conta com edificações de dife-

rentes períodos. Nesse sentido, o seu estudo revela um leque de técnicas e resultados construtivos, que ora se repetem nos diferentes exemplos considerados, ora se diferenciam em uma rica variedade de nuances. Tal situação permite tanto a definição de grupos tipológicos, como a distinção de casos específicos e peculiares.

Nota-se a partir dessa abordagem mais bem panorâmica a necessidade de aprofundamento nas temáticas, de modo a abranger as diferentes partes e detalhes construtivos das edificações, não só civis, mas também institucionais. Futuras pesquisas envolvendo tanto suportes empíricos de observação, levantamento e prospecção, quanto os acervos documentais e bibliográficos que aguardam por maior investigação, certamente revelarão aspectos construtivos que dão sentido às edificações e dão subsídio para sua preservação e conservação.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- Ávila, Affonso; J. M. Gontijo e R. Machado. 1980. *Barroco mineiro. Glossário de arquitetura e ornamentação*. São Paulo: Melhoramentos.
- Cavalcanti, Nireu. 2004. *O Rio de Janeiro Setecentista. A vida e a construção da cidade da invasão francesa até a chegada da Corte*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Corona, Eduardo y Carlos Lemos. 1972. *Dicionário da arquitetura brasileira*. São Paulo: Edart.
- Dangelo, André; V. Brasileiro e J. Dangelo. 2014. *Memória arquitetônica da cidade de São João del-Rei. 300 anos*. Belo Horizonte: e.43.
- Graça Filho, Afonso. 2002. *A princesa do oeste e o mito da decadência em Minas Gerais. São João del Rei (1831-1888)*. São Paulo: Annablume.
- Lemos, Carlos. 1989. *Alvenaria burguesa. Breve história da arquitetura residencial de tijolos em São Paulo a partir do ciclo econômico liderado pelo café*. São Paulo: Nobel.
- Lima, Roberto. 2001. *Modelos portugueses e arquitetura brasileira*. Campinas: [edição do autor].
- Luccock, John. 1975. *Notas sobre o Rio de Janeiro e partes meridionais do Brasil*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: USP.

- Marins, Paulo. 2001. *Através da rótula. Sociedade e arquitetura urbana no Brasil, séculos XVII a XX*. São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP.
- Mello, Suzy. 1985. *Barroco mineiro*. São Paulo: Brasiliense.
- Menezes, Ivo. 1964. *Vãos na arquitetura tradicional mineira*. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura/UMG.
- Patetta, Luciano. 1975. *L'architettura dell'Ecllettismo. Fonti, teorie, modelli 1750-1900*. Milano: Gabriele Mazzotta.
- PINTO, Conceição. 1997. *Manual de reabilitação do patrimônio de Faro*. Faro: Câmara Municipal.
- Reis Filho, Nestor G. 2004. *São Paulo. Vila cidade metrópole*. São Paulo: Prefeitura de São Paulo.
- Rodrigues, José. 1975. A casa de moradia no Brasil antigo. Em *Arquitetura Civil I*, 283-318. São Paulo: FAUUSP/MEC-IPHAN.
- Rodrigues, José. 1979. *Documentário arquitetônico relativo à antiga construção civil no Brasil*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUSP.
- Santos, Ana Maria. 2014. As artes decorativas no Rio de Janeiro. Um panorama. Em *A Casa Senhorial em Lisboa e no Rio de Janeiro. Anatomia dos Interiores. Vol. 1*, editado por H. Carita, I. Mendonça e M. Malta, 424-442. Rio de Janeiro: Escola de Belas Artes/UFRJ; Lisboa: IHA/FCSH/UNL.
- Santos, Paulo. 1951. *Subsídios para o estudo da arquitetura religiosa de Ouro Preto*. Rio de Janeiro: Livraria Kosmos.
- Santos, Paulo. 1981. *Quatro séculos de arquitetura*. Rio de Janeiro: IAB.
- Segurado, João Emílio. [sem data]. *Acabamentos das construções*. Lisboa: Bertrand.
- Smith, Robert. 1975. Arquitetura civil no período colonial. Em *Arquitetura Civil I*, 95-190. São Paulo: MEC/IPHAN/USP.
- Vasconcellos, Sylvio. 1977. *Vila Rica*. São Paulo: Perspectiva.
- Vasconcellos, Sylvio. 1979. *Arquitetura no Brasil. Sistemas construtivos*. Belo Horizonte: UFMG.
- Vasconcellos, Sylvio. 1997. A arquitetura colonial mineira. Em *Barroco. Teoria e análise*, editado por A. Ávila, 351-367. São Paulo: Perspectiva.
- Vasconcellos, Sylvio. 1999. Contribuição para o estudo da arquitetura civil em Minas Gerais. *Topos*, 1: 148-163.
- Velasco, Ivan. 2004. *As seduções da ordem. Violência, criminalidade e administração da justiça. Minas Gerais, século 19*. Bauru: EDUSC; São Paulo: ANPOCS.

El cubo del Revellín de Logroño (1522-1525): un ejemplo de cubo artillero de la fortificación de transición

Diego Téllez Alarcia

Uno de los puntos más emblemáticos de la ciudad de Logroño sigue siendo su célebre «Cubo del Revellín». Situado en la esquina noroccidental de un recinto fortificado del que apenas se han conservado vestigios, ocupa un lugar protagonista en el imaginario colectivo de sus habitantes por vertebrar los festejos de sus fiestas patronales: San Bernabé. Y es que cada 11 de junio se reúnen en su entorno para conmemorar la resistencia de la localidad al cerco de un ejército franco-navarro comandado por el general André de Foix, señor de Asparros, entre el 5 y el 11 de junio de 1521 (Figura 1).

Sin embargo, muchos logroñeses desconocen que el cubo no existía por aquel entonces. Fue, en realidad, una consecuencia de aquella acción bélica que permitió a la que entonces era conocida como «llave de Castilla» postularse como una plaza fuerte de envergadura si se deseaba conservar el reino de Navarra. Carlos V aceptó el argumento en primera instancia y ayudó a financiar el comienzo de la remodelación de todo el sistema defensivo logroñés. En realidad, el impulso duró poco, tanto como los fondos de una monarquía cada vez más hipotecada y con muy diversos frentes que cubrir. Con todo, fue suficiente para que se construyese este magnífico ejemplo de cubo artillero de la denominada «fortificación de transición» (Villena 1998). La analizaremos en las siguientes páginas.

CONTEXTO

Como bien indica Alicia Cámara «la guerra obligó al emperador a proteger las fronteras» pero, además, «la evolución de la artillería obligó a una transformación radical de las fortificaciones en la primera mitad del siglo XVI». Asistimos, en consecuencia, a una doble coincidencia que convirtió los límites del imperio en «campo de experimentación de la nueva arquitectura militar» (2000). Durante este periodo la carrera entre los avances armamentísticos y la poliorcética se aceleraría materializándose en la erección de estructuras cada vez más complejas que pudiesen responder con solvencia a armas de fuego crecientemente eficaces.

En 1521 este diálogo estaba alcanzando su máxima efervescencia. A mediados de mayo de aquel año, un ejército franco-bearnés al mando de André de Foix, señor de Asparros, invadió el reino de Navarra con el objetivo de recuperarlo para la dinastía de los Albret, destronada en 1512 por Fernando el Católico. Sumaban en torno a 15.000 hombres entre infantería y gendarmes, y desplazaban un potente tren de artillería. Francia era en aquel momento potencia puntera en esta arma. Los muros de San Juan de Pie de Puerto poco pudieron hacer ante la superioridad armamentística de los enemigos y capitularon el 15 de mayo. Pamplona lo hizo poco después. En menos de un mes, todo el reino estaba bajo control de Asparros. El 5 de junio sus tropas cruzaban el Ebro a la



Figura 1
Cubo del Revellín de Logroño. (Colección del autor)

orilla sur a la altura de Agoncillo y cercaban la ciudad de Logroño, primera localidad castellana de importancia en la tradicional ruta del Camino de Santiago. El objetivo era conseguir una cabeza de puente en Castilla y reavivar la rebelión comunera que languidecía tras la derrota de Villalar. Las murallas medievales de Logroño no parecían suficiente defensa para la mejor artillería de la época. Sin embargo, las fuerzas estaban más igualadas de lo aparente. Para empezar Asparros no había podido trasladar todo su tren debido a problemas logísticos, perdiendo algunas piezas fundamentales para su ofensiva. Por otro lado, en un rápido reconocimiento de las defensas del rival, pronto percibía que, aunque débiles, las murallas estaban bien artilladas. En Logroño se encerraba, por si fuera poco, un importante contingente de «escopeteros». Serían claves, ya que su puntería impediría a la batería enemiga acercarse lo suficiente como para hacer eficaz su potencia de fuego. Tres días de bombardeos fueron insuficientes para hacer caer la plaza y tras ellos el ejército francés comenzó a sufrir escasez de pólvora y otros víveres. Por si fuera poco, llegaron noticias de la proximidad de un ejército de socorro. Ante estos obstáculos André de Foix desistió y se retiró. Dos semanas después (30 de junio) sería derrotado en la batalla de Noáin y su efímera recuperación de Navarra, desbaratada (Téllez Alarcía 2021, 177-232).

Este corto episodio de la campaña de 1521, preludio de la Guerra de los Cuatro Años (1521-1526) mostró a las autoridades españolas dos cuestiones de relevancia:

- La primera era la vigencia de la importancia estratégica de la ciudad de Logroño. Esta población limítrofe con el reino de Navarra ya había servido como base de operaciones de la campaña de conquista de 1512. La fragilidad del control sobre este último la convertía en un centro de referencia en retaguardia: la «llave de Castilla» como se indica en numerosas fuentes contemporáneas (Cock 1879, 56).¹
- La segunda era la debilidad de las fortificaciones disponibles en la ciudad. Estas consistían en tres elementos: por un lado, un puente de piedra custodiado por tres torres; por otro un castillo a los pies de este último (de hecho, la tercera torre del puente en realidad pertenecía al castillo); finalmente un cinturón de murallas y cercas de origen medieval. Si bien los dos primeros todavía ofrecían unas prestaciones razonables, los muros altos, delgados y sin espacio para la instalación de cañones, propios de siglos anteriores, eran del todo inapropiados para una forma de hacer la guerra que se estaba revolucionando por momentos (Álvarez Clavijo 2003, 2: 22-117).

Este diagnóstico no se produjo de forma aislada. Atañía a otras muchas plazas que habían mostrado la debilidad de sus defensas en las sucesivas ofensivas francesas del periodo. Si el cerco de Logroño fue un aviso, mucho más grave fue la caída de Fuenterrabía en 1522, recuperada solo tras arduos esfuerzos en 1524 (Monteano 2021). Dadas estas circunstancias, el emperador Carlos V apoyó un programa de ampliación y reforma de muchas de las fortalezas de la frontera norte (Villena 1998; Cobos 2002), incluyendo en él a la ciudad de Logroño, localidad que incluso visitó en persona a finales de 1523 concediéndole diversos privilegios en recompensa por su resistencia de 1521 (Téllez Alarcía 2021, 356-361).

PROCESO CONSTRUCTIVO; LA CUENTA DE GASTOS DE LA MURALLA (1498-1540)

Estamos perfectamente al tanto de los detalles de la erección del cubo del Revellín y de la aldeaña Puerta del Camino gracias a una fuente documental de excepción: la cuenta de gastos de la muralla entre 1498 y 1540. Este documento conservado en el Ar-

chivo General de Simancas fue rescatado por la historiadora Adelaida Allo Manero a comienzos de los años noventa del siglo pasado (1991), siendo utilizado posteriormente por numerosos especialistas (Álvarez Clavijo 2003; Téllez Alarcía 2021). Se trata de un voluminoso legajo de 479 folios sin numerar escrito en letra procesal cursiva en papel verjurado con tinta negra ferro gálica en el que se presenta un informe de contabilidad al Tribunal Superior de Cuentas acerca de los gastos realizados en el mantenimiento y ampliación del cinturón defensivo logroñés entre 1498 y 1540. Lo eleva el escribano de artillería de S. M., D. Pedro del Peso, con los datos recibidos del escribano de la ciudad, D. Francisco Ortiz de Zárate.²

Para el objetivo de este trabajo interesan particularmente las anotaciones realizadas entre 1522 y 1524, fechas extremas de la erección del nuevo bastión. Ofrecemos a continuación una síntesis de las mismas.

En 1522 se actuó «en las cercas y cubos que sus majestades nuevamente mandaron hacer en esta dicha ciudad», más concretamente en el área que nos interesa. Se especifican de modo muy pormenorizado todos los pagos realizados a canteros, obreros y mozas lo que da una idea de la rapidez con la que avanzaban los trabajos. Se indican igualmente los pagos en arreglos de herramientas como reglas, escuadras, plomos, niveles o, incluso, picos y azadones. O en los materiales acopiados: cal procedente de la cercana localidad de Laguardia, arena y ripio. El nivel de detalle llega incluso a la anotación de las partidas gastadas en el alquiler de algunas bestias de carga «para traer la cal de las torres y otras cosas para servicio de la obra. Se informa del traslado de 770 carretadas de piedra y de la compra de 1.582 sillares al cantero maese Domingo, al cual se abonó por la mejoría de unas piedras grandes que se gastaron en dicho cubo». El veedor de las obras durante este periodo fue Juan de Viana, aunque la supervisión técnica final la realizó un personaje destacado que mencionaremos en breve: Lope de Isturizaga.

En 1523 continúan los registros minuciosos de la cuenta. Se distinguen en ellos dos tipos de canteros participantes: los canteros ejecutaban el trabajo (Miguel Echeveste, Domingo del Pozo) y los que se limitaban a sacar la piedra (Domingo y Miguel de Albisén). Media docena de carreteros aparecen también nombrados por nombre y apellidos trayendo el mate-

rial desde localidades tan alejadas como Castilseco (a aproximadamente 60 kilómetros de Logroño). El total de carretadas llegadas a la obra se multiplicó con respecto a la anualidad previa: ascendió a 1.745. En lo que hace referencia a la cal, esta se transportó en esta ocasión desde el barrio logroñés del Cortijo, 5 kilómetros al Oeste, desde la calera construida por Juan González. No obstante, no fue el único proveedor. La cuenta menciona más de una docena de suministradores más. Otros materiales como ripio o arena fueron traídos por Diego López de la Redonda, Hernán Ruiz y Juan de Carmona. Nuevamente se alude a remuneraciones en concepto de reparación de herramientas y de adquisición de clavos o tablas para el andamiaje. Todo esto es un indicativo de la actividad febril que se vivió a lo largo de estos doce meses. En esta ocasión actuaron como veedores Antonio de Torres, Juan de Viana y Diego de Sepúlveda, siendo maestro de obra el ya citado Lope de Isturizaga.

Por último, en 1524 los trabajos se extendieron también al lienzo de muralla anexo al cubo y a su Puerta del Camino. Volvemos a disponer de un detallado listado de retribuciones de jornales a carpinteros, obreros, mozas y bestias de carga, o por el arreglo de herramientas. Los canteros que intervinieron en esta fase fueron Domingo de Pozo, Diego de Porto, Hernando Ochoa y, sobre todo, Juan de Zaráin. El principal encargado de proporcionar la piedra fue Martín de Arbizu. Ocho carreteros suministraron 2.729 carretadas lo que indica una nueva aceleración de las obras. Ripio, arena y cascajo fueron proporcionados por Diego López de la Redonda y Hernán Ruiz. Fueron veedores Juan de Viana y el cantero maestre Juan. Isturizaga continuó siendo el supervisor, pero fue sustituido en una ausencia (de la que hablaremos más adelante) por Miguel Echeveste.

A partir de 1525, la actividad languidece y se aleja de nuestro foco de interés. Desaparece casi por completo a partir de 1526.

LA FINANCIACIÓN: PENAS DE CÁMARA, SISAS, PROPIOS Y UN JURO

Desde tiempos de los Reyes Católicos, Logroño había recibido diferentes permisos y ayudas para reforzar su perímetro defensivo que se sumaban a los fondos de sus rentas y propios. En 1498 una Real Cédula daba licencia para la utilización de las penas de cámara en la

erección de «barreras, cubos y baluartes» (Allo Manero 1991, 2-4). En 1502 los monarcas otorgaban una sisa por dos años para reparaciones «en el muro que está hasta la parte del río Ebro».³ En 1506 Felipe I confirmaba la recién citada licencia de 1498.

Sin embargo, hay que esperar a 1521 para ver un impulso financiero importante a las obras tanto por parte del concejo como de la mano de Carlos V. En lo que se refiere al primero, se estableció una polémica sisa que incluía a los clérigos de la ciudad, quienes se negaban a costearla. Fue necesario que el mismísimo emperador escribiese al obispo al respecto a comienzos de 1524 y que emitiese una Real Cédula en abril de 1526 ya que el conflicto había llegado tan lejos que los eclesiásticos se habían declarado en una especie de «huelga», cesando los oficios divinos e incluso las ceremonias de entierro de los muertos (Álvarez Clavijo, 2003, 2: p. 85).

En lo que atañe al emperador, se concedió a la ciudad un juro anual de 218.750 maravedís que habían pertenecido a D. Pedro, el mariscal de Navarra. Se trataba de un título que el susodicho poseía en la ciudad y que se le embargaba por su rebeldía durante la campaña de primavera de 1521 (se había unido a las tropas de Asparros). Le sería devuelto en 1525 tras su regreso al servicio de Su Majestad (Allo Manero 1991, 170).

No parece casual que fuese precisamente entre ambas fechas (1522 y 1525) cuando se produjese el mayor esfuerzo constructivo en el recinto defensivo logroñés. Tras la polémica de la sisa y, sobre todo, la pérdida del juro, es decir, comprometidas las fuentes de ingresos, las obras languidecerían notablemente, aunque el plazo fue suficiente para la erección del cubo artillero que analizamos (y de las estructuras aledañas).

Al final del periodo de registro de la cuenta de gastos de la muralla (es decir, 1540), se habían gastado 7.420.304 maravedís de los cuales 5.468.455 procedían de las concesiones reales, mientras el resto, 1.951.848, lo habían provisto los propios de la ciudad (Allo Manero 1991, 170). Gran parte de este desembolso correspondería al cuatrienio señalado.

LOS ARTÍFICES: LOPE DE ISTURIZAGA, DIEGO DE VERA Y ¿BENEDETTO DE RÁVENA?

Gracias a esta misma fuente documental conocemos el nombre del maestro cantero encargado de las obras. Se trata de un viejo conocido en el campo de

la arquitectura militar española del periodo: Lope de Isturizaga. Los registros de la cuenta de gastos de la muralla son, en este sentido, inequívocos. Así, en 1522 ya se menciona un pago a su persona:

lo que se gastó en los jornales y salarios del maestre Lope cantero, maestro de las obras, son 20.536, y son por 117 días que estaba acá en la obra, a 4 reales cada día, y más tres días que pudo estar en venir desde San Sebastián a Logroño, a 4 reales cada un día, y más 62 días que ha estado fuera de la obra a 2 reales cada día, que montan todos los sobredichos 20.536 maravedís.

Y otro tanto sucede en 1524:

Ítem que dio en 29 de junio por otro libramiento al dicho maese Lope, 4.624 maravedís por el salario desde sábado a 7 de mayo que partió para Berlanga con licencia hasta jueves a 26 de mayo que son 20 días de ausencia a 2 reales, que son 40 reales, y dos del dicho jueves hasta hoy domingo a 19 de junio, 24 días de presencia a 4 reales, son 16 reales, con los dichos 40 de arriba montan los dichos.⁴

Como se ve, en ambas citas se alude a viajes y ausencias de Isturizaga. Y es que este maestro cantero llegó en 1522 a Logroño procedente de San Sebastián, donde también dirigía los trabajos de fortificación. Así mismo, en 1524 sería el encargado de supervisar los del castillo de Berlanga. No en vano, las tres fortalezas guardaban similitudes más que evidentes por la utilización de un mismo tipo de cubo artillero (Figuras 2 y 3).

Isturizaga también había trabajado en diversos lugares, siendo nombrado visitador en Navarra en 1516-17, donde asesoró a Pedro de Malpaso en las



Figura 2
Castillo de Berlanga de Duero. (Colección del autor)

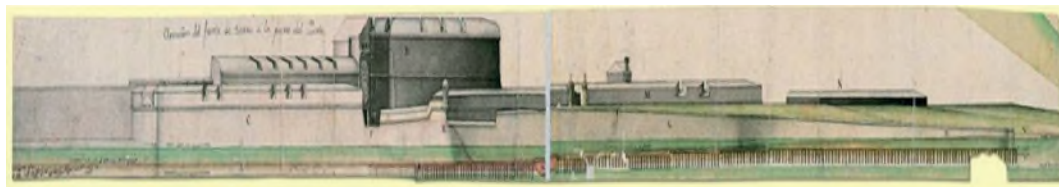


Figura 3

Cubo imperial de la fortaleza de San Sebastián. Philippe Cramer, 1753 (Servicio Geográfico del Ejército)

fortificaciones de Pamplona, Maya, San Juan de Pie de Puerto, El Peñón, Irún, Monzón o Lumbier. Más adelante también intervendría en los cubos de Fuenterrabía y, nuevamente, en el castillo de Santiago de Pamplona (Cobos y De Castro 2014, 145-147).

Además de él, en la obra del cubo intervinieron dos cuadrillas de canteros dirigidas por los ya citados Domingo del Pozo y Miguel de Echeveste (este último incluso sustituyó a Isturizaga en su ausencia), y una cuadrilla de obreros peones. En momentos puntuales llegaron a reunirse hasta 65 personas en el tajo diario. En la primera semana de abril de 1524 constatamos la presencia de un entallador que labra los modillones en forma de cañón y cabezas de león en el cubo, así como bolas y puntas en el lienzo de muralla. En la aldeaña Puerta del Camino otro entallador, Francisco Enríquez, labraba el escudo de armas imperial que todavía puede contemplarse, y que fue instalado definitivamente el 26 de noviembre de 1524. Fue pintado en oro, plata y colores por Andrés de Saldaña. Al año siguiente se le añadió una inscripción por el entallador maestro Antonio (Allo Manero 1991, 173; Álvarez Clavijo, 2003, 2: 84).

Mucho más difícil resulta determinar quién dio la traza original. Según algunos de los más reputados especialistas en el campo el responsable del diseño del cubo sería Diego de Vera, un veterano militar español cuyo currículum al servicio de la monarquía incluía su presencia en los campos de batalla de Italia, África y Navarra. Fue Jefe Superior y Capitán de la artillería entre 1506 y 1523 y proyectó las defensas de Orán, Irún y San Juan de Pie de Puerto (Cobos y De Castro 2000, 226; De Castro 2004, 375-377; Cobos y De Castro 2014, 144-145). A favor de esta teoría un detalle no menor: Vera participó en la defensa de Logroño en junio de 1521 infiltrándose en pleno cerco con un contingente de refuerzo (Téllez Alarcía 2021, 209). Por otro lado, María Teresa Álvarez de

Clavijo desliza un interesante dato que podría apuntar a la autoría por parte de Micer Benedetto de Rávena: «desconocemos si con anterioridad [a 1535] Benedetto de Rávena estuvo en la ciudad [de Logroño] ya que parece ser que en 1517 viajó a España para ocuparse de la fortificación de Pamplona» (Álvarez Clavijo 2003, 2: 74).

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL COMPLEJO

El Cubo del Revellín fue parte integrante de un sistema defensivo mucho más amplio pero que apenas conocemos debido a la pérdida de la mayor parte de las murallas en la segunda mitad del siglo XIX (Sáenz Cenzano 1950, 61).⁵ Combinaba en su área muralla, foso y contramuralla y se adscribe a la tipología de los cubos artilleros de la denominada fortificación de transición. Fue levantado a base de sendas camisas de sillería rellenas con argamasa y canto rodado. Su defensa estaba pensada en torno a una plataforma triple compuesta dos galerías de tiro, una inferior bajo cúpula y otra intermedia en forma de corola, rematadas por un adarve superior. A estas tres zonas de tiro se accedía por un corredor desde el interior de la plaza. A pocos metros en dirección sur se abría la Puerta del Camino, la más simbólica de las que tuvo la ciudad y la única que ha llegado hasta nosotros.

Nos detendremos a continuación en cada uno de elementos del conjunto (Figura 4):

1. Galería de tiro inferior: su morfología es la de una elipse truncada cubierta por una bóveda plana cuyas similitudes con sus gemelas en Berlanga de Duero hablan a las claras de una misma autoría. Coincide en profundidad con el foso, disponiendo de tres cañoneras abocinadas destinadas a cubrir este sector. Ello induce a pensar que dicho foso sería seco ya que su inundación sería incompatible con las

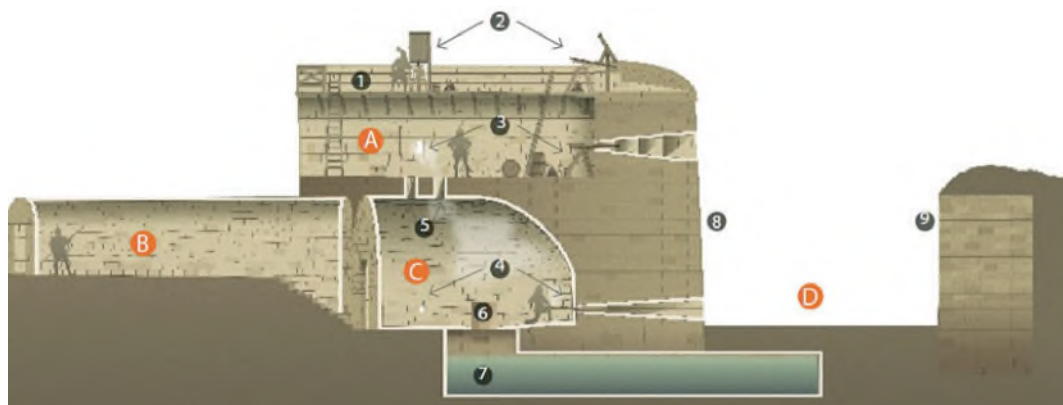


Figura 4

Esquema del Cubo del Revellín y sus elementos compositivos. A: Galerías superior e intermedia (1. Adarve. 2. Cañoneras. 3. Cañoneras gradeadas). B: Corredor de Acceso. C: Galería inferior (4. Troneras. 5. Espiráculos. 6. Brocal. 7. Galería). D: Foso (8. Escarpa. 9. Contraescarpa). El cubo del Revellín. (Ayuntamiento de Logroño: http://web.logro-o.org/cubo_revellin/foto01.htm)

mencionadas aperturas. En opinión de Tudanca y López de Calle, por ellas escupirían su fuego armas ligeras y de tiro rápido «mortíferas para la infantería de asalto apelonada» (2021, 81).

Además, hallamos en el interior un pozo o brocal monolítico de piedra, conectado a un depósito subterráneo de agua cuya función sería la de hidratar y refrescar los cañones, así como detectar vibraciones producidas por la excavación de minas por parte del enemigo. Existen hipótesis sobre su posible empleo como «galería de escucha» o galería contramina, que no han podido ser corroboradas fehacientemente.

En la bóveda se distinguen varios espiráculos para la evacuación del humo generado por los disparos. Aunque se conserva un pavimento de guijarros, es probable que date de reformas posteriores.

2. Galería de tiro intermedia: esta sala posee una planta ultrasemicircular que reproduce la misma distribución de la planta inferior, con dos troneras gradeadas orientadas en paralelo a los lienzos occidental y septentrional. Entre ellas se dispone una doble aspillería de tiro convergente abierta al exterior en un hueco bastante angosto. En la parte exterior todavía puede percibirse, pese a la erosión, el remate del cilindro con una moldura corrida de modillones con bocas de los cañones y las cabezas de león alternándose.

Desconocemos el material del techo de esta galería, aunque Tudanca y López de Calle hipotetizan

que «estaría formado por un sencillo forjado de madera si bien éste debiera ser compatible con un solado de losas de piedra destinado a servir de adarve interno y de asiento a una tercera galería artillera» (2021, 81). Estos mismos autores, que fueron los encargados de la documentación arqueológica del conjunto en el proyecto de estudio y restauración llevado a cabo en 2006, confirman que dicho solado «fue documentado... aunque sólo en algunos tramos concretos de su recorrido».

3. Adarve: el tercer elemento del cubo es el paseo de ronda que haría accesible la línea superior de tiro. En la actualidad se halla mutilado por lo que desconocemos si se habilitaban cañoneras o no. Parece probable que fuera así si atendemos al diseño de otros cubos artilleros similares contemporáneos como el de San Sebastián.

4. Corredor de acceso: se trata del pasillo angulado cubierto con bóveda de cañón que conectaría la galería inferior de tiro y las escaleras de acceso a la galería intermedia y al adarve con el resto del recinto. Por desgracia, este último engarce no se ha conservado por lo que desconocemos cuál sería la solución arquitectónica empleada. Lo más probable es que llegase a una cercana «Casa de la Artillería», construida poco después para almacenar las municiones y la pólvora.⁶

5. Muralla, contramuralla y foso (Figura 5): el Cubo del Revellín era un elemento más dentro de un

sistema defensivo integral que, si bien no fue finalizado en su totalidad por razones político-estratégicas y económicas, estaba concebido como un conjunto del que no se puede desligar. De hecho, sabemos por la cuenta de gastos de la muralla que llegaron a iniciarse las obras de un segundo cubo, el de San Francisco, aunque solo se abrieron los cimientos antes de que se abandonase la obra.⁷

Así las cosas, es preciso analizar cómo se articulaba el cubo con otros elementos como la muralla, la contramuralla y el foso. Respecto a la primera, hay que diferenciar entre el paño occidental y el septentrional. El primero es una estructura contemporánea al cubo que, si bien era de menor altura y grosor, muestra una gran similitud constructiva y estética con él. La única diferencia apreciable corresponde a la ornamentación en modillones que se remata en este caso con bolas y puntas de diamante. En su cara interior se pueden apreciar tanto el hueco de paso como la huella de una escalera para acceder a un pasillo volado a forma de adarve. Por su parte, el lienzo septentrional muestra enormes diferencias constructivas y ha sido datado con mucha posterioridad. Se trataría de una ampliación del recinto fechada en plena Guerra de la Independencia, por lo que no atañe su estudio en este trabajo.

Volviendo al tramo de muralla occidental, hay que señalar otros dos elementos destacados aparecidos durante las excavaciones arqueológicas del año 2006. Se trata del foso y de un puente que, por imperativos



Figura 5
Foso, puente y cubo del Revellín al fondo. (Colección del autor)

urbanísticos de la época, no pudieron ser documentados por completo, desconociéndose en consecuencia su longitud. Los arqueólogos encargados de la intervención sostienen la tesis de que «el foso dispusiera de una contraescarpa de sillería sobre la que quedaría apoyado un puente de dos arcos, tal como aparece representado en las planimetrías históricas» (Ludanca y López de Calle 2021, 82). En su opinión sería concebido como un foso seco (de ahí la apertura de troneiras en la galería inferior de tiro del cubo) si bien podría incorporar en el fondo un canal de agua para ayudar al sistema de alcantarillado de la ciudad.

6. Puerta del Camino (figura 6): aunque sin una función defensiva relevante, es preciso mencionar el último elemento conservado de todo el complejo: la Puerta del Camino. Se trataría de uno de los accesos principales a la ciudad, bautizado con un nombre alusivo a la ruta de peregrinación a Santiago que tan relevante había sido para el crecimiento de la ciudad desde la Edad Media. Como zona de paso relevante, fue dotada de un carácter simbólico de manera inmediata a través del tallado del blasón del emperador (águila bicéfala, símbolos de los territorios de la monarquía) flanqueado por dos escudos idénticos de la ciudad (puente, torres y flores de lis), todos ellos enmarcados por una decoración vegetal cuyo deterioro hace difícil su reconocimiento en la actualidad. El hueco para atravesar la muralla está enmarcado por un arco lobulado al exterior y rebajado al interior. Elementos originales como los portones de madera y un cartel con una inscripción, han desaparecido.



Figura 6
La Puerta del Camino. (Colección del autor)

OBSOLESCENCIA PREMATURA Y ABANDONO DEL PROYECTO

Apenas diez años después de la finalización de las obras en el Cubo del Revellín la realidad de la obsolescencia de las defensas recién erigidas se acabó por imponer incluso para los propios contemporáneos. Tras varios años de parálisis en los trabajos motivados por la pérdida de financiación el emperador encargó a Micer Benedetto de Rávena, ya con el título de Ingeniero Real, la supervisión del sistema defensivo de la frontera noroccidental. Por ello visitó las ciudades de Logroño, Pamplona y San Sebastián. Con la información recopilada dio unas nuevas trazas en colaboración con el maestro de campo Pedro de Guevara para la remodelación de todo el conjunto logroñés. Enviadas al soberano y al Consejo de Guerra, ya en marzo de 1535, por desgracia se han perdido. Por fortuna, iban acompañadas de una amplia explicación en la que Guevara enmendaba casi por completo todo el recinto. En este documento la referencia al denominado entonces « Cubo Nuevo » es demoleadora: se juzga muy críticamente como obra obsoleta, del todo inadecuada y necesitada de recrecimiento y profunda reforma. Para empezar, era preciso revisar los cimientos (« cargar fosos » en el muro nuevo de modo que se reforzase dichas bases). Por si fuera poco, era preciso reformar el resto del perímetro amurallado: se debía agrandar incluyendo dentro de él el monasterio de San Francisco al este de la ciudad (que había dado muchos problemas durante el cerco de 1521 por estar fuera del perímetro amurallado); necesario distribuir alrededor de la cerca hasta siete nuevos baluartes triangulares de mayores dimensiones que el del Revellín; y, finalmente, habrían de disponerse las cañoneras a los lados de las casamatas, a defensa cubierta, sin que ninguno de estos bastiones tuviera más de 4 troneras, 2 a cada lado. Para poder llevar a cabo esta última reforma no había otro remedio que agrandar el foso e inundarlo.⁸

Como bien indica Porrás Gil, «de haberse llegado a realizar estas obras, Logroño se habría constituido en una plaza militar de primer orden, totalmente guamecida por el río Ebro y sus anchos fosos con agua, inexpugnable dada la eficacia de sus baluartes» (1995, 281). Pero el proyecto no se llegó a ejecutar ni siquiera parcialmente. El propio emperador

reconocía al corregidor de Logroño Jorge Ruiz de Alarcón las causas de la parálisis en una cédula escrita poco después de la elaboración de la traza-informe de Benedetto-Guevara (concretamente el 13 de mayo de 1536):

en lo que toca a las obras y reparos de esa ciudad de Logroño, bien conocemos cuanto convenía que se fortificase y aunque querríamos mandar proveer del dinero que para ello es menester por el presente no hay disposición por los grandes gastos que se han hecho y hacen en otras cosas.⁹

Muy poco después, en 1542, las cuentas de la muralla de Logroño examinadas por Pedro del Peso eran aprobadas. Todavía entonces se levantaron algunas voces acerca de la pertinencia de retomar la reforma de las fortificaciones logroñesas. El protagonista de la iniciativa fue el mismísimo duque de Alba quien, tras una inspección de las mismas, remitió una carta al emperador describiéndolas en estos términos:

La tierra de Logroño parece que está en muy ruin disposición, pero se podría poner en tan buena como es razón. Convendría terminar de acordar lo que conviniera a esta ciudad y se pondrá de otra manera como ahora está, porque así no cumple servicio.¹⁰

Desafortunadamente, los aprietos económicos continuaban para la hacienda regia y, por si fuera poco, las inercias constructivas iban en otra dirección. Apaciguado el reino de Navarra, las prioridades se situaban en otros enclaves como Fuenterrabía, San Sebastián o Pamplona, quedando Logroño completamente relegado.¹¹ Apenas se intervendría en el futuro en las murallas logroñesas, tan solo para realizar reparaciones limitadas. El flamante Cubo del Revellín y su anexa Puerta del Camino, desfasadas desde el punto de vista poliocrético casi desde su nacimiento, « anticuado e inútil para la maniobra bélica » según Porrás Gil (1995, 282), iniciaban un largo recorrido de casi cinco siglos de vicisitudes hasta llegar a nuestros días y convertirse en uno de los símbolos identitarios más queridos y reconocidos de la ciudad. Esa y no la defensiva, ha acabado siendo su principal funcionalidad.

NOTAS

1. Una de esas fuentes es una carta del concejo de Logroño a los gobernadores de Castilla, fechada el 16 de mayo de 1521, en la que dicen, textualmente, que Logroño, por estar «en la frontera» con Navarra, es la «llave de estos reinos», Archivo General de Simancas (en adelante AGS), *Patronato Real*, 2-55.
2. AGS, *Contaduría Mayor de Cuentas*, 1ª época, legajo 1047.
3. Tasa de una blanca sobre cada libra de carne, pescado y aceite (Álvarez Clavijo 2003, 2: 76).
4. AGS, *Contaduría Mayor de Cuentas*, 1ª época, legajo 1047.
5. Según Tudanca y López de Calle su «insólita preservación . . . no sólo es la consecuencia de su particular solidez constructiva, muy superior a la del resto del recinto, sino que está también relacionada con el desarrollo urbanístico de este sector de la ciudad en el siglo XIX, puesto bajo jurisdicción militar y ajeno a la frenética acción constructiva que vivió el Logroño del cambio de siglo.» (2021, 79).
6. El acceso actual al Cubo del Revellín fue abierto en el siglo XX, por lo que no forma parte de la estructura original. En la actualidad este espacio se utiliza como museo.
7. AGS, *Contaduría Mayor de Cuentas*, 1ª época, legajo 1047.
8. AGS, *Secretaría de Guerra*, Legajo 7, fol. 76 y ss. (Porras Gil 1995, 280).
9. AGS, *Secretaría de Guerra*, Legajo 1317, fol. 205 (Porras Gil 1995, 281).
10. AGS, *Estado*, 57, fol. 1 (Porras Gil 1995, 282).
11. Es idéntica conclusión a la llegada por Porras Gil: «La decisión de anteponer otras fortalezas más fronterizas a Logroño, se mantuvo en el tiempo, no haciéndose ninguna otra especulación teórica ni práctica que tuviese como centro la resolución de su cerco. Era lógico por otra parte, pues en un momento de crisis económica debía concederse prioridad a las plazas de frontera, sin duda mucho más expuestas, dejando las de apoyo para momentos más oportunos. Si bien la idea era correcta y prudente, el resultado se podía prever, pues los vastos planes propuestos para los recintos más conflictivos de San Sebastián, Pamplona, Fuenterrabía, demandaban cada vez mayores sumas de dinero, no saliendo la Monarquía del ahogo económico en gastos de defensa, continuando a perpetuidad en lista de espera plazas más apartadas del peligro francés como era el caso de Logroño.» (1995, 282)

LISTA DE REFERENCIAS

- Allo Manero, Adelaida. 1991. La muralla de la ciudad de Logroño, 1498-1540. *Berceo* 121: 169-173.
- Álvarez Clavijo, María Teresa. 2003. *Logroño en el siglo XVI: arquitectura y urbanismo*. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos.
- Cámara, Alicia. 2000. Las fortificaciones del emperador Carlos V. En *Carlos V. Las armas y las letras. Granada*. Madrid: Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V: 123-137.
- Cobos Guerra, Fernando. 2002. Artillería y fortificación ibérica de transición en torno a 1500. En *Mil Anos de Fortificações na Península Ibérica e no Magreb (500-1500): Simpósio Internacional sobre Castelos 2000 Castelos*. Lisboa: Colibrí: 677-696.
- Cobos Guerra, Fernando. 2004. *La artillería de los Reyes Católicos*. Medina del Campo: Junta de Castilla y León.
- Cobos Guerra, Fernando y De Castro Fernández, José Javier. 2000. Diseño y desarrollo técnico de las fortificaciones de transición españolas. En *Las fortificaciones de Carlos V*. Libro coordinado por C. J. Hernando Sánchez. Madrid: Ediciones del Umbral: 218-243.
- Cobos Guerra, Fernando y De Castro Fernández, José Javier. 2014. Berlanga y la arquitectura militar de su época. En *El castillo de Berlanga. Siglos de historia en torno a sus murallas*. Libro editado por R. de Pablo Martínez, Roberto y C. Santos Ozores. Berlanga de Duero: Asociación de Amigos del Castillo de Berlanga: 128-147.
- Cock, Enrique. 1879. *Jornada de Turazona hecha por Felipe II en 1592 pasando por Segovia, Valladolid, Palencia, Burgos, Logroño, Pamplona y Tudela*. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello.
- Monteano, Peio. 2021. *La conquista de Hondarribia. Entre España, Navarra y Francia (1521-1524)*. Pamplona: Editorial Mintzoa.
- Porras Gil, Concepción. 1995. *La organización defensiva española en los siglos XVI-XVII. Desde el río Eo hasta el valle de Arán*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Sáenz Cenzano, Salvador. 1950. Cartas a Logroño: aportación para un estudio del sentimiento logroñesista. *Berceo* 14: 53-68.
- Téllez Alarcía, Diego. 2021. *El cerco de Logroño de 1521: mitos y realidad*. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos.
- Tudanca Casero, Juan Manuel y López de Calle, Carlos. 2021. Los testigos de una historia de cinco siglos. El cubo del Revellín y la Puerta del Camino. *Belezos* 44: 78-83.
- Villena Pardo, Leonardo. 1998. Sobre la fortificación renacentista (o de transición) en España y sus dominios (desde los Reyes Católicos a Felipe II). *Castillos de España* 110-111: 3-18.

Estereotomía de la Techumbre del Templo de Santiago Apóstol en Nurío, Michoacán. Incendio y reconstrucción

Luis Alberto Torres Garibay

Situado en la Sierra Purépecha, en el estado de Michoacán, en el occidente de la República mexicana, el templo de Santiago Apóstol de la población de Nurío, es ejemplo de la arquitectura religiosa que se desarrolló en la zona desde los primeros años de la etapa virreinal. Su existencia, como en otros casos en la región, es resultado de un proceso de creación colectivo en un espacio geográfico y cultural propio, cuyas características ambientales pertenecen a un clima templado a frío (Guevara 1989, 10). Otras expresiones de arquitectura religiosa fueron integrales entre sí y es posible encontrarlas en todo el territorio de Michoacán (Figura 1).

Se puede afirmar que las obras de arquitectura religiosa que se desarrollaron en Michoacán a partir del siglo XVI y durante toda la etapa virreinal en Nueva España hoy México, fueron producto del mestizaje cultural alcanzado a través de las habilidades artesanales de los diversos grupos que habitaron desde tiempos anteriores a la llegada de los españoles y a las aportaciones venidas de Europa.

Michoacán, en el periodo virreinal constituyó uno de los obisposados más extensos y desarrollados culturalmente. Las grandes obras de templos, casas señoriales y conjuntos destinados a la producción agrícola y ganadera se solucionaron aplicando los conocimientos locales y adaptaciones de la arquitectura al medio con el uso de recursos materiales existentes en cada sitio por su anclaje al clima (Guevara 1989, 24).

El uso de la piedra, tierra y madera fue sustantivo para el desarrollo de templos que se erigieron en cada poblado del territorio michoacano. Además de la Sierra Purépecha que fue crisol de singulares aportaciones en el tema de arquitectura religiosa, otras regiones como la Cuenca lacustre de Pátzcuaro; la Cañada, los Valles y las Ciénegas del Norte; la depresión del Balsas y la Región de la Costa, desarrollaron amplia producción de arquitectura anclada a las creencias religiosas.

Destacan en la región de la sierra michoacana, las aportaciones construidas de conventos regulares destinados a la evangelización en el siglo XVI, templos seculares y capillas de hospital, elaborados con materiales regionales a través de mano de obra local y aplicaciones estructurales y constructivas provenientes de la fusión de ideas locales y españolas.

Para la elaboración de estas obras que hoy siguen en pie, fue fundamental el dominio del medio, los materiales regionales y la habilidad en el uso de las herramientas llevado a cabo por los constructores locales, la organización del trabajo y la obra de mano fue ejercida según las habilidades de cada individuo, eran procesos sistematizados con participación comunitaria y los recursos se resolvían con dominio del medio, materiales, habilidades y uso adecuado de las herramientas (Bravo 1995, 107). La diversidad físico-geográfica, con clima templado en las regiones de la Cuenca de Pátzcuaro, la Sierra Purépecha y la Ca-



Figura 1
Ubicación del Estado de Michoacán y la Sierra Purépecha
(Elaboración propia con base en el mapa de México)



Figura 2
Panorámica de la población de Nurío, al centro el templo de Santiago Apóstol (Fotografía: Sergio Medellín M. 2012)

ñada, caluroso en la Depresión del Balsas y la Costa, dieron lugar para adaptaciones con recursos materiales existentes en cada región (Guevara 1989, 24).

En esta comunicación se aborda el tema de la este-reotomía y la reconstrucción de la techumbre del templo de Santiago Apóstol ubicado en la población de Nurío, en la Sierra Purépecha de Michoacán, edificio religioso cuyas características constructivas provienen de la sabiduría de los constructores locales y las aportaciones externas antes comentadas.

LA POBLACIÓN DE NURÍO

Nurío se localiza al noroeste del estado de Michoacán, cuyas coordenadas geográficas son 19°39'29"N 102°07'40"W y a una altitud de 2179 msnm, su entorno es boscoso y accidentado, su tejido urbano es semirregular y manzanas con tendencia cuadrangular. El centro de la población corresponde a la plaza, antiguo atrio del templo, alrededor de la cual se ubican el poder civil y religioso.

El conjunto religioso domina el espacio urbano, está compuesto por el Templo grande –motivo de esta comunicación– casa cural y atrio convertido en plaza pública de la localidad; el conjunto de la capilla del Hospital, patio y diversos espacios circundantes. Los materiales y sistemas constructivos son con base en cimientos y sobrecimientos de piedra de recinto volcánico, muros de carga aparejados de piedra irregular y mamposterías de adobe, los plafones y las estructuras de las cubiertas inclinadas fueron elabo-

radas de madera de pino que es abundante en la región (Figura 2).

Desde el punto de vista cultural, la comunidad de Nurío, de la misma forma que otras poblaciones de la Sierra purépecha y la Cuenca lacustre de Pátzcuaro, mantiene arraigadas costumbres comunitarias en su proceder social y religioso. Son hábiles artesanos y constructores por lo que, han coadyuvado para lograr la espacialidad de poblados y ciudades, con la aplicación de diseños estructurales y constructivos idóneos para los criterios de solidez y expresividad buscados.

La cultura purépecha desarrolló habilidades para la construcción de fincas civiles e inmuebles religiosos diseñados con amplios espacios a través de las técnicas y procedimientos que eran comunes para los artesanos. Cimientos, sobrecimientos, enmarcamientos y elementos decorativos, se facturaron con piedras aparejadas y labradas; los muros se elaboraron con piedra, adobes y recubrimientos de barro y cal; los entresijos y cubiertas se construyeron con viguerías, tapas y armazones de madera, usando la tierra cocida para la elaboración de tejas para proteger las vertientes inclinadas de las cubiertas, entarimados de madera y baldosas para los pisos, siguiendo la tradición constructiva local (Torres 1999).

EL TEMPLO DE SANTIAGO APÓSTOL EN LA POBLACIÓN DE NURÍO

El templo de Santiago Apóstol ubicado en la localidad de Nurío, en la Sierra Purépecha del estado de



Figura 3
Fachada principal del Templo de Santiago Apóstol en Nurío, Michoacán (Fotografía: Luis Torres G. 2013)



Figura 4
Vista interior del templo de Santiago Apóstol en Nurío, Michoacán (Fotografía: Luis Torres G. 2013)

Michoacán; es el edificio más importante de la localidad por su situación central del asentamiento y su masividad que corresponde a una nave única de planta rectangular de 35 x 8 metros en planta y 12 metros de altura (Figura 3).

Sistema constructivo de la cubierta

Construidos sus muros de mampostería de piedra en aparejo irregular, plafones y cubierta de madera de pino, desde sus orígenes destacó por la calidad constructiva del plafón y cubierta. La estructura es de media tijera con caballete, largueros y arrastres sobre los muros (Torres G. 2016, 31-35); resalta la estereotomía de madera del plafón elaborado con base en una bóveda de cerchones que forman arcos rebajados a manera de nervaduras que sostienen tablonces ensamblados (Torres G. 2016, 37-41). El soporte se configura sobre los coronamientos de muros con dobles zapatas en saledizo, arrastres, tabicas y; complementan el sistema, dobles vigas de grandes dimensiones, distribuidas a lo largo de la nave a las que en la región se les denomina gualdras de amarre (Torres G. 2016, 35-37); todo el sistema fue decorado con imaginería religiosa. Constituyó caso especial el piso del coro que fue sustentado con pilares, jabalcones, vigas y tapas de tablonces, todo decorado con alegorías bíblicas; asimismo, el piso de la nave construido con una estructura de vigas en acomodo reticulado y tablonces ensamblados, sistema que en la región michoacana se le conoce como piso de madera encajonada (Figura 4).

El incendio del 7 de marzo de 2021

Esta obra relevante fue parcialmente destruida por un incendio que destruyó toda la cubierta de la nave, el piso del coro, plafón del sotocoro y el piso de madera encajonada de la totalidad de la nave. La estructura portante, constituida por los muros de mampostería de piedra resistieron el embate del fuego. Para la comunidad de Nurío fue extremadamente desalentador el incidente, observar como el fuego consumía el edificio sin que ellos pudieran hacer nada para evitarlo. El incendio fue originado por un corto circuito y consumió de forma rápida todos los elementos de madera contenidos en el inmueble. El retablo principal ubicado en el presbiterio con esculturas policromadas, tres retablos laterales, un confesionario y el bautisterio todos ellos con acabados en oro de hoja y quedó parcialmente destruida la estructura de vigas y jabalcones del sotocoro (Figura 5).



Figura 5
Vista del sotocoro del templo de Santiago Apóstol en Nurío, Michoacán (Fotografía: templo_nurio_x4x_crop1616386564510.jpeg_242310155 consultado: 6/09/2021)

CRITERIOS Y METODOLOGÍA APLICADA PARA EL PROCESO RECONSTRUCTIVO

Crerios que fueron tomados en cuenta para decidir el proceso de reconstrucción

Los procesos de reconstrucción arquitectónica y urbana, por lo general han estado supeditados a pocas aplicaciones por motivos de consideración teórico metodológica; sin embargo, ante el hecho que la reconstrucción es un proceso sumamente delicado en tareas de rehabilitación del patrimonio, en situaciones especiales se presenta como una alternativa indispensable a cubrir siempre y cuando esta posibilidad de aplicación sea totalmente justificada, como lo fue en el caso del templo de San Jerónimo en la localidad de Purenchécuaro, Michoacán, ubicado en la Cuenca lacustre de Pátzcuaro, Michoacán, cuyo caso fue un derrumbe del muro longitudinal de la nave que originó también que la cubierta se colapsara parcialmente y, como resultado de los estudios que se hicieron, se decidió proceder a su reconstrucción, tomando como base la existencia de madera, el dominio del conocimiento constructivo del sistema por los artesanos locales y la existencia del levantamiento completo del inmueble incluyendo todo el sistema de cubierta el cual se había realizado en 1998. Por otra parte, para las comunidades purépechas es de vital importancia el espacio geográfico donde se asientan sus espacios religiosos y las características de ellos, las que se encuentran ancladas a sus saberes y habilidades.

Para el caso de Nurío, las posibilidades para optar por la reconstrucción de la cubierta y todos los demás componentes; fue valorada por el grupo de expertos que desde el primer momento dieron atención al siniestro; asimismo, la comunidad colaboró para valorar la posibilidad de optar por la reconstrucción. Se consideró en primera instancia, que era factible proceder usando el sistema tradicional original debido a que, en la región, existen artesanos que conservan la tradición en las formas de organización del trabajo comunitario y procedimientos para construir; sobre todo, se cuenta con artesanos que tienen la experiencia en el trabajo de carpintería de lo blanco y siguen activos en estas tareas, aspecto que constituye un valor excepcional como patrimonio inmaterial.

Otro argumento importante consideró la vasta existencia de madera que siempre se ha tenido en la región con lo cual se facilitaría todo el trabajo de es-

tereotomía en lo relativo a cerchones, tablones, arrastres, vigas, zapatas y demás componentes necesarios. Por otra parte, la estructura de muros de carga de la nave, fueron revisados en cuanto a su consistencia, verticalidad y estabilidad y, se determinó factible proceder a la consolidación por medio de recalces y rejunteos de la mampostería de piedra, con lo cual se logró recuperar su calidad constructiva y solidez.

Metodología aplicada para la reconstrucción

La metodología que se aplicó para estar en posibilidades de proceder a la reconstrucción consistió en primera instancia, conocer de forma completa el edificio en todos sus componentes; se tomaron en cuenta partidas de trabajo referentes a pisos de la nave y del sotocoro, muros de mampostería de piedra, plafones de madera en la nave y en el sotocoro y la estructura de la cubierta (Azevedo y Torres. 2017, 40-85).

Se procedió a realizar el levantamiento completo del inmueble, consignado en plantas, elevaciones y secciones; así como detalles de todo lo concerniente a componentes estructurales y constructivos de madera. Fueron de vital importancia las observaciones directas aplicadas para el reconocimiento total del sistema estructural y constructivo del edificio; así como las mediciones de los vestigios encontrados después del siniestro.

Para los casos referentes a plafones; además de las medidas registradas, fue necesario proceder por analogía con otros ejemplos de edificaciones religiosas de la sierra y de la cuenca de Pátzcuaro que ya habían sido estudiados con anterioridad; asimismo, se tomaron en cuenta publicaciones elaboradas de manera explicativa de los sistemas de construcción de estos plafones y cubiertas (Torres 2002).

Sobre el tema de historia de la arquitectura en Michoacán son importantes los trabajos de Justino Fernández, Manuel Toussaint, Diego Angulo, Manuel González y Benito Artigas; referente a estereotomía de madera, en los últimos años se han realizado trabajos de investigación específicos de la región de la Sierra purépecha y la Cuenca lacustre de Pátzcuaro como la investigación de Alberto Bedolla que aborda las estructuras de cubiertas en edificios religiosos de la sierra; Gloria Álvarez hace un recorrido histórico con dibujos explicativos de los inmuebles religiosos con artesón en Michoacán; de 1985 a la fecha, ha

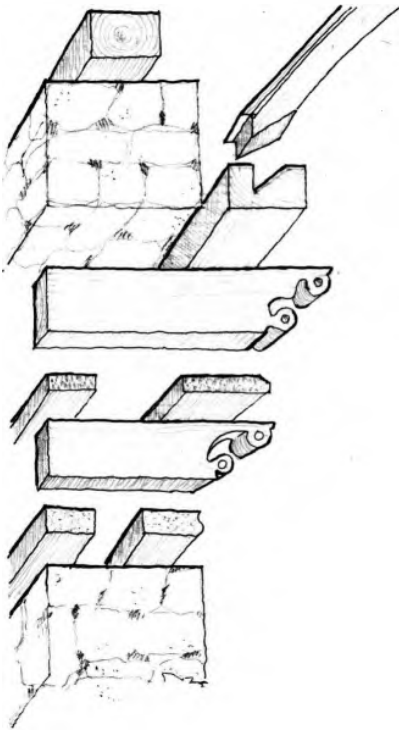


Figura 6
Sistema constructivo de zapatas con canes, arrastres y cerchones (Dibujo: Luis Torres G. 2021)

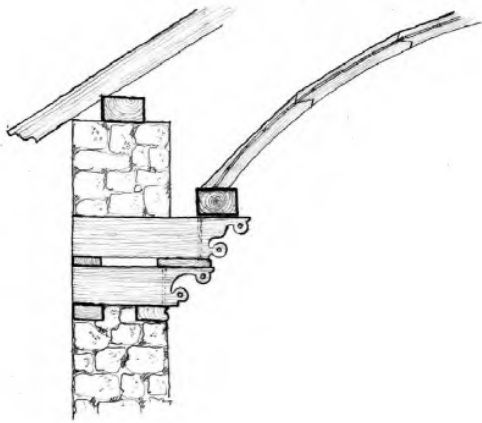


Figura 8
Detalle del sistema constructivo del muro de apoyo y el arranque de las nervaduras sobre las zapatas y sus arrastres (Dibujo: Luis Torres G. 2021)

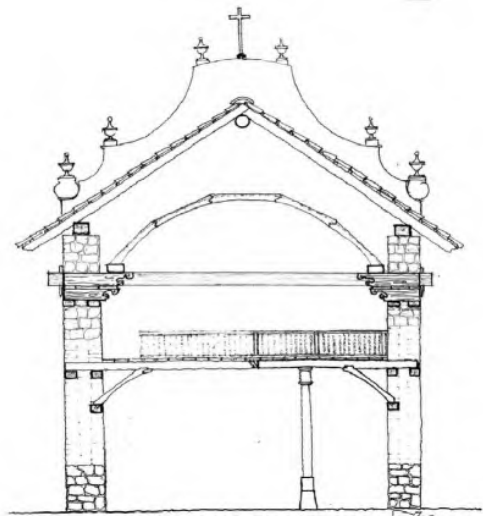


Figura 7
Corte transversal de la nave del templo de Santiago Apóstol de Nurío, Michoacán (Dibujo: Luis Torres G. 2021)

El interés del que suscribe esta comunicación, los trabajos de estereotomía de madera realizados por los artesanos michoacanos y consignados en artículos y capítulos de libro (Torres 1999), entre los cuales, el templo y capilla de Nurío, han sido fundamentales en la investigación. También fueron consultados los trabajos de Enrique Nuere, donde existen aportaciones importantes en el tema de la estereotomía de madera.

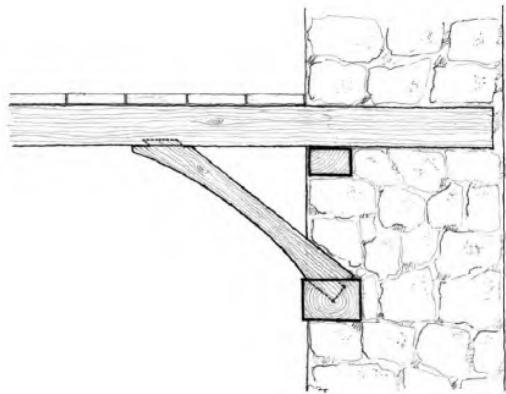


Figura 9
Detalle del sistema constructivo del muro de apoyo de la vigería del coro, arrastres y jabalcones (Dibujo: Luis Torres G. 2021)

Los registros fotográficos anteriores al siniestro fueron importantes como documentación de trabajo para establecer medidas y criterios reconstructivos de la estructura de plafones y de la imaginería religiosa; asimismo, las fotografías posteriores coadyuvaron para definir los procesos de reconstrucción de cada uno de los componentes (Figuras 6 y 7).

Otro paso metodológico que fue vital consistió en la elaboración de dibujos a detalle de todos los componentes referentes a los plafones; se hicieron cortes dibujados a mano alzada y detalles de zapatas, arrastres, cerchones, etcétera; considerando también los detalles de ensambles con sistema de caja y espiga, a media madera y clavacotes en los ensambles elaborados a comezuelo (Figuras 8 y 9).

Los conocimientos de los artesanos locales, las técnicas de observación directa, los dibujos reconstructivos, las mediciones específicas de los componentes antes y después del siniestro, los registros fotográficos y la consulta bibliográfica, dieron pauta para obtener todos los datos necesarios para su rehabilitación. Por todo lo anterior, ante potenciales posibilidades de reconstrucción, se realizaron los primeros planteamientos haciendo uso de las revisiones documentales, experiencias personales de investigaciones similares, conocimientos en el trabajo de la madera por artesanos de la comunidad con la finalidad de proceder a la reconstrucción de la cubierta, plafones y pisos.

LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN

Las obras de reconstrucción comenzaron a finales de 2022 con la consolidación de los muros longitudinales, testero y frontal de la nave y sus anexos. Se procedió a la reproducción de componentes en verdadera magnitud, consistentes en la colocación en el coronamiento de los muros longitudinales de la nave, dobles arrastres o arrocabes con molduras a manera de cordón franciscano; ménsulas o zapatas con terminaciones de canes con figuras de roleos y; tabicas o riostras para asegurar la separación entre zapatas y tapar los huecos entre canes (Figura 10).

Para construir la bóveda rebajada que cubre a manera de cañón corrido toda la nave, se colocó sobre el último juego de canes, un arrastre de recepción de las nervaduras, cuya finalidad es funcionar como estribo



Figura 10

Arrastres y zapatas de soporte de la bóveda reconstruidas a imagen y semejanza de las originales (Fotografía: Luis Torres G. 2022)

y anclaje de las nervaduras que se apoyan con un ensamble con sistema de caja y espiga; el arrastre está elaborado por medio de dos maderos adosados en forma de escuadra y apoyados por tacones de apoyo verticales ensamblados por el lado posterior del arrastre (Figura 11).

El arrastre mencionado en el párrafo anterior, además de recibir y apoyar las nervaduras o arcos de cerchones, funciona como anclaje de las gualdras de amarre, que son las grandes vigas transversales que funcionan como tirantes para evitar el desajuste del propio arrastre y los demás componentes de la bóveda (Figura 12).

Los arcos nervadura fueron elaborados con cerchones, consistentes en tramos de madera ensamblados con comezuelo, este ensamble se realizó con el



Figura 11

Arrastre principal del sistema de apoyo de las nervaduras (Fotografía: Luis Torres G. 2022)



Figura 12
Gualdras de amarre y sujeción del sistema (Fotografía: Luis Torres G. 2013)

cuidado de ir dando la curvatura necesaria para la formación del arco y la sujeción final de cada ensamble que se hizo por medio de la colocación de tres barrotes transversales a manera de clavacotes que atraviesan el espesor completo de cada unión de cerchones (Figura 13).

Los extremos de cada nervadura fueron provistos de espigas configuradas a un tercio del grosor del arco, para ir las ensamblando en cajas preparadas en el arrastre y distribuidas a las distancias registradas de acuerdo con el sistema original. Cada arco fue elevado hasta la parte superior por medio de un malacate y fue ensamblado de inmediato para ir formando toda la estructura de la bóveda y así recibir los tablonces transversales para cerrar el sistema (Figura 14).



Figura 13
Sistema de ensamble en cornezuelo para unir los cerchones que forman las nervaduras (Fotografía: Luis Torres G. 2022)



Figura 14
Colocación de las nervaduras y ensamble con sistema de caja y espiga sobre los arrastres (Fotografía: Luis Torres G. 2022)

Sobre las nervaduras se procedió a la colocación de tablonces transversales a éstas, los que siguen la curvatura de los arcos y fueron fijados por medio de tornillos; a este respecto, el sistema no aplicó la solución original que consiste en la inserción de canaladuras rebajadas en los cerchones de los arcos para embutir los tablonces. Una vez colocados todos los tablonces, queda completo el sistema de la bóveda anclada sobre el grupo de canes y arrastres, con los tirantes colocados a distancias convenientes de conformidad con la cubierta original que fue destruida por el fuego.

El plafón del sotocoro se encuentra en proceso, para su reconstrucción, se está colocando el sistema de vigería que sustentará el piso del coro, todas las vigas estarán apoyadas sobre los muros longitudinales y pares de jabalcones colocados a 45 grados con la finalidad de disminuir el claro libre; estos jabalcones se apoyan sobre arrastres de madera empotrados en los muros y, en la unión de cada viga llevan un ensamble con el sistema de caja y espiga. Debido a que la planta del coro se desplaza del lado izquierdo



Figura 15
Vestigios observados del sistema constructivo del piso de madera encajonado (Fotografía: templo_nurio_x4x_crop16 16386564510.jpeg_242310155 consultado: 6/09/2021)

del acceso conformando una planta en ele, esta parte, además de los jabalcones, complementa como apoyo del entrepiso tres pares de pilares de madera con bases de piedra y capiteles de madera decorada. Finalmente, todo el plafón del sotocoro deberá quedar complementado por un entablado de madera sujetado por medio de cintas del mismo material para posteriormente ser enlucido con la reproducción de la imaginería que tenía antes del siniestro.

Aspecto importante que complementará la reconstrucción corresponde a la recuperación de la imaginería religiosa de la que se cuenta con toda la información fotográfica que permitirá su reposición.

Otro aspecto importante en los trabajos a realizar es la reconstrucción de los pisos de la nave y del coro, siguiendo el sistema tradicional de tabloncillos encajonados en una retícula de vigas ensambladas a media madera con rebajos a manera de lengüeta de cara para recibir el acomodo de los tabloncillos (Figura 15).

CONCLUSIONES

Los trabajos reconstructivos del templo de Santiago Apóstol de la población de Nurío, han sido posibles por el interés de la comunidad local, de las autoridades del gobierno estatal, por la participación del Instituto Nacional de Antropología e Historia a través de su Centro regional, la sabiduría y habilidades de los artesanos de la localidad de Sevina ubicada muy cerca de Nurío y la dedicación de los supervisores y encargados de las obras por parte del gobierno del estado y del INAH.

Ha sido fundamental el conocimiento que se tiene de los sistemas constructivos de bóvedas de madera sobre nervaduras de cerchones como, el propio sistema de zapatas en saledizo que fue característico en el siglo XVI. La utilización de dobles juegos de zapatas con canes moldurados en saledizo, riostras y arrastres tallados con el cordón franciscano; así como la bóveda de cañón configurada por nervaduras de cerchones y tabloncillos transversales y los tirantes con base en grandes gualdras que ligan y dan solidez al sistema; son muestra fehaciente de las habilidades de sus constructores y del dominio en la técnica para construir, desde el uso de la herramienta hasta la capacidad estructural de los elementos debido a las proporciones usadas y el corte correcto de los sólidos para la construcción.

La cubierta y plafones de Nurío manifiesta, por tanto, lo que fue en territorio de Michoacán, la arquitectura religiosa del periodo inicial de la etapa virreinal destaca de otros ejemplos por el valor constructivo de sus componentes de madera y, por el valioso legado artístico de alegorías religiosas que podrán ser reconstruidas a través de la documentación histórica y fotográfica con que se cuenta.

NOTA

Luis Alberto Torres Garibay es Doctor en arquitectura, Profesor investigador en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, expositor en diversos foros nacionales e internacionales, ha publicado libros y artículos en revistas de la especialidad, sus líneas de investigación son: tecnología de la arquitectura histórica y conservación del patrimonio; miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel II.

LISTA DE REFERENCIAS

- Bravo Ugarte, José. 1995. *Historia sucinta de Michoacán*. Morelia: Morevallado Editores.
- Azevedo S. Eugenia M. y Luis A. Torres G. 2017. *Restauración de inmuebles históricos. Preparatoria Ing. Pascual Ortiz Rubio, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. México: Silla vacía Editorial.
- Guevara Fefer, Fernando. 1989. Los factores físico-geográficos. *Historia general de Michoacán*, v. I. coord. Enrique Florescano. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán, Instituto Michoacano de Cultura.
- Torres Garibay, Luis A. 2016. Estereotomía de cubiertas de madera en templos virreinales de Michoacán. *Boletín de Monumentos Históricos*. Historia de la construcción. Segunda parte. Tercera Época, Núm. 36. México, D. F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Torres Garibay, Luis A. 2002. *Michoacán. Cubiertas de Madera en Inmuebles Eclesiásticos de la Cuenca Lacustre de Pátzcuaro*. Morelia: Morevallado Editores.
- Torres Garibay, Luis A. 1999. *Tecnología constructiva en la zona lacustre de Pátzcuaro y región Morelia*. Tesis de Doctorado en Arquitectura. Morelia: Universidad Nacional Autónoma de México.

Una cubierta de madera atípica en un edificio religioso de la región lacustre de Zirahuén, Michoacán-México

Jaime Alberto Vargas Chávez
Manuel Coria Guerrero

En la historiografía de la construcción, es evidente la ausencia de estudios a nivel global que aborden el tema de la arquitectura monumental en tierra, y no es sino a partir de la ejecución de proyectos y obras de restauración cuyo propósito es el resarcir los daños ocasionados por eventos destructivos de origen natural o antropogénico, cuando nace la urgente necesidad de investigarlos a fondo para determinar las adecuadas acciones de intervención de obra.

Nuestro sujeto de estudio es el Templo Parroquial de Nuestro Señor del Perdón de Zirahuén, Estado de Michoacán, México; dañado en sus imponentes muros de adobe en razón de los sismos ocurridos durante el mes de septiembre de 2022. La elaboración del proyecto de intervención nos permitió analizar la estructura de madera de su cubierta, cuyas características la ubican como de tijera en términos generales, pero cuyos componentes estructurales diversos nos permiten clasificarla como atípica, designación que damos en razón de la solución de diseño aplicada en sus componentes que la hacen diferente a las techumbres de madera comúnmente encontradas en los templos católicos de la región aledaña, principalmente de la zona lacustre de Pátzcuaro.

Por medio de esta investigación buscamos no solamente destacar la peculiaridad de esta techumbre y aportar conocimientos constructivos en materia de armaduras de cubierta para promover así su conservación; sino para también difundir los vocablos -hoy ya en desuso- que acaso no aparecen todos en una

sola fuente, sino en escasas, lo que le da especificidad a cada componente de la carpintería de armar.

A partir de este estudio identificamos cada uno de los elementos de la cubierta y sus denominaciones, así como su función estructural específica, entendidos en su conjunto como la respuesta racional acorde a la tecnología del momento (segunda mitad del S. XVII), a los materiales asequibles en la zona (bosques de coníferas) y a la mano de obra disponible (indígena), todo en función del claro a salvar y de la fábrica material de sus muros.

El proceso metodológico empleado para su investigación se apegó a los cánones tradicionales para la integración de proyectos ejecutivos de restauración. Las ausencias de información encontradas producto de nuestra revisión bibliográfica nos permitieron concluir que es necesario mostrar en un solo documento todos aquellos elementos tan dispersos sobre esta temática tan concreta.

EL TEMPLO EN EL CONTEXTO DEL TEJIDO URBANO DE ZIRAHUÉN

Sirahuén, Ziraguen o Zirahuén fue evangelizado por los religiosos franciscanos Fray Martín de Jesús y Fray Francisco de Lisboa durante el siglo XVI, atendido desde Pátzcuaro (Romero 1862). Entre los años de 1592 a 1594 se erigió el Beneficio secular de Huiramangaro, del cual Zirahuén fue pueblo sujeto. Para

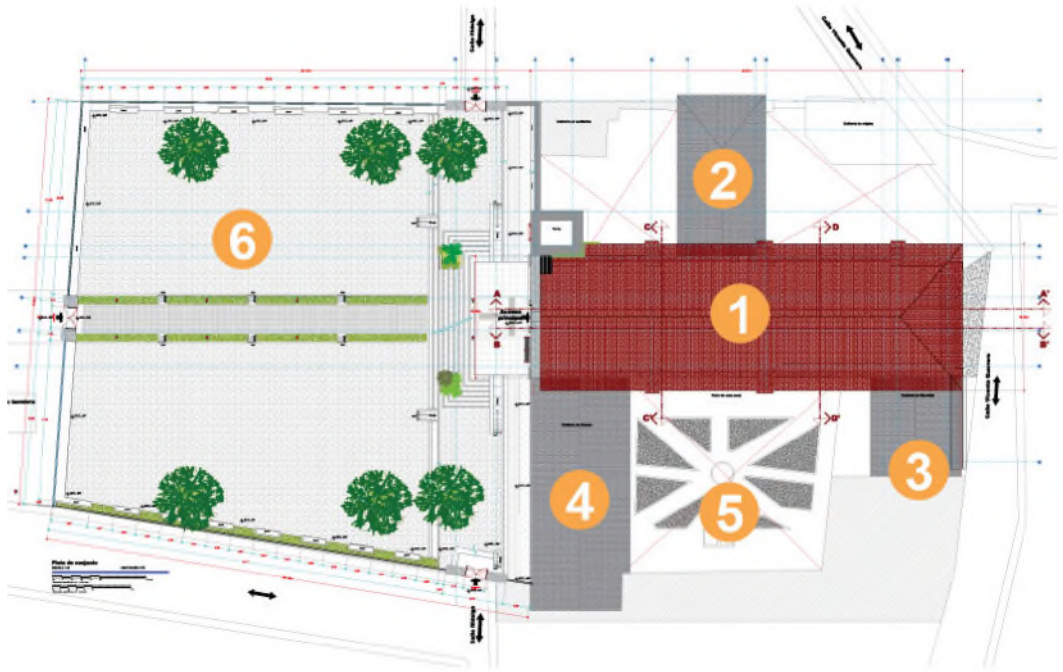


Figura 1

Planta de conjunto de la parroquia de Nuestra Señora del Perdón de Zirahuén, vemos: 1. Nave única del templo, 2. Capilla lateral anexa, 3. Sacristía, 4. Oficina notarial, 5. Patios interiores y 6. Atrio (Coria et. al. 2022)

abril de 1776 se realiza el traslado de la sede Parroquial de Huiramangaro a Zirahuén, convirtiéndose desde ese entonces en sede parroquial (Mazín 1986). En 1965, la parroquia de Zirahuén fue cedida por la Arquidiócesis de Morelia a la Diócesis de Tacámbaro, de donde depende actualmente.

Este conjunto religioso se ubica en el corazón mismo de la mancha urbana de la población de Zirahuén, ignorándose aún hoy día los antecedentes históricos de la tenencia de la tierra del predio y las condiciones sobre la cesión histórica de derechos de los originarios del lugar. Para esta Institución de la iglesia católica se seleccionó un espacio urbano de privilegio, en lo alto de la colina donde el polígono del predio para la construcción del templo estuviera en lo más alto de una meseta plana y sólida, desde donde se dominara la vista del asentamiento humano de su enclave. Así, su nave está alineada con los puntos cardinales: el presbiterio ocupa la cabecera Oriente (recibe el sol del Levante) y la fachada principal cuyo acceso de la feligresía al inmueble mira al Poniente, dando su cara al Lago de Zirahuén (Figura 1).

DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA PARROQUIA DEL SEÑOR DEL PERDÓN DE ZIRAHUÉN

Desde su origen, nuestro sujeto de estudio fue edificado como Templo católico¹ con sus correspondientes anexos, por lo que históricamente hablando pertenece al ámbito arquitectónico que cabe dentro de la clasificación de lo eclesiástico,² en virtud del uso y destino que estructuró la idea con el que fue concebida la erección de este conjunto, ya que se le direccionó para ejecutarse como una finca para desarrollar actividades relacionadas al culto católico desde 1776, en que se instruyó el traslado de la sede Parroquial de Huiramangaro a la localidad de Zirahuén.

Partiendo del nombre con el que la conseja popular lo ha denominado –a través del tiempo de la historia de la población– y que la pluma de los historiadores siempre lo han mencionado como «Templo Parroquial de Nuestra Señora del Perdón». Así, lo ubicamos como perteneciente al grupo arquitectónico del culto, servicios y administración, inicialmente de

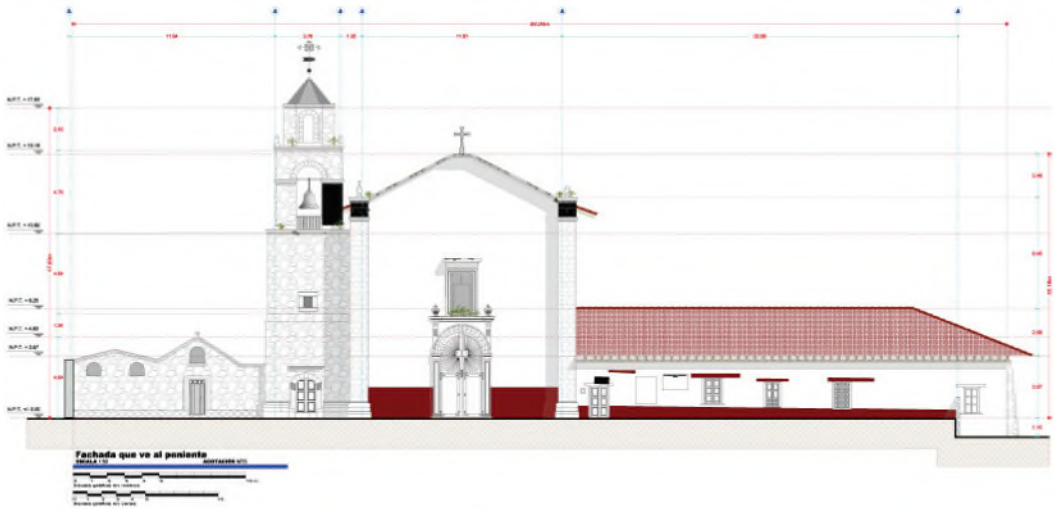


Figura 2

Portada principal que ve al poniente del templo parroquial de Nuestro señor del Perdón de Zirahuén (Coria et. al. 2022)

la Diócesis de Valladolid «hoy Morelia»; y a partir de 1965 de Tacámbaro, Michoacán.

Producto de la revisión documental de la memoria histórica que describe los espacios arquitectónicos de que consta este bien raíz, corroborados con los datos que levantamos durante la prospección *in situ* de las preexistencias de su arquitectura virreinal, cuyos muros de la estructura fueron ejecutados en tierra (adobes); por su género podemos determinarlo como uno de los relacionados con el gobierno, asistencia y economía institucional del territorio que hoy día cubre la diócesis tacambarensis.

La planta de la nave es rectangular,³ con el muro testero del ábside recto. Sus medidas interiores son 9.84 m. de ancho por 42.94 m. de largo y 11.27 m. en su elevación exterior, dimensiones que demandaron muros laterales de adobe con 1.60 m. de espesor (aproximadamente dos varas castellanas en ambos extremos) en su base hasta una altura interior de 8.09 m. (alrededor de diez varas castellanas), disminuyendo a 0.58 m. para dar espacio al punto de apoyo donde sobre arrastres de madera se desplanta la bóveda de cañón corrido de madera (a manera de falso plafond), diseñada con nervaduras (arcos fajones simples y reforzados con dos cerchones) en forma de arco deprimido con una flecha de 2.80 m. y un tirante de 9.84 m.

El muro poniente de la fachada principal por donde se ingresa al recinto religioso es de piedra por su cara exterior y de adobe por la interior; con un ancho de 1.12 m. en su base, y está rematado en ambos extremos por unos pilares cuadrados de cantería labrada visible y moldurados, que sirven como atezadores para anclar éstos a los dos muros perpendiculares de adobe. Su remate en la corona superior del muro es triangular, un poco más alto que el límite exterior de la cubierta de madera, pero siguiendo con la vista el ángulo de su pendiente hacia arriba, en la cúspide lo vemos coronado con una cruz de cantería labrada (Figura 2). El muro testero del ábside es recto y erigido con adobe, su base es más angosta pues tiene un ancho de tan sólo 1.48 m., característica que transmite a una porción del muro norte con el que hace escuadra, disminuyendo el ancho de su paramento de 1.60 m. a tan sólo 1.02 m., en una longitud de 3.84 m. hasta topar con el contrafuerte.

LA ESTRUCTURA DEL TEMPLO A BASE DE MUROS DE ADOBE

Los muros del templo están compuestos por tabiques de barro sin cocer, comúnmente conocidos como adobes, asentados con argamasa del mismo material.

Estos materiales así como su sistema constructivo resultan de gran beneficio para levantar inmuebles rurales, por sus propiedades térmicas y por su extraordinario poder aislante, o en zonas urbanas donde no se pueden conseguir materiales pétreos a precios accesibles, además de que su uso permite la autoconstrucción a manera de trabajo comunitario.

Los muros de adobe se construyen por hiladas horizontales como usualmente se acostumbra para con las de ladrillos. Su mano de obra exige de un trabajo esmerado y pausado, pues de efectuarse con rapidez sin dar el tiempo necesario para que la argamasa fragüe y adquiera la resistencia suficiente para soportar el peso propio de materiales sobrepuestos en cada jornada, pueden originar asentamientos considerables que pongan en peligro la integridad de su estructura. Los adobes se unen entre sí por medio de barro solo, que es lo más común o con mortero. Su colocación usualmente corre a juntas opuestas, a sogá, a tizón o simplemente por yuxtaposición, sobrepuestos, alternando la direccionalidad entre cada hilada para nuestro caso (Bartueso 1919, 228).

Una vez concluido el muro, se le debe revocar para preservarlo adecuadamente de la humedad. Históricamente se le ha recubierto con morteros comunes o hidráulicos, betunes calientes y hasta se ha empleado un barniz compuesto de cenizas de madera tamizadas, cal viva y aceite. El revoque es esencialmente necesario en las obras de adobe para preservarlos de los efectos atmosféricos.

LA CARACTERIZACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE MADERA EN LA REGIÓN LACUSTRE DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN

El conocimiento para la traza de la carpintería de armar referida a las estructuras de las cubiertas inclinadas para el género de edificios religiosos vino de Europa a través de los religiosos entendidos en este arte y más tarde a través de los tratados de arquitectura renacentistas como el apoyo técnico que la práctica requería para fundamentar el criterio.

En el ramo de la construcción, particularmente para la elaboración de una cubierta a base de una armadura de madera; a los carpinteros de armar (que seguramente eran itinerantes) tocaba su planeación, la selección de la madera y su traslado a obra, su puesta en sección, el trazado de su geometría y di-

mensionamiento de todos y cada uno de sus componentes directa con el claro a salvar, pero que, indudablemente estaba sustentado en el conocimiento que la práctica de años y la repetición les otorgaba y que todavía aquí en la Nueva España transmitieron de generación en generación. Aunque en principio, todavía no queda claro en qué casos el medio de soporte de tal conocimiento estuvo sustentado en los Tratados de carpintería, ya que en esa época el tener acceso a los libros de esta índole no era cosa menor en tierras novohispanas.

Ante la anterior reflexión, Ovando (2013, 160-161) plantea:

... Ante la falta de un procedimiento científico de cálculo estructural, el problema difícil al que se enfrentaron (los constructores de época) -al igual que cualquier alarife o maestro de obra- fue determinar las proporciones entre las partes de cada edificio. Así como calcular adecuadamente la relación dimensional que debía tener la cimentación... el saber geométrico fue entonces la herramienta teórica más importante para la elaboración de cualquier proyecto arquitectónico.

El material de su armadura como solución constructiva -por ser el recurso local disponible-, fue la madera de pino (*pinus douglasiana Martínez*) procedente de los bosques aledaños propiedad de las comunidades indígenas. Sin lugar a dudas, la mano de obra para el corte de los árboles, su labrado y puesta en sección, así como su ensamblado y articulado en las alturas, se realizó con la mano de obra y pericia de los operarios locales.

Para la labra del maderamen de la estructura (armadura), estamos ciertos que debió hacerse de la misma manera que se hace con la piedra, a base de plantillas.⁴ La lógica constructiva que debió prevalecer entonces nos indica que todas las faenas previas al ensamblaje final debieron hacerse a nivel del piso, ya que resultaría absurdo hacerlo en las alturas; no solamente por el mayor tiempo y costo que llevarían las actividades, sino además, por el riesgo que ello implicaría tanto para los carpinteros de armar como para los operarios en tierra, quienes podrían sufrir un lamentable accidente producto del impacto de alguna pieza de la armadura al caer desde las alturas.

Respecto a las determinantes para otorgar la más adecuada pendiente que se le debía dar a las techumbres, el dilema quedaba a cargo de los constructores, quienes sustentaban sus razonamientos de

diseño en cuatro premisas: la primera, en razón de las condiciones físicas del sitio elegido para el desplante; la segunda, el clima del territorio geográfico (fuerza y dirección del viento e intensidad de la lluvia, hielo o nieve); la tercera, de los materiales para construcción disponibles en la región; y la cuarta y última, la cantidad y capacidad de la mano de obra existente en ese territorio geográfico para ejecutar cada actividad de obra que el diseño demandara (Albanecar 2019).

Al hablar de las aportaciones de la zona lacustre de Pátzcuaro, Michoacán, Torres (1999, 61) toma como base aquellas obras que comprendió su tesis doctoral, expresando las notables ausencias de estudios sobre la tecnología constructiva empleada ya en pleno siglo XVII por los naturales de Pátzcuaro y regiones aledañas que hoy día exigen conocer más acerca de la organización del trabajo, las herramientas y equipos utilizados en razón de la tradición gremial local (Figura 3).



Figura 3
Lámina de la *Relación de Michoacán* que nos permite entender la organización que existió en tiempos del Cazonci en una estructura jerárquica piramidal descendente. Entre los grupos especializados de esta organización de corte gremial se leen: canteros y pedreros, carpinteros y montaraces (Alcalá 2000, 541)

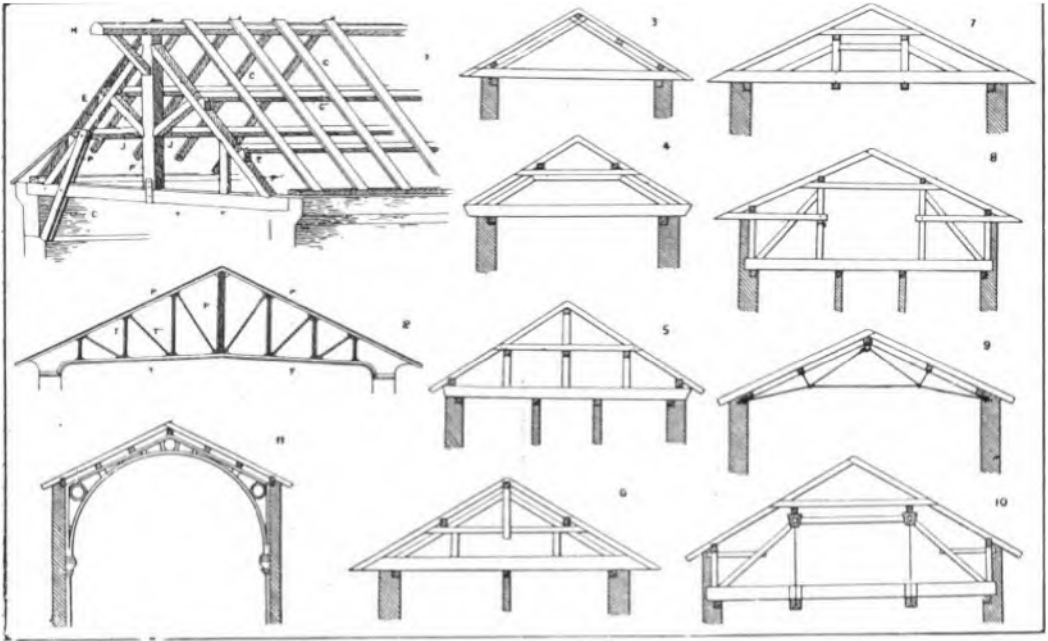
Torres (1999) nos explica que de acuerdo a la producción forestal y a los altos índices de precipitación pluvial que caracterizan al Estado de Michoacán, se motivó el uso de cubiertas inclinadas a base de madera. Lo anterior abre el panorama para el estudio y clasificación de las cubiertas de la región, derivado de la variedad de soluciones que cada sitio aportó y que históricamente respondieron a sus propias necesidades y tecnología de época. Para ello, Torres (1999) generó una clasificación incluyendo: las de media tijera (simples y para grandes claros), de vigas sobre zapatas, bóvedas, trapezoidales y de arcos laminares. De igual manera, para el estudio que nos ocupa fue menester la búsqueda bibliográfica de otras latitudes, como la Enciclopedia Ilustrada Segui, de donde extraemos la Figura 4 que nos brindó otras variantes de cubiertas así como el valioso léxico que nos permitió identificar cada componente de acuerdo a su posición y función estructural.

Entendiendo la forma como trabajan los elementos de nuestra techumbre

Tanto el sitio para el enclave como la unicidad leída en sus dimensiones y elementos formales quedó físicamente manifiesta en su diseño geométrico; como por igual, la selección y manufactura de los materiales base usados por sus constructores y su diestra fábrica material en razón de las materias primas y la mano de obra existentes en el lugar; que aunados a los requerimientos demandados por el cliente (cupó para albergar a la feligresía); en su conjunto fueron las constantes que influyeron para dimensionar el espacio interior y al final de cuentas también impusieron una techumbre con una característica singular.

Podemos decir, diferente a los modelos regionales ya estudiados Torres (1999) sobre las armaduras de tijera, de par y nudillo y otras empleadas en las naves de las iglesias y capillas de los alrededores de la vecina zona lacustre de Pátzcuaro, que la hacen atípica, tal como observamos en la Figura 5.

Dibujo de la armadura de la cubierta del Templo Parroquial de Nuestro Señor del Perdón, elaborado con las medidas reales levantadas *in situ* y auxiliados por las fotografías de los componentes que la integran (Coria et. al. 2022)



ARMADURAS: 1. De madera; T, tirante; T', tornapunta; P, pares; P', pendolón; C, contrapares; C', copos; C'', carrilas J, jabalcóns; E, ejones; H, hilera. — 2. Metálica; T, tirantes; P, pares; P', pendolón; T', tornapunta vertical; T'', tornapunta inclinada. — 3. Sencilla. — 4. Con puente. — 5. Con puente y péndolas. — 6. Con puente, péndolas y pares duplicados. — 7. Con puente, péndolas y pares interiores. — 8. Con péndolas y jabalcóns. — 9. Poloncean. — 10. Mixta. — 11. Curva.

Figura 4

Gráfico que muestra las variantes de armaduras de madera para techumbres a dos aguas. Incluye al calce el nombre de sus componentes principales (Seguí 1907, 864)

La mayor determinante para seleccionar las características formales de una cubierta a base de una armadura de madera particular, fue el hecho de que ésta no solamente les permitiera salvar el claro a cubrir del ancho de la nave de la iglesia, sino que por su comportamiento estructural, mediante los componentes del asiento de la armadura, simplemente se apoyaran —como sistema de cubierta—, descansando en equilibrio sobre la corona de esos gruesos, robustos y altos muros del templo parroquial levantados con mampuestos de adobe.⁵

Se trata pues, de una armadura que no está a la vista de todos, pues la bóveda deprimida de cañón corrido⁶ que actúa como un falso plafond la oculta por debajo (Figura 6). Es decir, no es visible, quedando la función de este tejado circunscrito a un mero uso arquitectónico «[...] considerando casi exclusivamente su comportamiento mecánico y su relación con la muraria» (Palaia 2002, 95).

Hablando del diseño particular de la armadura de madera del Templo de Nuestro Señor del Perdón, ubicada a una altura de 11.10 m. nivel de piso terminado (N.P.T.) interior sobre la corona de sus muros de adobe (con 1.60 m. de espesor en su base y 0.58 m. en su parte superior), sabemos que ésta fue diseñada de manera acorde a los esfuerzos que transmiten entre sí⁷ sus componentes estructurales.

En virtud de que se manifiesta como una variante de la armadura de tijera,⁸ entonces no se ajusta tampoco a los cánones de diseño de una armadura de «pares, nudillo y/o mixta»⁹ dado el análisis y estudio detallado de los componentes estructurales de madera que la integran, y que nos permiten mostrar como hallazgo las diferencias que existen *versus* otras estructuras de tijera tradicionales ubicadas en la región de Michoacán y que con facilidad descubrimos en la siguiente descripción: Sus tres aleros son planos inclinados (tendidos) con una pendiente de veinte (20°)

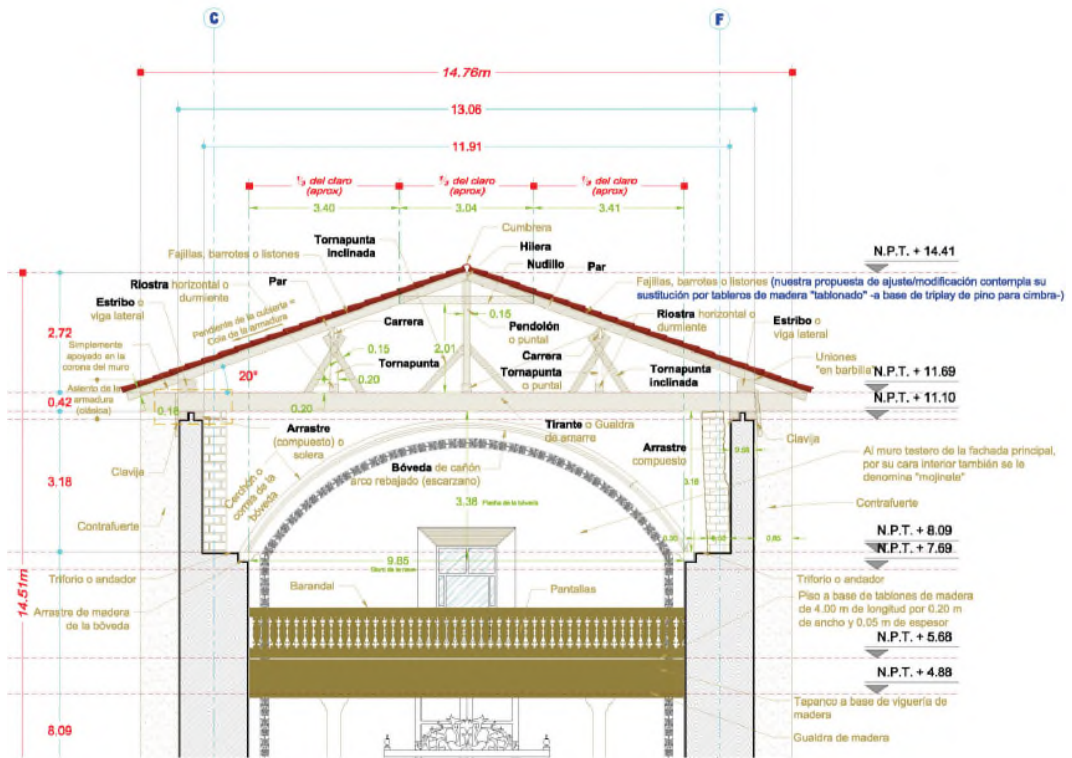


Figura 5

Dibujo de la armadura de la cubierta del Templo Parroquial de Nuestro Señor del Perdón, elaborado con las medidas reales levantadas *in situ* y auxiliados por las fotografías de los componentes que la integran (Coria et al. 2022)



Figura 6

Representación tridimensional elaborada para mostrar gráficamente las capas de la estructura de cubierta, mostrando la sección del muro de desplante donde disminuye su espesor para el asiento de la bóveda de madera (de trazo escarzano). Observamos en su corona los arcaes compuestos instalados para recibir y repartir las cargas de la cubierta (Luna 2022)

grados, cubiertos con una tejería de «tejas árabes»¹⁰ de barro recocido. El desplante de la armadura que se asienta sobre la corona del muro de adobe se da a los 11.10 m. (13 $\frac{1}{4}$ varas castellanas) sobre el N.P.T. interior, y su altura es de 3.14 m. (3 $\frac{3}{4}$ varas). Su superficie aproximada en planta es de: 15.43 m. (18 $\frac{1}{2}$ varas) de ancho (actual); por 44.87 m. (53 $\frac{3}{4}$ varas) de longitud.

Para el diseño unitario de la armadura de la cubierta, su conformación comienza a partir de un punto central de la base del trazo geométrico de la nave del templo, sobre el eje longitudinal –de poniente a oriente a partir del muro frontal de la portada principal–, formalmente a partir de dos elementos enfrentados (vigas de madera) que –en el vértice superior de un triángulo del recinto religioso– se unen a tope

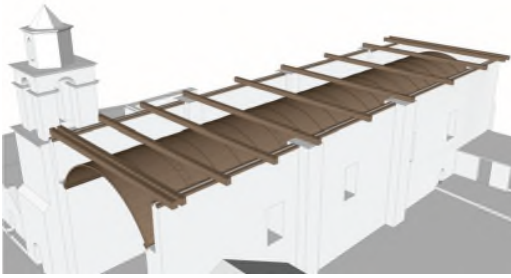


Figura 7

Ubicación de las gualdras de amarre de nuestro sujeto de estudio. Maderamen mediante las cuales se obtiene un refuerzo transversal que cubre el claro de la nave y absorbe el empuje de la cubierta para que no se transmita al muro (Luna 2022)

al centro a la *hilera* (tabla o tablón de madera), esta arista de contacto más elevado es la cumbre. «El encuentro del nudillo con los pares puede ser diferente según se trate de armaduras visibles u ocultas. Las ensambladuras empleadas son las de quijera» (García 1968, 190) también llamada *cornezuelos* y las de *media madera*.¹¹ En ambos extremos inferiores de la base del triángulo, los pares descansan sobre los *estribos o vigas laterales*.¹²

Estas armaduras transmiten momentos importantes en la base del muro y provocan grietas y desplomes al no poder absorber los anteriores elementos los esfuerzos de tracción. «[...] una posible solución es la colocación de contrafuertes (estribo o machón) en el muro para otorgarle la rigidez que por sí sola no tiene la muratura [...]». (Palaia 2002, 97). Otra alternativa es colocar un *tirante* o *gualdra de amarre* en la base de la estructura de la cubierta (Figura 7), con capacidad suficiente para trabajar a la tracción, absorbiendo el empuje sin que se transmita al muro. Aparece así la forma triangulada, geoméricamente indeformable, que da origen a la tipología de las armaduras de tijera, que son estables por sí solas.¹³

Pero además presenta otros componentes de diseño auxiliares que permiten una mejor distribución de las cargas y transmisión de los esfuerzos entre sí. De manera tal que se pueda prevenir o minimizar la deformación de los *tirantes* o *gualdras de amarre*, al incorporar al centro y entre uno y otro, una gualdra de madera llamada *riostra* o *durmiente horizontal* (Figura 8).

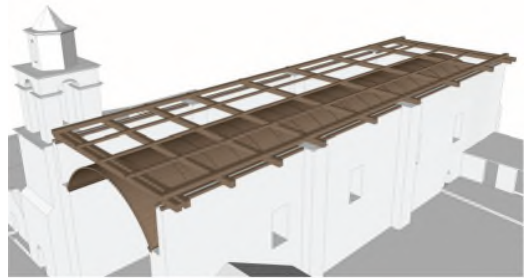


Figura 8

Por encima de las gualdras de amarre van colocadas las riostras horizontales, mismas que sirven de apoyo a los diversos soportes verticales (Luna 2022)

A su vez, a ésta se le hinca un puntal (apeo) vertical llamado *pendolón* colocado secuencialmente a eje de cada tirante, que sube hasta topar por debajo la junta de los *pares* y la *hilera*. En nuestro caso de estudio, a cada *pendolón* se le ancla a su base de sustentación mediante cuatro *tornapuntas inclinados* (Figura 9), que van alineados conforme los cuatro vientos: dos montados sobre la cara superior de la gualdra de amarre y, dos hincados por igual sobre la riostra; todos ensamblados y entallados entre sí mediante los rebajos o las escopladuras necesarias, en ambos puntos de contacto.

De igual manera, en razón de su longitud, los *pares* se ven sometidos a esfuerzos de flexión, tanto por su peso propio como por el del material de la



Figura 9

Fotografía de un *pendolón* reforzado por cuatro *tornapuntas* inclinadas en cada una de sus orientaciones (Espino 2022)

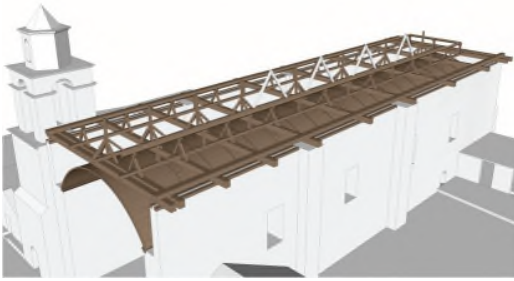


Figura 10

Apoyadas sobre las riostras horizontales, se ubican variados elementos como los pendolones, tornapuntas y tornapuntas inclinadas, cuyo propósito es el evitar la deformación por pandeo de los pares (Luna 2022)

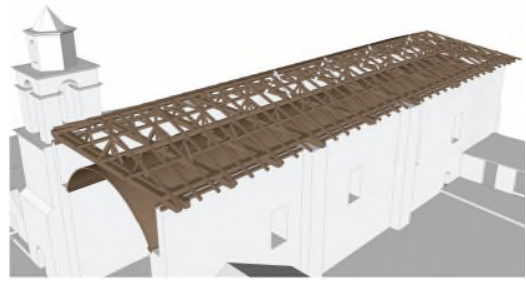


Figura 11

El sistema de cubierta se completa por medio de los pares, apoyados desde su contacto superior con la hilera y asentados en barbilla con el estribo (Luna 2022)

cubierta. Siendo madera larga y posicionada en forma inclinada, puede cada pieza llegar a deformarse en forma diferente en razón de su factura, peso propio y por las cargas muertas y variables que recibe. Para evitar su deformación se auxilian mediante los *nudillos*: tiras de madera con un ancho de 0.15 m., colocadas en forma horizontal aproximadamente a 1/3 del ancho transversal, para unir a los pares en sus caras verticales, justo en la zona superior cercana a la cumbre (aproximadamente a 1/5 de la altura del pendolón) a 2.01 m. a partir de la cara superior del tirante.

En nuestra armadura, adicionalmente se previno el problema de pandeo de los pares al incorporárseles –al centro de su luz o claro–, por encima de los tirantes, dos tornapuntas inclinados formando una “X”, más cerrada en su parte superior con el objeto de cargar perpendicularmente una viga de madera denominada *carrera*, que corre por encima de ese punto, sirviendo tal como soporte (apeo) intermedio a los pares. Con ella se evita mayormente la deformación de tales elementos de la armadura.

Además, en el mismo eje de la *carrera*, pero ahora, abajo por encima de los tirantes o gualdras de amarre está colocada otra gualdra de madera de igual escuadría. Al centro, sobre ésta *riostra o durmiente horizontal* –en su cara superior–, adicionalmente se colocó un puntal vertical de madera, en medio de la luz entre cada tirante, para prevenir la flexión de la *carrera*. Los *estribos o vigas laterales de madera*, descansan perpendicularmente –encima– en los dos extremos de los tirantes¹⁴ (Figura 10).

En su cara superior de contacto reciben a los *pares* en barbilla, de tal manera que asienten en el *estribo* y no puedan desplazarse (Palaia 2002, 99) y sirven para absorber los empujes laterales que los propios pares producen (Figura 11). Dado que tales vigas también trabajan a flexión, su escuadría debe tener una dimensión apropiada para resistir tales esfuerzos y garantizar así la estabilidad de la armadura en su conjunto. Aunque en nuestro caso, también cuenta con dos segmentos (calzas) de madera de la misma dimensión de los tirantes y con una longitud tan sólo igual al ancho de los *dos arrastres compuestos*: colocados a un tercio del claro entre los dos tirantes.

REFLEXIONES FINALES

Compositivamente, todos estos elementos que integran la estructura de nuestro sujeto de estudio son dignos de una investigación a profundidad, ya que como hemos visto hasta ahora, no solamente le otorgaron al inmueble la oportunidad de pervivir al paso del tiempo; sino por igual, la resiliencia para soportar las inclemencias de la naturaleza, la de los fenómenos naturales del territorio de su ubicación geográfica y las intervenciones de quienes en su historia han tenido su uso y disfrute.

Para que las techumbres sobrevivan, se debe conservar su capacidad portante, más allá de su geometría de trazo. En la restauración no debemos conformarnos con que los periodos de garantía sean anuales

o decenales, de ser posible debemos buscar garantías seculares (Nuere 2000, 23).

Finalizamos, enfatizando que una parte sustantiva de nuestra propuesta de intervención para atender los diversos problemas particulares que aquejan al edificio de culto religioso del clero secular perteneciente a la Diócesis de Tacámbaro, está íntimamente ligada con la tapa de la actual cubierta, dada la problemática que su mantenimiento ha planteado históricamente a lo largo de su vida transcurrida; y más aún, hoy del todo visible por las modificaciones sufridas en épocas recientes.

NOTAS

1. Para convertirse en la casa de Dios, el templo debe ser un lugar (con) sagrado, respondiendo un simbolismo universal. *Templum* significaba el sector observado por el *augur*; era la delimitación de una superficie determinada del cielo. El templo se asocia a la observación del movimiento de los astros, del cosmos –según afortunada expresión de Pitágoras–. El templo está, pues orientado.
2. De acuerdo a la tabla de los géneros de edificios (Chañón 2001, II: 480).
3. A las iglesias de nave única también se les denominó «de cajón» (Fernández 2013, 144)
4. La herencia legada de la técnica de carpintería visigoda nos direcciona al empleo de cartabones derivados de un trazo geométrico particular, en proporción 1:1, para operativamente simplificar los procesos de trazado y corte físico de la madera *in situ*; a la vez que de manera secuencial y ordenada se ejecutaban los rebajos para las uniones de los ingleses en los encuentros de cada pieza de la armadura. (González-Buitrago 2000, 20).
5. Vale la pena acotar que ésta no era la única solución constructiva que entonces estaba tan de boga a mediados del siglo XVII, ya que en aquellos lugares donde se podían construir los muros a base de mamposterías de piedra, el constructor podía seleccionar otros tipos de techumbres –como los sistemas a base de bóvedas– para cubrir las edificaciones. De manera tal que, la capacidad de respuesta de los muros de su estructura está ligado a cierto tipo de esfuerzos relacionados directamente con el sistema seleccionado de cubierta para cubrir el inmueble; y generalmente su tipicidad se da a manera de influencias a su arquitectura regional.
6. «[...] los sistemas de bóveda de madera son una respuesta regional a ese deseo de la etapa final del siglo XVI e inicial del siglo XVII, de cubrir espacios internos de los templos por medio de bóvedas construidas con recursos materiales que el medio físico-geográfico ofrecía.» (Torres 1999, 116).
7. «Las distintas soluciones constructivas de las ensambladuras, no están condicionadas a los tipos de armaduras existentes, sino en razón a los esfuerzos que tienen que transmitir entre sí cada elemento que la integra. En todos los casos, la elaboración de una unión supone realizar un corte en las piezas que se unen, creándose un punto débil, problema que los carpinteros deben minimizar.» (Palaia 2002, 98).
8. «Estas armaduras tienen los empujes equilibrados, permitiendo una solución constructiva en su apoyo en los muros muy diferente a las armaduras de pares. En este caso el apoyo se realiza sobre durmientes, [...]. Durante los siglos XVII y XVIII, en los tratados de Alberti y de Palladio se defendieron los sistemas de cerchas, que llegaron a ser los más empleados en la construcción de armaduras de madera en Europa. A partir de entonces se homogeneizaron prácticamente las estructuras, incluso en sus sistemas de unión.» (Palaia 2002, 96).
9. «La clasificación de las armaduras de madera es la siguiente: armaduras de correas, armaduras de pares y armaduras de tijeras. Identificamos otro grupo más, las armaduras mixtas, formadas por elementos de fábrica y de madera.» (Palaia 2002, 95).
10. Se trata de un modelo de una sola geometría: conos seccionados longitudinalmente, cuya superficie es cóncava y convexa; según la superficie donde se les coloque, permite resolver problemas, tanto de tejados planos, como de las cumbres, las limas y hasta de los canalones.
11. «A estos sistemas se les añadía, en algunos casos un *pendolón*, que siempre está clavado a la hilera y al tirante, pasando por delante de éstos» (Palaia 2002, 99).
12. «El madero colocado horizontalmente sobre los tirantes, en el cual embarbillan los pares de una armadura. Estribo: descansar el peso o el empuje de una cosa en otra sólida y firme.» (García 1968, 114).
13. «La armadura de tijera está formada por dos pares y con el tirante en su base tiene resuelto el problema de la transmisión de los empujes a los muros. Conceptualmente, sólo trabajarían los elementos a esfuerzos de tracción y compresión. Sin embargo, el tirante puede deformarse a flexión debido a su peso propio, por una escuadría insuficiente –en relación al claro que salva–, o por relajación del material y, además por las cargas variables que no siempre actúan.» (Palaia 2002, 99).
14. «Puede suceder que el estribo esté por encima del tirante –como en nuestro caso–, aunque también puede estar el tirante encima de éste. La variación de tal encuentro modifica la forma de montaje de la armadura, dado que en un caso ha de situarse antes el estribo que el tirante y en el otro sucede al contrario.» (Palaia 2002, 99).

LISTA DE REFERENCIAS

- Alcalá, Jerónimo de. 2000. *Relación de Michoacán, o, Relación de las ceremonias y rictos y población y gobernación de los indios de la Provincia de Mechuacán*, Zamora: El COLMICH.
- Albanecar. 2019. *Cuestión de pendientes*. Disponible en: <https://www.albanecar.es/cuestion-de-pendientes/>. Fecha de consulta: 13/04/23.
- Bartueso y Balarza, Fulgencio. 1919. *Nuevo Manual de Albañilería*, 2ª Edición. México: Librería de la Vda. de Ch. Bouret.
- Chanfón Olmos, Carlos. 2001. *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos. Volumen II: El periodo virreinal, Tomo II La consolidación de la vida virreinal*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Fernández Muñoz, Yolanda. 2013. El arquitecto Francisco Becerra. En: *Boletín de Monumentos Históricos*, tercera época, Núm. 27, Enero-Abril. México: INAH.
- García Salinero, Fernando. 1968. *Léxico de alarifes de los Siglos de Oro*. Madrid: Real Academia Española.
- González, Olga Lucía y Buitrago S, Gilberto. 2000. *La techumbre mudéjar de la Catedral de Tlaxcala, La técnica de manufactura como base para comprender e intervenir un bien cultural*. Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Mazín, Oscar. 1986. *El gran Michoacán*. Zamora: El COLMICH.
- Nuere, Enrique. 2000. Prólogo. En: González, Olga Lucía y Buitrago S, Gilberto. *La techumbre mudéjar de la Catedral de Tlaxcala, La técnica de manufactura como base para comprender e intervenir un bien cultural*. Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Ovando Grajales, Fredy. Los [posibles] tratados de arquitectura en el equipaje de los dominicos con destino a Chiapas en el siglo XVI. En: *Boletín de Monumentos Históricos*, tercera época, Núm. 27, Enero-Abril de 2013. México: INAH.
- Palaia Pérez, Liliana. 2002. El diseño y la construcción de armaduras lígneas de cubierta sobre obras de fábrica: Análisis de tres casos en la Comunidad Valenciana. En: *Estudios previos de armaduras lígneas de cubierta*. Loggia 13. España. Disponible en: <https://polipapers.upv.es/index.php/loggia/article/view/3575>.
- Romero, José Guadalupe. 1862. *Noticias para formar la historia y la estadística del Obispado de Michoacán: presentada a la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística en 1860*. México: Imprenta de Vicente García Torres.
- Seguí, Miguel. 1907. *Enciclopedia Ilustrada Seguí*. Tomo I, España: Centro editorial artístico de Madrid.
- Torres Garibay, Luis Alberto. 1999. *Tecnología constructiva en la zona lacustre de Pátzcuaro y región Morelia*, Tesis que para obtener el grado de Doctor en Arquitectura. México: División de Estudios de Posgrado. Facultad de Arquitectura/Universidad Nacional Autónoma de México.

Hibridación en la construcción del siglo XVI en el valle del Colca y la ciudad de Arequipa - Perú

A. Zúñiga Alfaro
Y. Alemán Achata
G. Gómez Zanabria
H. Paniagua Gutiérrez
G. Quequesana Vilchez

El siglo XVI para el Perú es la época de la primera interacción entre lo andino e hispano, en el sur de Perú será evidente en la hibridación de la arquitectura del valle del Colca y la ciudad de Arequipa como resultado de la cooperación en la construcción de ciudades, pueblos y el nuevo territorio.

Arequipa se funda en 1540 siendo necesario habitar este espacio para comunicar Cusco con la costa y ser cabeza de conquista de Chile, la construcción del puente sobre el río Chili, la iglesia matriz y las primeras viviendas se realizan por constructores hispanos con la mano de obra local mediante la mita colonial.

En los sitios prehispánicos del valle del Colca como Malata, los primeros templos muestran atrios circundantes con capillas posas; la capilla de San Sebastián de Coporaque muestra rasgos constructivos hispanos y andinos; con los pueblos coloniales desde 1570 se consolida una nueva forma de planear y construir.

La presente investigación estudia la arquitectura andina e hispana durante el siglo XVI a partir de registros documentales, arqueológicas y arquitectónicas mediante el método heurístico, ubicando documentos en los archivos de la Biblioteca Pública Municipal de Arequipa (BPMA) y Archivo Regional de Arequipa (ARA) e interpretando las evidencias de la arquitectura de este siglo.

De esta interacción y cooperación surge una arquitectura con rasgos de las dos vertientes, los hispanos aportan los tipos espaciales, aparejos de sillares y ornamentales mientras que los constructores locales aportan muros e inframuros resistentes a sismos y

demuestran su conocimiento en los recursos constructivos del lugar.

CONTEXTO HISTÓRICO

Periodo prehispánico: Sobre los sitios prehispánicos en Arequipa y el valle del Colca no existe registro documental antes de 1540, la forma en que se asentaron los grupos indígenas en estas regiones responde a las diferentes condiciones del territorio. El valle del Colca es una de las regiones Collaguas más ricas en suministros agrícolas y ganaderos, contaba con una población de 6000 indios cuando fue visitada por el inca Mayta Cápac.¹

Algunos de los sitios de la cultura Collagua estudiados por Neira² son abordados por esta investigación como el sitio de Uscallacta en el distrito de Chivay y Uyo-uyo en Yanque, otros de los sitios fueron estudiados por Wernke como son Malata y Ñaupallacta en Tuti y San Antonio en Coporaque. El sitio que se ha elegido en la provincia de Arequipa es el de Churajón que se ubica al sureste de la ciudad en el distrito de Polobaya,³ el paisaje de este lugar se caracteriza por valles y quebradas, fue habitado desde el periodo formativo, pasando por el periodo inca hasta inicios de la época colonial;⁴ otros sitios prehispánicos de la provincia han desaparecido producto del desarrollo urbano, su desuso y los efectos de los sismos.

Conquista y doctrina: El encuentro colonial en el antiguo Perú no se experimentó de manera unitaria,

más bien se compuso de intercambios entre colonizadores y colonizados en la producción de la vida cotidiana.⁵ Los primeros frailes mendicantes españoles en el Perú sincretizaron activamente la doctrina y las prácticas católicas con sus homólogos andinos, las comunidades andinas no sólo estuvieron abiertas a los primeros avances evangélicos, sino que los incorporaron de forma proactiva.⁶

En las dos primeras décadas posteriores al inicio de la conquista los curas doctrineros fueron los primeros españoles que vivieron de forma sostenida entre las comunidades andinas, fundamental para la evangelización fue la fundación de doctrinas (asentamientos doctrinales)⁷ normalmente compuestas por una capilla, un atrio, un convento y una aldea prehispánica asociada.

Las investigaciones arqueológicas de Wernke en el valle del Colca⁸ documentan la consolidación de asentamientos anteriores a la época reduccional, donde se construyeron centros administrativos incas primarios (en lugares previamente desocupados o sitios de asentamientos preincaicos menores) en cada una de las subdivisiones étnicas de la provincia de Collagua, mientras que los principales asentamientos de la época preincaica crecieron y se modificaron mediante la construcción de plazas y estructuras ceremoniales centrales (ushnos y kallancas).

En casi todos los casos, estos mismos centros administrativos se convirtieron en centros de evangelización temprana cuando los frailes franciscanos entraron en el valle en la década de 1540. Dentro de estas doctrinas, se construyeron pequeños templos sobre los espacios de ritual público de la ocupación inca, muchas veces reutilizando las mismas plazas y kallancas como atrios y capillas.

Wernke argumenta que tales superposiciones aprovecharon las analogías de la organización espacial y la práctica, produciendo lugares de significado ambiguo. Las primeras estrategias de evangelización en el valle del Colca parecen haber resonado con análogos prehispánicos a través de un enfoque pastoral participativo que enfatizaba la pompa al aire libre, la procesión y el canto.

La conversión debía producirse no sólo por el adoctrinamiento, sino a través de la inculcación de un estilo de vida cristiano, a medida que los frailes congregaban a la población en los asentamientos doctrinarios, se introducen nuevos espacios domésticos y propiedades sociales, las nuevas casas eran

cuadrangulares, multiespaciales y estaban dispuestas en hileras a manera de calles, diferentes a las estructuras domésticas de la ocupación inca que eran predominantemente circulares y ovoides.

En la ciudad de Arequipa se han perdido muchas evidencias del siglo XVI, entre las pocas que quedan está el Complejo Arqueológico de Churajón, conocido por los españoles en la época colonial como la Huaca,⁹ donde al llegar en 1537,¹⁰ acondicionaron un templo en una construcción existente, según las últimas excavaciones, aquí se encontraron tumbas con cuerpos de cráneos deformados enterrados con ofrendas, ajuar Churajón, cerámica Inca, y elementos foráneos como herraduras y una moneda de plata «macuquina».¹¹

La ocupación del lugar debió durar hasta 1581,¹² fecha que coincide con la instauración de las reducciones de Chapi, ya que, según las excavaciones, el lugar ya estaba desocupado cuando ocurrió la erupción del volcán Huaynaputina en 1600.¹³

Reducciones indígenas: En las primeras décadas de la conquista entre los años 1548 y 1564 la principal medida administrativa en el Perú fue la de los corregidores de poblaciones andinas durante el gobierno de Lope García de Castro, al sucederle el virrey Francisco de Toledo, quien al visitar el Perú tenía la finalidad de reducir a los naturales a pueblos y luego fijarles nuevas tasas tributarias.¹⁴

Para realizar dicho cargo, los visitadores y jueces reducidos escogieron el lugar más propicio de cada repartimiento, este debía ser de buen temple, con abundantes tierras laborables, agua, pasto y montes; al movilizar a la población, se buscó tener el menor número de pueblos.¹⁵ Estos nuevos pueblos o reducciones se trazaron al igual que las ciudades hispanas, con calles ortogonales, una plaza y un templo, siendo más fácil para que los sacerdotes pudieran evangelizar.

Se recomendó que las reducciones estén alejadas de las “guacas”, para que la población abandonase sus prácticas paganas, la población andina tenían un tiempo para realizar su traslado, vencido este se procedía a destruir sus viviendas y poblados, y los caciques perdían su cargo.

Desde 1570 a 1575, se crearon alrededor de mil reducciones para una población de un millón y medio de habitantes¹⁶ con propósitos fiscales, religiosos, de control social y la mencionada concentración forzada de las poblaciones dispersas en centros visibles

y acordes al modelo hispano de orden y sanidad; la construcción de paisajes hispanos contribuyó a establecer y reproducir entre la población el orden social jerárquico y la cosmovisión hispana, insertando la dominación en lo cotidiano y en la formación de la identidad grupal.

Así fue como se concentró a la población en 71 corregimientos o provincias que comprendían 614 repartimientos, 712 doctrinas y más de 1000 pueblos. Arequipa comprendía siete corregimientos en los que se establecieron 73 reducciones. El corregimiento más rico y más densamente poblado era el de Collaguas, reduciendo este corregimiento a 24 pueblos entre los años 1571 y 1574 por Lope de Suazo.¹⁷ Sin embargo, a fines del siglo XVI algunas reducciones habían desaparecido o se encontraban en decadencia, ya sea porque los naturales habían fallecido o huido para evitar la mita.¹⁸

Ciudad hispana de Arequipa: Si bien en Arequipa no se han conservado sitios prehispánicos ni evidencias físicas de las reducciones del siglo XVI, si se encuentran gran cantidad de evidencias documentales en los distintos archivos que nos dan cuenta de la historia de la ciudad y de las características de las primeras edificaciones.

La fundación de la ciudad de Arequipa fue realizada por los españoles el 15 de agosto de 1540 con el título de “Villa de la Asunción de Nuestra Señora del Valle Hermoso de Arequipa” por el mandato del conquistador y Marqués Francisco Pizarro mediante su ejecutor el teniente gobernador Don Garcí Manuel de Carvajal, sobre los terrenos de cultivo de los nativos de la etnia Yarabaya.¹⁹ Arequipa se funda para ser un centro intermediario que faciliten la articulación y control del inestable espacio conquistado.²⁰

En sus inicios, las construcciones fueron hechas de adobes y los techos de tijeetas de madera con paja de puna que luego de algún tiempo, por el efecto destructivo de los sismos, se reemplazaron en parte al levantar construcciones más sólidas con materiales más duraderos.²¹

La iglesia mayor de Arequipa se inicia en 1544 en el solar reservado al frente de la plaza principal, Pedro Godínez adquirió el compromiso de hacer las paredes del templo.²² El cabildo contrata al cantero y albañil Toribio de Alcázar para la construcción de la portada en sillería blanca con cal de traza y forma que mejor le parezca a este albañil; también contrataría a Juan Rodríguez y Gonzalo Álvarez, maestros

carpinteros para hacer el techo de la iglesia; todas las obras fueron ejecutadas por la mano de obra local otorgada por el cabildo.²³

Después el cabildo ve la necesidad de que la fachada de la iglesia tuviera dos puertas más, una a cada costado de la construida por Alcázar, por lo que se contrata a los albañiles Bernardino de Ávila y Juan Blanco para estas obras, de igual manera los albañiles harían la traza y forma a la manera que ellos vean por conveniente construyendo dos arcos en cada puerta, uno por dentro y otro por fuera.²⁴ Lamentablemente las memorias de estos contratos no han subsistido; estos contratos demuestran la temprana utilización de la piedra sillar o cantería blanca que también fue utilizada en asentamientos prehispánicos del valle de Arequipa.

En el sector de Chilina, al norte de la ciudad de Arequipa, existió un puente colgante que por una crecida del río se vino abajo, rompiendo el único vínculo de la ciudad con la otra banda del río; este problema fue tratado en el Cabildo del 13 de diciembre de 1549²⁵ puesto que era necesario por ser parte del camino que lleva a la ciudad de Los Reyes, al Cusco y otras zonas aledañas por ello considerando que era necesario reparar dicho puente. En sesión del 10 de enero de 1550 el cabildo decidió edificar un nuevo puente y solicitaron a la Real Audiencia la provisión correspondiente.²⁶

El 26 de febrero de 1558 se nombra encargado de la construcción al cantero Bernardino de Ávila²⁷ quien contrata con el albañil Juan Blanco iniciando en ese mismo mes la construcción por el extremo cercano a la Chimba;²⁸ en 1566 una entrada del río dañó considerablemente los arcos, los que tuvieron que ser reparados.²⁹ En 1568 el ayuntamiento decidió realizar algunas modificaciones,³⁰ las paredes del terraplén hacia la plaza principal se iban a construir de sillar, pero como el costo iba creciendo se determinó que se hiciesen de piedra tosca y cal.

Las obras del puente estaban casi concluidas hasta que el 22 de enero de 1582³¹ se produjo un terremoto que destruyó la ciudad y afectó al puente, solo hasta 1592 inicia su reconstrucción pues primero había que reconstruir toda la ciudad.³²

El contrato de 1592 establecía que la reconstrucción debía cerrar todos los arcos de cantería desde los pilares en medio del río, formando primero encima de dichos pilares una hilada de piedra con media moldura para encima comenzar a entregar tres hila-

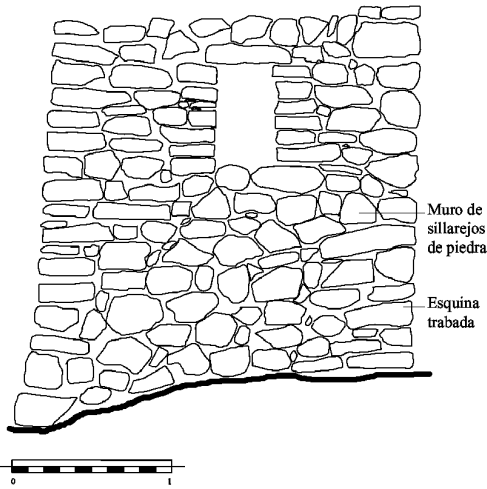


Figura 1
Kallanca Uyo Uyo

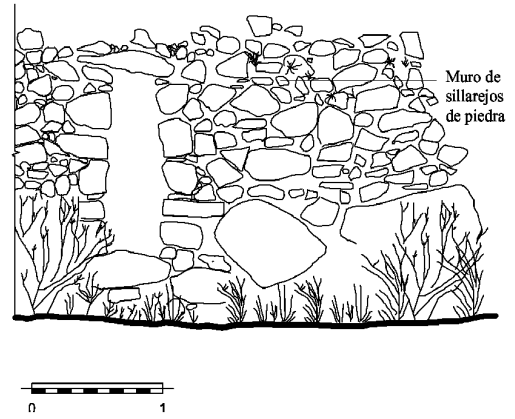


Figura 2
Casa Malata

das de dovelas y estas han de ir “rretumbeadas” para mayor fortaleza, el arco que ahora está hecho de ladrillo lo tiene que derribar para que la cantería de sillaría blanca haga todo el movimiento a su peso.³³

Otras especificaciones del contrato hablan sobre el acabado de la calzada y los muros pretiles o antepechos además de los escudos que debían de labrarse³⁴, estas obras no fueron terminadas hasta 1608. Otra vez hay que recalcar que en la construcción del puente la mano de obra fue local y realizó estas labores bajo el sistema de la mita, su habilidad en la cantería fue más que aprovechada.

EVIDENCIAS ARQUITECTÓNICAS

Arquitectura prehispánica: La arquitectura prehispánica de los sitios estudiados (Uscallacta, Malata, San Antonio, Uyo Uyo, Churajón) se construía preferentemente en escala pequeña y mediana de modo que resistieran los sismos, los muros y hastiales mayoritariamente de sección trapezoidal con doble hilera de sillarejos e inframuro de torta de barro, hay evidencia de revoque de barro, las esquinas son mayormente de geometría curva, el material empleado siempre es piedra y el aparejo varía dependiendo del material de la zona.

Otras características son las puertas y hornacinas, las plantas rectangulares o circulares de tendencia uniespacial, estos se ubican dentro de asentamientos en zonas de pendiente no aprovechables para la agricultura.

Casa Malata

Arquitectura pre reduccional: La arquitectura pre reduccional se inserta en los asentamientos prehispánicos existentes y los ejemplos conservados son preferentemente religiosos (templos doctrineros en Malata, Uyo Uyo, San Antonio, San Sebastián, Churajón) producto del proceso de evangelización, estas estructuras mantienen las técnicas constructivas del lugar, aprovechando la mano de obra local e introduciendo nuevos elementos y formas constructivas como los aparejos regulares de sillares, los arcos de medio punto y el uso de ornamento con motivos religiosos y europeos. Varían la escala de media a alta, la mayoría mantiene la geometría rectangular, cambia la dinámica religiosa a templos cerrados con atrios circundantes y la creación de plazas públicas.

Arquitectura reduccional: La arquitectura reduccional (Ñaupallacta en el Colca) se desarrolla en nuevos asentamientos sobre planicies, donde se administra la mano de obra y se consolida la evangelización, la arquitectura se hace multiespacial y de gran tamaño en lo religioso y en lo doméstico mantiene la es-

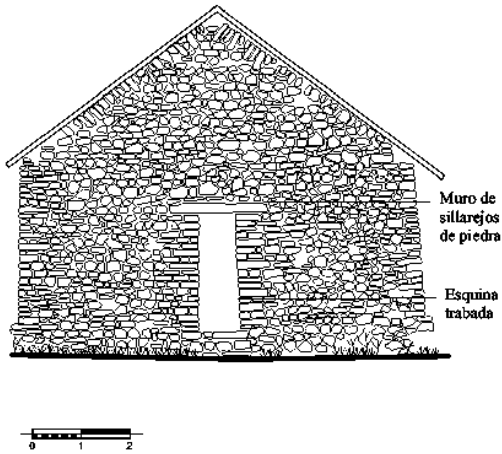


Figura 3
Templo Uyo Uyo

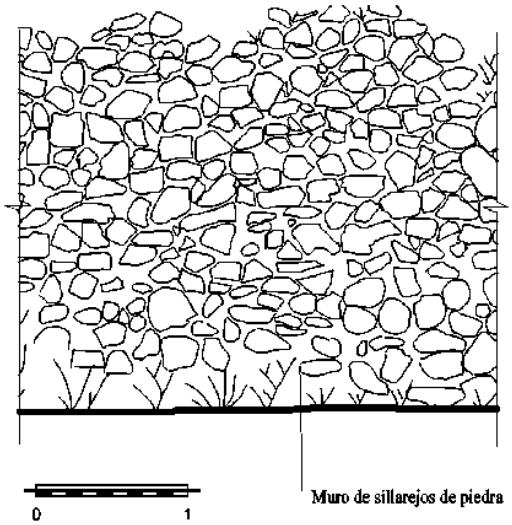


Figura 4
Muro templo Malata

cala baja teniendo un tamaño homogéneo y se adecúa al ángulo recto del sistema hipodámico, la técnica constructiva mantiene el muro de sillarejo de doble hilera con inframuro además de utilizar los sillares, el arco, la bóveda y el contrafuerte de escala alta. En lo público la plaza forma parte del sistema

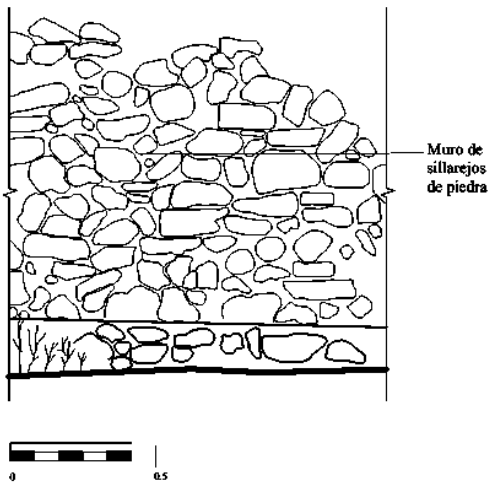


Figura 5
Muro Templo Churajon

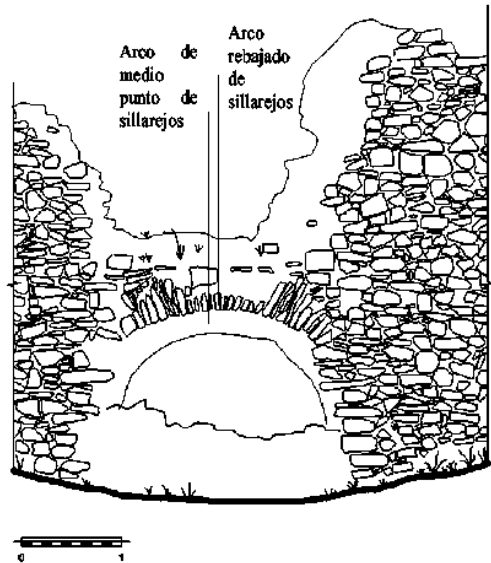


Figura 6
Templo Ñaupallacta

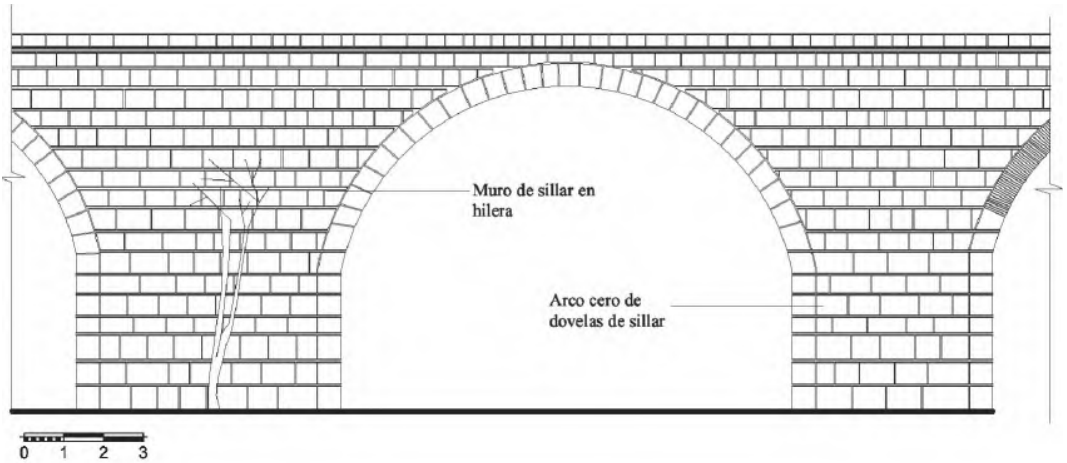


Figura 7
Arcos puente Real

hipodámico sin tener una forma regular siendo delimitada por los solares.

Arquitectura hispana colonial: La única evidencia de arquitectura colonial hispana que ha subsistido en Arequipa ciudad es el Puente Real (hoy Bolognesi), está emplazado en la quebrada del río Chili, es de escala mayor con pilares de sillares regulares en aparejo de hileras, bóvedas de medio punto con las mismas características, el volumen de la estructura y el inframuro de cal y piedra tosca es el aporte andino.

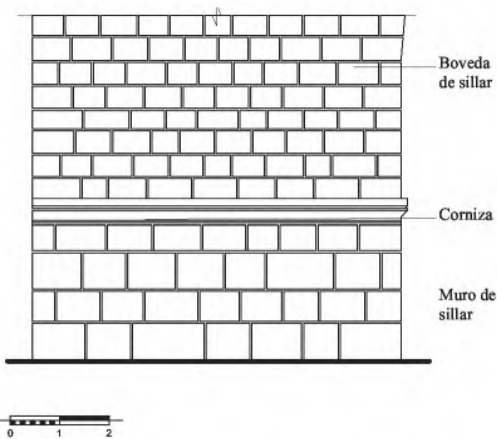


Figura 8
Muro puente Real

Tipologías arquitectónicas: La arquitectura doméstica mantiene varios elementos en las diferentes etapas del siglo XVI que estudiamos, esto se evidencia en los sistemas constructivos, en el que se mantienen los muros y hastiales a doble hilera con inframuro de barro, en cuanto al aparejo, este es de sillarejos irregulares.

Otras características de la vivienda en este siglo, es que eran de tendencia uniespacial, se emplazaban en pendiente, en las áreas que no eran aprovechables para la agricultura; solo en el periodo prehispánico tenemos plantas circulares, en la época reduccional se consolida el ángulo recto como consecuencia de los solares dentro de dameros.

Los ejemplos de arquitectura pública presentan notables variaciones por periodos, en el prehispánico están las kallancas a escala media, uniespacial, su sistema constructivo es de muros y hastiales a doble hilera con inframuro de barro, al igual que en la arquitectura doméstica. En el periodo pre reduccional algunas estructuras tienen uso público sin variar espacialidad y sistema constructivo. En las reducciones y ciudades surge la plaza pública, la cual estará circundada por las principales instituciones, como la iglesia, el cabildo o el curaca.

En cuanto a la arquitectura religiosa las diferencias son sustanciales, en la época prehispánica los espacios religiosos eran abiertos de geometría predominantemente rectangular delimitados por muros bajos, em-



Figura 9
Inframuro Ñaupallacta

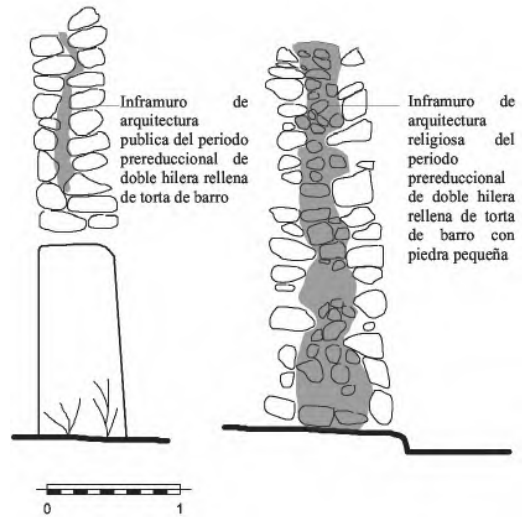


Figura 10
Fachada templo San Sebastián

plazados en terrazas sobre pendientes; en la época pre reduccional los espacios religiosos son edificaciones cerradas de escala media, y alta dentro de atrios circundantes, sobresaliendo del resto de edificaciones.

Otro cambio muy importante es en el sistema constructivo, en el cual ya muestran elementos de las dos vertientes como sillarejos, sillares y arcos; la arquitectura religiosa de las reducciones se ve más influenciada por lo hispano en su visión de lo monumental, pero conservando las características constructivas locales.

Síntesis: Los elementos arquitectónicos prehispánicos y pre reduccionales que convergen en la arquitectura del siglo XVI serán las estructuras de sillarejos de piedra tosca, volumen del muro de doble hilera con inframuro, geometría trapezoidal en vanos. Los elementos que aporta la vertiente hispánica serán los muros de sillares en aparejos regulares, el arco de medio punto, los contrafuertes, la edificación de escala media y alta, la multiespacialidad, el predominio del ángulo recto y el ornamento.

En los templos doctrineros de Malata y San Antonio observamos el mismo sistema constructivo que presentan sus antecedentes prehispánicos en el mismo sitio, la gran diferencia será la escala pues el templo es de mayor altura; la composición del muro, del

hastial y las esquinas sigue el patrón de doble hilera de sillarejos con inframuro de torta de barro.

En la capilla de San Sebastián de 1556, construida en el sitio que después será la reducción de Coporaque, tenemos la mezcla de los sistemas constructivos, la portada está ejecutada en sillares de aparejos irregulares, las dovelas del arco cero de la puerta son simétricas, el arco del vano superior está construido con dos dovelas y los ornamentos son algo toscos, como si un constructor local que nunca talló un sillar siguiera las indicaciones de otro hispano, al mismo tiempo, por el interior de esta portada vemos el muro de sillarejos irregulares en piedra tosca.

Los demás muros son la típica construcción prehispánica voluminosa de doble hilera en piedra tosca con inframuro, las hornacinas se terminan con arcos de medio punto hechos de lascas, las dos formas de construir empiezan a unirse.

Esta unión continuará en las reducciones, en el templo de Ñaupallacta apreciamos el predominio del muro doble hilera de sillarejos con inframuro, arcos de medio punto y rebajados hechos de lascas, se consolida el espacio religioso cerrado, utilizan los contrafuertes para sostener muros de escala alta, se mantiene el atrio circundante al templo y las capillas pozas en las esquinas de las plazas.

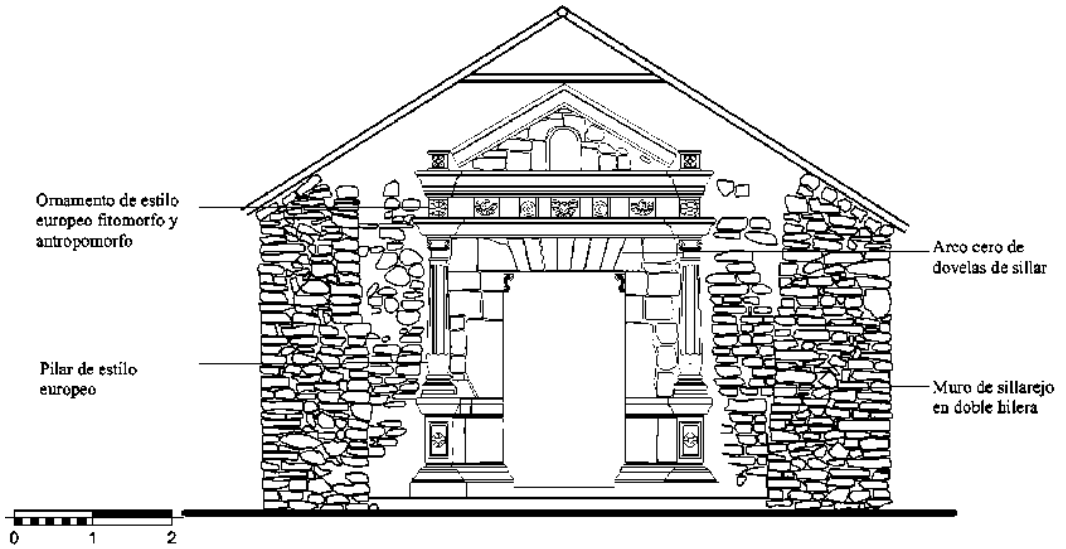


Figura 11
Fachada templo San Sebastián

El puente real en la ciudad de Arequipa presenta anchos pilares de piedra sillar que se componen de sillares en aparejos regulares para base y arranque de sus bóvedas con el mismo aparejo, tanto el inframuro del pilar, el terraplén hacia la plaza y la sobre-

carga de las bóvedas son de cal y piedra tosca, la piedra sillar se utilizó tanto en los pretiles como en la calzada misma, este material era un recurso para construir en el valle del Chili desde tiempos prehispánicos.

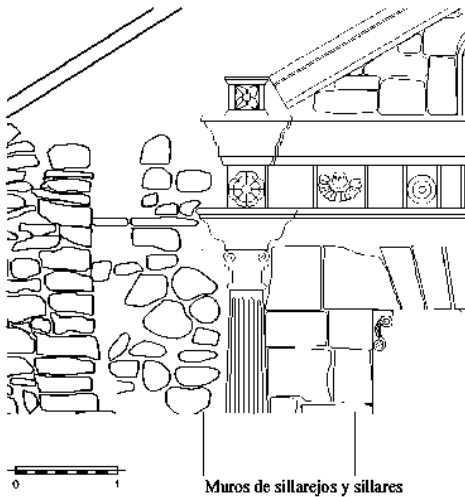


Figura 12
Muro fachada templo San Sebastián

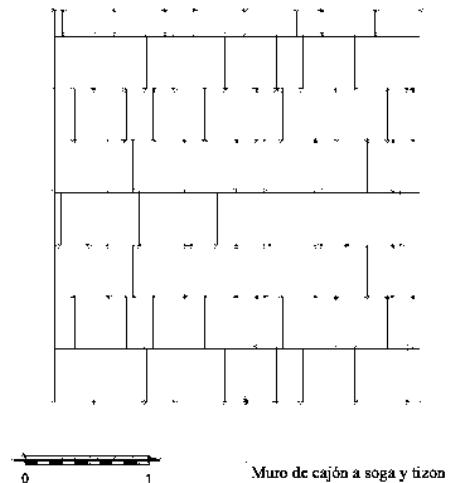


Figura 13
Muro de cajón siglo XVII

CONCLUSIONES

La arquitectura de finales del siglo XVI se planifica por constructores hispanos y se ejecuta por la mano de obra local, esta interpreta a su manera los elementos constructivos hispanos como el arco de medio punto resolviéndolo por lajas, se ejecutan muros y pilares voluminosos de sillares con inframuro de cal y piedra tosca como medio para resistir el sismo.

Esto denota un proceso de adquisición de las técnicas foráneas que se integran con las formas locales, el grado de adquisición está determinado por el origen mayoritario de la población, en el valle del Colca predominan las técnicas prehispánicas y en la ciudad de Arequipa predomina las técnicas hispanas.

Si bien el atrio circundante al templo es una evidencia de hibridación, el sistema constructivo es la mayor evidencia de este proceso pues la arquitectura del siglo XVI tiene la característica de ser pragmática, se requiere construir y habitar antes que significar, por ello la cooperación en la construcción es un paso indispensable.

Esta cooperación generará una nueva forma de construir a partir del siglo XVII cuyo uso se prolongará hasta finales del XIX, el muro de doble hilera con inframuro (también llamado de cajón a sogá y tizón) es una solución propia de Arequipa y que resuelve el problema de construir a escala mayor en un lugar marcado por sismos constantes; algunos de sus componentes, sillares a sogá e inframuro de cal y piedra tosca son apreciables en el siglo XVI, sillares hispanos e inframuros andinos.

La hibridación de la arquitectura colonial sur peruana siempre fue identificada por elementos ornamentales surgidos a partir de la segunda mitad del siglo XVII, pero en este estudio identificamos que los atrios circundantes de los templos doctrineros seguido del muro de doble hilera con inframuro son resultantes de esta interacción, lo que nos lleva a redefinir las características y los límites temporales de la hibridación en la arquitectura mestiza sur peruana.

LISTA DE REFERENCIAS

- Barriga, Víctor M. *Documentos para la historia de Arequipa*. Vol. I. Arequipa: La Colmena, 1939.
- Buller Vizcarra, Carlos. La economía vitivinícola en Arequipa: los valles de Vitor, Majes y Moquegua entre 1770 a 1850. Diss. Paris, EHESS., 2009.
- Durston, Alan. Pastoral quechua: la historia de la traducción cristiana en el Perú colonial. Universidad de Notre Dame Press, 2007.
- Galdos Rodríguez, Guillermo. *Kuntisuyo. Lo que encontraron los españoles*. Arequipa: Fundación Manuel J. Bustamante de la Fuente, 1985.
- González Díaz, Soledad. «Reducciones. La concentración forzada de las poblaciones indígenas en el Virreinato del Perú.» *Historia*, n° 51(1) (2018): 291-293.
- Gutiérrez, Ramón. Evolución histórica urbana de Arequipa. Lima: Epígrafe Editores S.A. ed., Facultad de arquitectura, urbanismo y artes de la Universidad Nacional de Ingeniería, 1992.
- Gutiérrez, Ramón, Cristina Esteras Martín y Alejandro Málaga Medina. *El valle del Colca (Arequipa): Cinco siglos de arquitectura y urbanismo*. Arequipa: Libros de Hispanoamérica, 1986.
- Neira Avedaño, Maximo. «Pre-historia de la provincia de Cailloma (los Collaguas).» Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, 1964.
- Szykalski, Jozef. Prehistoria del Perú Sur, Costa Extremo Sur. Arequipa: Tambo Boletín de Arqueología. Universidad de Wrocław, Polonia y Universidad Católica de Santa María, 2010
- Arqueología de Churajón, sur del Perú. Arequipa. Tambo Boletín de Arqueología. Universidad de Wrocław, Polonia y Universidad Católica de Santa María, 2008.
- Wernke, Convergences, 77–101
- Wernke, Households in Transition, 201–229.
- Wernke, Negotiated Settlements.
- Wernke, La producción y desestabilización del dominio colonial en el proceso reduccional en el Valle del Colca, Perú, 367–414.
- Wernke, Steven. «Transformaciones: evangelización: reasentamiento y organización comunitaria en los primeros virreinos del Perú.» Sonia Alconini y Alan Covey (eds). *The Oxford Handbook of the Incas*. Oxford Handbooks. edición en línea, Oxford Academic (2018), <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190219352.013.43>
- «Negociación de comunidad y paisaje en los Andes peruanos: una visión de la transconquista.» *Antropólogo estadounidense* 109.1 (2007): 130-152.
- «¿Analogía o borrado? Dialéctica de la transformación religiosa en las primeras doctrinas del valle del Colca, Perú.» *Int J Histor Archaeol*, 11 (2007): 152–182. <https://doi.org/10.1007/s10761-007-0027-5>
- «Convergencias: producir una hibridación colonial temprana en una doctrina en las tierras altas del Perú.» *Conquistas duraderas: repensar la arqueología de la resistencia al colonialismo español en las Américas* (2011): 77-102.
- «Households in Transition: Reconstructing Domestic Organization at an Early Colonial Mission in the Andean

- Highlands.*» Decolonizing Indigenous Histories: Exploring Prehistoric/Colonial Transitions in Archaeology, edited by M. Oland, S. Hart and L. Frink (2013): 201–229. Tucson: University of Arizona Press
- Negotiated Settlements: *Andean Communities and Landscapes under Inca and Spanish Colonialism* Gainesville. University Press of Florida, 2013.
- La producción y desestabilización del dominio colonial en el proceso reduccional en el Valle del Colca, Perú. Edited by Saito, Akira and Rosas Lauro, Claudia, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
- y Morales, Francisco Xavier Echeverría. «Memoria de la santa iglesia de Arequipa, 1804.» Arequipa: Memorias para la historia de Arequipa 4, 1952.
- Zeballos, Paul. La andenería del complejo arqueológico de Churajón, España: Revista de Humanidades y Cultura, 2022.

NOTAS

1. Echeverría y Morales, Memoria de la Santa Iglesia del Arequipa, 137.
2. Neira, Prehistoria de la provincia de Caylloma.
3. Szykulski, Arqueología de Churajón, sur del Perú, 179-205.
4. Szykulski, Arqueología de Churajón, sur del Perú, 185.
5. Wernke, Transformaciones.
6. Durston, Pastoral quechua.
7. Wernke, Negotiating Community and Landscape in the Peruvian Andes 130–152.
8. Wernke, Analogy or Erasure? Dialectics of Religious Transformation in the Early Doctrines of the Colca Valley, Peru, 152–182.
9. Szykulski, Arqueología de Churajón, sur del Perú, 184.
10. Szykulski, Prehistoria del Perú Sur (Costa Extremo Sur), 94.
11. Szykulski, Prehistoria del Perú Sur (Costa Extremo Sur), 84, 94-95.
12. Zeballos, La andenería del complejo arqueológico de Churajón, 39.
13. Szykulski, Prehistoria del Perú Sur (Costa Extremo Sur), 96-98.
14. Gutiérrez, Esteras y Málaga, El valle del Colca (Arequipa), 21.
15. Gutiérrez, Esteras y Málaga, El valle del Colca (Arequipa), 21.
16. González, Reducciones, 291-293.
17. Gutiérrez, Esteras y Málaga, El valle del Colca (Arequipa), 21.
18. Gutiérrez, Esteras y Málaga, El valle del Colca (Arequipa), 24.
19. Galdos, Kuntisuyu: *lo que encontraron los españoles.*

20. Buller, La economía vitivinícola en Arequipa, 70.
21. Gutiérrez, Evolución histórica urbana de Arequipa.
22. Alfonso de Luque, Prot. de Alfonso de Luque, fs. DX y vta.
23. Alfonso de Luque, Prot. de Alfonso de Luque, fs. DXI y vta.
24. Gaspar Hernandez, Prot. N° 34, fs. CCCXXVIII.
25. s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo, LAC. 01, fs. 89.
26. s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo, LAC. 01, fs. 89.
27. Gaspar Hernandez, Prot. N° 34, fs.103 ss.
28. s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo, LAC. 02, fs. 87.
29. s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo, LAC. 03, fs. 50 vta.
30. s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo , LAC. 03, fs.79 vta.
31. Barriga, Los terremotos en Arequipa 1582-1868.
32. s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo, LAC. 06, 27/VI/1592. fs. 223.
33. Adrian de Ufelde, Prot. Nro. 88, fs. 370 vta. a 372 vta.
34. s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo, LAC. 09, fs. 234 vta.

ARCHIVOS

Archivo Regional De Arequipa (ARA)

- Escribano De Ufelde Adrián, Protocolo. N° 88, Archivo Regional de Arequipa.
- Escribano Hernández Gaspar, Protocolo. N° 34, Archivo Regional de Arequipa.

Biblioteca Pública Municipal De Arequipa (BPMA)

- s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo del 4 de enero 1546 al 18 de febrero 1556. Biblioteca Pública Municipal De Arequipa, LAC 01.
- s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo del 28 de marzo 1553 al 29 de mayo 1564. Biblioteca Pública Municipal De Arequipa LAC 02.
- s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo del 5 de junio 1564 al 1 de enero 1577, Biblioteca Pública Municipal De Arequipa LAC 03.
- s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo del 15 de mayo 1585 al 29 de diciembre de 1589. Biblioteca Pública Municipal De Arequipa LAC 06.
- s/a, libro de actas de sesiones y acuerdos del cabildo del 16 de junio 1604 al 10 de noviembre 1610. Biblioteca Pública Municipal De Arequipa LAC 09.
- Escribano De Luque Alfonso, Protocolo de Alfonso de Luque, del 18 de junio de 1539 al 1° de marzo de 1544. Biblioteca Pública Municipal de Arequipa.

Construcción en la cultura maya. El arco por aproximación de hiladas

Ana Escobar González

La singularidad que adquiere en Mesoamérica el uso del arco y la bóveda construida por aproximación de hiladas, lo lleva a ser conocido como arco maya. Lo encontraremos en cada una de las ciudades visitadas. En Palenque para cubrir el habitáculo de los templos, en la propia tumba de rey Pakal y en las galerías del palacio; en Uxmal para abrir el paso cubierto entre los diferentes recintos exteriores; en Ek Balam en el arco monumental de acceso; en Tulum para los huecos de entrada a través de la muralla.

El objeto de esta investigación es analizar y reflexionar sobre las características constructivas más destacadas de la cultura maya; prestando una especial atención al arco por aproximación de hiladas. Localizar los lugares donde se utiliza, tratando de concretar la disyuntiva que se plantea entre el uso del arco por aproximación y el dintel. Ambos elementos constructivos son utilizados alternativamente en la apertura de huecos de acceso; y convertido en bóveda para cubrir espacios interiores.

La metodología utilizada comienza con una aproximación a la cultura maya y a las características más singulares de su construcción para centrarnos en los tipos y variables del arco por aproximación. Concretarlo con un recorrido por cuatro ciudades: Palenque, Uxmal, Tulum, Ek Balam. Localizar e identificar el uso del dintel simple y del arco por aproximación para comparar su función constructiva y el lugar elegido para su utilización.

UNA APROXIMACIÓN A LA CULTURA MAYA

La cultura maya tiene su desarrollo en la franja geográfica de Mesoamérica. Su extensión territorial ocupa la península de Yucatán y se extiende hasta el océano Pacífico, atravesando una distancia de novecientos kilómetros. El territorio en la actualidad corresponde a los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Tabasco y Yucatán; a los países vecinos de Guatemala, Belice, parte de Honduras y El Salvador. Se diferencian geográficamente las tierras altas y montañosas de la franja del Pacífico, de las tierras bajas y planas que se extienden por la meseta calcárea del Yucatán cubierta por el bosque tropical que ha abastecido de madera a las construcciones.

La cronología maya se distribuye en las tres épocas fundamentales, período Preclásico desde sus orígenes hasta el año 250 d.C., el periodo Clásico entre los años 250-950 d.C. agrupa las arquitecturas más singulares y el mayor desarrollo urbano y constructivo; por último, el periodo Posclásico se desarrolla a partir del año 950 d.C. hasta el contacto y conquista española momento en el que la cultura maya se encontraba en fase de decadencia (Vela 2010).

Es necesario aproximarnos a la escritura maya, la gliptografía con símbolos cerrados en sí mismo, que está presente en el diseño constructivo, ejemplo rese-



Figura 1
Imagen extraída del códice *Vindobonensis* «los veinte granos de maíz aluden a los veinte días del *tonalamatl*, el calendario adivinatorio» (Hermann y Libura 2007, 11)

ñable es el templo de las inscripciones de Palenque, denominado así por los textos modelados en sus paramentos. Conocer los calendarios circulares grabados en piedra que miden el tiempo en periodos cíclicos y agrícolas; así como la cosmología con su concepto del cosmos donde se encuentra el cielo, la tierra y el inframundo. Transcribo un fragmento del códice *Vindobonensis* traducido del mixteco, que relata la creación del mundo: «...hubo un tiempo cuando no había tiempo, ni días, ni noches, ni meses, tampoco había tierra, solo cielo donde brillaban las estrellas. Allí habitaban los dioses eternos» (Hermann y Libura 2007, 8).

LAS CIUDADES DE LA CULTURA MAYA

Las ciudades mayas se identifican como ciudades estado, con una estructura política y urbana marcada por su autonomía. Cada una de ellas con su organización jerárquica, política y religiosa, conviviendo entre sí, entre alianzas y rivalidades. Es característica singular la configuración de las amplias explanadas, donde se levantan las construcciones más representativas de la ciudad, como son los templos sobre basamento escalonado piramidal, los palacios, observatorios, juego de pelota. Distribuidos sobre las explanadas que se repiten en cada ciudad; cabe mencionar entre otras: La explanada entre pirámides en Tikal, el cuadrángulo de las monjas en Uxmal y la explanada del templo de las inscripciones en Palenque.



Figura 2
Explanada en la ciudad de Palenque donde se levantan las construcciones monumentales más representativas (Foto de la autora)

Para obtener una imagen originaria de las ciudades mayas, prestaremos una especial atención a dos personajes que son: Frederick Catherwood y Tatiana Proskouriakoff, por acercarnos de una manera gráfica a las antiguas ciudades mayas, con sus litografías el primero y sus dibujos la segunda.

Frederick Catherwood (1799-1854) realizó litografías representando las construcciones y ruinas mayas utilizando un instrumento llamado cámara lúcida. Publicó junto a John Lloyd Stephens en los años 1841 y 1843 sus obras escritas y gráficas sobre las expediciones a las ciudades mayas (Vela 2014, 69). Un siglo después, Tatiana Proskouriakoff (1909-1985) arquitecto y dibujante norteamericana de origen siberiano, dedicó su vida profesional al estudio de la cultura maya, realizó dibujos con la recreación de las ciudades con un detalle técnico y constructivo que nos permite descubrir ciertas características urbanas. Introdujo un cambio de paradigma de la interpretación de la escritura glífica de la cultura maya, trabajó desde la Institución Carnegie y la Universidad de Harvard.

Igualmente destacar el valor documental de las primeras fotografías, como las de Rosti, Desiré Chamay (Vela 2010), que nos aportan imágenes originales, previas a posteriores restauraciones, lo que nos ofrece la oportunidad de recorrer las grandes construcciones absorbidas por el bosque tropical, corresponde a las primeras imágenes que conservamos. Podría ilustrar este apartado la fotografía de Alfred Percival Maudslay en Chichén Itzá realizada en 1889, sobre placa de vidrio

(Grube 2006, 11), en la que se muestra al científico y explorador trabajando en su escritorio, bajo una bóveda maya de sección trapezoidal. La fotografía nos muestra al investigador instalado en el interior de la construcción tomando anotaciones. Es otro de los pioneros que en el siglo XIX estudió y analizó la Arquitectura maya.

CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN MAYA

Señalar dos tipos de construcciones habituales y diferenciadas que son la arquitectura popular y la arquitectura monumental. La primera destinada a uso doméstico, familiar, viviendas, almacenes, cobertizos, jacales, chozas de abobe, carrizo, paja y tejamanil (Gendrop 2009, 115). La arquitectura doméstica ha sido numerosa en las ciudades, utilizaron materiales efímeros como tierra, madera o ramas y en la actualidad apenas sobreviven restos de su materialidad.

La Arquitectura monumental es más significativa, destacando por su dimensión, tipología y categoría, construida en material pétreo que las hizo más resistente al paso de los siglos, agrupa las construcciones más completas y estudiadas, que nos han llegado: Templos sobre basamento escalonado, Palacios con salas para residencia y ceremonias, Juego de pelota, Observatorios, Murallas..., que se extienden por las ciudades y el territorio.

En la cultura maya se han definido varios estilos arquitectónicos distribuidos en áreas geográficas, que se desarrollan en torno a ríos y océanos con aspectos estéticos y constructivos diferenciados: Puuc, Chenes, Bec, Usumacinta, Motagua, Petén, Tolteca, Costa Pacífico, Costa Oriental (Gendrop 2009).

CARÁCTER MASIVO Y PREDOMINIO DE LA HORIZONTALIDAD

La Arquitectura monumental en la que se centra este análisis constructivo, se nos muestra con el carácter masivo de sus edificaciones y un predominio de la horizontalidad. El gran volumen exterior que muestran las arquitecturas monumentales sobre basamento macizo y escalonado. En contrapunto con la materialidad exterior, los templos y palacios disponen de habitáculos interiores de tamaño reducido respecto al volumen que los envuelve y huecos abiertos en sus muros para acceder a su interior.

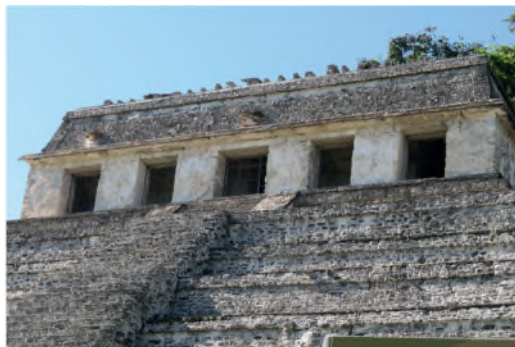


Figura 3
Templo de las inscripciones en Palenque donde se aprecia el carácter masivo y horizontal que predomina en las construcciones mayas (Foto de la autora)

Otra característica constructiva es el predominio de la horizontal que arranca en el plano de apoyo de las explanadas, continua con la superposición de plataformas que elevan las construcciones, sean templos o palacios, ambos se cubren con otra línea horizontal de la cornisa que vuela marcando su sombra. Si bien la horizontalidad se complementa con la utilización del plano inclinado que introduce en la construcción maya una variable que encontramos, en el escalonado piramidal de los basamentos de los templos, en los juegos de pelota, en las cubiertas de templos y palacios, en las cresterías de remate y sobre todo en los huecos abiertos por aproximación de hiladas.

MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Los materiales utilizados en la construcción maya, como sucede en las culturas históricas, provienen directamente de la naturaleza que tienen a su disposición, son fundamentales la madera y la piedra. La madera se obtiene de los árboles del entorno tropical, la piedra más abundante es la piedra caliza, de ella procede la cal necesaria para obtener argamasa, revocos y estucos (Cejudo 2019).

El sistema constructivo predominante en la arquitectura monumental maya es la mampostería que aporta la materialización a los volúmenes que sobresalen, en el caso de los templos más altos, por encima del bosque tropical. La mampostería está realizada con piedra irregular, en muchas ocasiones en forma de lajas para mejor asiento de los muros, pie-



Figura 4

La materialidad de las construcciones se obtiene con la mampostería interior y la sillaría exterior que enmarca los huecos y en ocasiones las fachadas. Uxmal (Foto de la autora)

zas entremezcladas con el mortero o argamasa de cal configurando los muros. Con una capa exterior de estuco recubriendo la fábrica utilizada para dar forma exterior. También se utiliza la sillaría en las áreas que el material lo permite y para definir líneas de imposta, así como la cara interior de los arcos por aproximación.

Los cinco sistemas constructivos que señalan Gaspar Muñoz Cosme y Cristina Vidal se apoyan mayoritariamente en estos muros de mampostería con diferentes sistemas de cubrición, diferenciando las escasas estructuras sobre pilares con dinteles lineales. La clasificación que realizan es la siguiente: Muros de carga y cubierta vegetal; Muros y bóvedas de aproximación; Muro de carga y forjado de rollizos; Dinteles y pilares; y Encajuelado o sistema celular para dar consistencia a los basamentos (Muñoz Cosme y Vidal 2004).

Posteriormente a la construcción en piedra, los muros se cubrían con revocos y estuco de cal, para dar un acabado liso y homogéneo donde tiene lugar la decoración, que en muchas ocasiones se marca con un carácter moldeado y escultórico, como ejemplos los cráneos del templo de la Calavera o los frisos de Uxmal. En ocasiones se cubren con pinturas murales, como en el interior de Bonampak (Grube 2006, 235). Otros materiales utilizados para la decoración son las piedras de jade y obsidiana, que adquieren un alto



Figura 5

Esquema experimental de tres sistemas constructivos para abrir un hueco, situando el arco por aproximación entre el dintel y el arco de dovelas (A. Escobar 2023)

valor en la cultura maya, si bien forman parte de la decoración escultórica de máscaras, collares y objetos decorativos.

ALTERNANCIA CONSTRUCTIVA ENTRE DINTEL Y ARCO

La figura que acompaña este apartado es el resumen esquemático de los tres sistemas utilizados en la construcción histórica para abrir el hueco en un muro. La simplicidad experimental nos permite realizar una comparativa constructiva y analizar la estabilidad estructural, el empuje que se produce y como al aumentar la anchura del hueco varía el equilibrio de cada elemento.

El dintel es el más sencillo de los tres sistemas, está formado constructivamente por dos elementos verticales y un elemento horizontal apoyado en ambos lados, trabaja a flexión, solamente transmite carga vertical. El dintel no necesita para su estabilidad rellenar los laterales. En la cultura maya encontramos habitualmente el uso de la madera como dintel, formando parte del muro de mampostería que apoya sobre él, ocasionando un arco de descarga en el muro cuando la madera sufre deterioro por el tiempo. El arco de dovelas tiene una configuración formal diferente, trabaja a compresión, cada uno de los elementos genera un empuje horizontal que desestabiliza el equilibrio, por lo que precisa el contrarresto del relleno lateral para su estabilidad, este sistema como tal, no se utiliza en la cultura maya.

Entre el dintel y el arco de dovelas se encuentra el arco por aproximación de hiladas, también llamado arco en saledizo o arco maya, aunque es sabido que no tiene la configuración, ni el funcionamiento estructural de un arco. Se construye con la colocación sucesiva de hiladas en vuelo sobre la pieza inferior,



Figura 6

Bóveda maya parcialmente derrumbada lo que permite apreciar su proceso constructivo con la colocación sucesiva de las hiladas de sillares tallados para obtener el plano interior inclinado, la tapa de cierre superior y el relleno del muro para obtener estabilidad (Foto de la autora)

repetido en ambos lados y con el remate superior de la losa horizontal que cierra el arco. Solo transmite carga vertical, pero genera un momento puntual de vuelco que se compensa con la hilada siguiente y con el relleno del trasdós del muro. El arco por aproximación se convierte en bóveda al extenderse para cubrir una sala o una galería. «Es posible considerar a los sistemas de cubiertas mayas como sistema de bóvedas» (Villalobos 1987).

LUGARES DONDE SE CONSTRUYE LA BÓVEDA MAYA

Una clasificación de lugares nos lleva a diferenciar los espacios exteriores y los espacios interiores en diversas edificaciones que se agrupan de manera genérica. En los espacios exteriores el tipo más característico es el arco monumental, se encuentra habitualmente sobre las explanadas de la ciudad, bien sea para enmarcar su acceso o la comunicación entre dos espacios exteriores. Son ejemplos a destacar los arcos urbanos de Labná, Kabah, Ek Balam, entre otros (Gilabert 2017). Señalar el caso de Uxmal, donde encontraremos varios casos de arco monumental atravesando pabellones de

las edificaciones palaciegas, dejando un paso abierto que comunica espacios exteriores, en el palacio del Gobernador, en el cuadrángulo de las Monjas y frente a la pirámide del Adivino. Otro lugar exterior donde encontramos una bóveda maya construida en menor tamaño es el acceso a la ciudad de Tulum, atravesando su muralla.

En los espacios interiores tenemos dos categorías diferentes. La primera es la cubrición de los templos, con doble espacio cubierto por bóveda inclinada, que se aprecia en la cubierta inclinada por el exterior. Similar construcción encontramos en los habitáculos y galerías de los palacios, cubiertas con un sistema constructivo similar al utilizado en la cubierta de los templos.

La otra categoría de espacios interiores, son las pequeñas galerías y pasadizos que encontramos bajo los basamentos de los templos; entre ellos es reseñable el templo de las inscripciones en la ciudad de Palenque y en Ek Balam. Se trata de pasadizos interiores que permiten atravesar y comunicar a través de las grandes construcciones, su dimensión es de menor tamaño y no suelen tener en tratamiento superficial, por lo que se aprecia el material constructivo y el vuelo sucesivo de las piezas que conforman las bóvedas por aproximación de las hiladas.

TIPOS Y VARIABLES DEL ARCO MAYA

Las variables a tener en cuenta para este análisis son diversas. Observando el lugar donde se encuentra, el tamaño del hueco, la forma de la ménsula, el material utilizado, hasta la geometría y características compositivas del hueco. Realizando un recorrido por las ciudades mayas, encontramos una variedad de secciones en las bóvedas que se han estudiado en estudios precedentes (Gendrop 2009; Gilabert 2015).

La tipología de bóveda más utilizada es la de doble plano inclinado con tapa superior, aunque existen otras variaciones con el intradós ligeramente curvo, con forma paraboloide o ligeramente trilobulado (Gendrop 2009, 34). Respecto a las piezas o ménsulas que forman cada hilada, describir que cada elemento es independiente y que define el intradós de la bóveda. Encontramos sillares más o menos tallados, lajas de piedra, piezas en ménsulas en forma de cuña o forma de bota con el intradós tallado en perfecto plano inclinado (Laura Gilabert 2017).



Figura 7

Bóveda parcialmente derrumbada donde se comprueba la estabilidad independiente de cada mitad y el muro inclinado derrumbado construido por lajas horizontales, dando respuesta al nombre de falsa bóveda (Foto de la autora)

Las variables que encontraremos en los casos de estudio serán las habituales de planos inclinados y tapa superior. Respecto a las dovelas tenemos sillares ligeramente tallados en el arco de Ek Balam, lajas más o menos grandes en vuelo sucesivo en las galerías de Palenque y dovelas en forma de bota en los arcos de Uxmal.

La variable compositiva analizada afecta a la configuración del conjunto, la elección de uno u otro tipo de hueco genera una configuración diferente, tanto constructiva como compositivamente. Esto nos lleva a la percepción en conjunto de la arquitectura maya en la que se combina la predominancia exterior del volumen masivo y horizontal, con la incorporación del plano inclinado, en los arcos monumentales, las cubiertas de los templos y palacios. Interiormente la bóveda maya proporciona una mayor espacialidad.

La variable geométrica analiza la alternancia entre el dintel que presenta un plano horizontal y el arco por aproximación que presenta un plano inclinado con la tapa horizontal que configura geoméricamente un trapecio. El muro de la cubierta tiene un intradós y un extradós, construyendo un muro inclinado que no trabaja como una bóveda, que es indepen-



Figura 8

Templo de la Calavera en Palenque donde se observa la alternancia de hueco con dintel al exterior y bóveda por aproximación en el habitáculo interior (Foto de la autora)

diente constructivamente en ambos lados y tiene un momento que puede provocar el vuelco, como se observa en la figura que acompaña.

CASOS DE ESTUDIO

Este apartado selecciona construcciones concretas de cuatro ciudades: Palenque, Uxmal, Ek Balam y Tulum. Identificando en cada una de ellas las edificaciones más características para su descripción y análisis, indicando el lugar y el espacio urbano donde se encuentran, así como las características constructivas más representativas.

Palenque

La ciudad de Palenque pertenece al estado de Chiapas, se encuentra en el límite entre las tierras altas de las montañas y las tierras bajas del Yucatán, rodeada por el bosque tropical que caracteriza el territorio. Palenque conserva gran número de relieves e inscripciones glípticas y una de las pocas torres maya situada en el complejo del palacio. La estructura urbana de la zona monumental se reparte entre varias explanadas. La construcción de los templos y el palacio comparten elementos y sistemas constructivos comunes. Una sucesión de plataformas es el basamento de los templos, con planta rectangular, abiertos al frente



Figura 9
Galería subterránea donde se observa la aproximación de hiladas formadas por lajas de piedra y la tapa superior de la bóveda que cierra el espacio. Palenque (Foto de la autora)

con huecos adintelados entre machones y una amplia cornisa para proteger de las intensas lluvias, cubierta inclinada, crestería como remate superior. La sección transversal de la cubierta tiene una sección trapezoidal, que se corresponde con la doble bóveda por aproximación de hiladas que lo cubre. Tanto el basamento, como los muros y la cubierta utilizan como sistema constructivo la mampostería de piedra de configuración irregular, utilizando lajas planas de mayor o menor tamaño.

El Templo de la calavera, así denominado por la decoración de cráneos moldeados que se encuentran en la parte baja de los machones del portal. El templo se encuentra formando parte de la gran explanada dando continuidad al templo de las inscripciones y de la reina roja. Tiene la estructura constructiva característica en los templos de Palenque, sobre un gran basamento escalonado distribuido en tres plataformas, sobre el que se levanta el templo que en su origen disponía de tres huecos de acceso con dintel plano bajo la cornisa volada sobre la que apoya la cubierta inclinada, rematada con la crestería actualmente solo intuida en la parte alta de la cubierta. Todo el templo estaría estucado y decorado. Se elige este templo, por su situación de semi ruina que nos permite ver el interior cubierto con bóveda por aproximación, a la vez que el dintel del cerramiento exterior.

La cripta del templo de las inscripciones o tumba de Pakal. Espacio de reducidas dimensiones



Figura 10
Patio del palacio de Palenque donde se observa el vuelo de la cornisa, el dintel de los huecos del muro exterior y las cubiertas inclinadas con bóveda por aproximación cubriendo el espacio interior (Foto de la autora)

con sección trapezoidal, descubierta en el año 1952, con el sarcófago monolítico de piedra que tiene inscripciones grabadas, colocado en el interior del basamento, acompañado de decoración funeraria, joyas, collares, brazaletes, máscara de jade. El espacio está construido con plano inclinado y cerrado superiormente con una losa horizontal, es otro ejemplo de la utilización de cubrición con plano inclinado y tapa horizontal superior de mayor dimensión a lo habitual, proporcionando una variación singular de este elemento (Bernal y Cuevas 2010, 24).

Una parte del interior del basamento se puede recorrer a través de galerías interiores y pasadizos, construidas por aproximación de hiladas formadas por piedras irregulares de configuración plana para facilitar el apoyo y el vuelo sucesivo entre ellas, hasta llegar a la tapa superior.

En el complejo palaciego de Palenque, las edificaciones se distribuyen en torno a varios patios configurados por salas y galerías. La descripción constructiva tiene cierta similitud a los templos, en cuanto a los muros de mampostería, la apertura de huecos con dintel al exterior y la cubierta de muro inclinado. En la imagen que acompaña se observa la alternancia de dintel al exterior y bóveda inclinada en el interior, la cubierta inclinada y el revoco exterior que cubría la mampostería.



Figura 11
Arco en el Palacio del Gobernador de Uxmal mostrando el relleno del muro de mampuesto, las piezas que conforman el arco por aproximación y la decoración Puuc (Foto de la autora)



Figura 12
Dibujo de Tatiana Proskouriakoff recreando el cuadrángulo de las monjas y la pirámide del Adivino en la ciudad de Uxmal (Proskouriakoff [1946] 2002, 71)

Uxmal

La ciudad de Uxmal se encuentra en el área norte de la península de Yucatán, es una de las ciudades representativas del estilo Puuc, con unas características constructivas que destaca en las fachadas de sillares tallados esculturalmente que nos proporciona con la luz y las sombras un resultado de claroscuro característico.

De nuevo nos encontramos con diferentes tipos de la arquitectura monumental maya, como son la Pirámide del Adivino, el palacio del Gobernador y el palacio que configura el cuadrángulo de las Monjas. Interiormente las dependencias de los palacios se resuelven con galería cubierta por bóveda de aproximación. En este caso de estudio prestamos atención a la disposición de los Arcos Monumentales que cruzan las edificaciones para comunicar los espacios urbanos abiertos. La ordenación urbana en el cuadrángulo de las monjas y en el cuadrado de los pájaros se nos presenta con una estructura urbana de dos plazas consecutivas cerradas por las edificaciones perimetrales entre las que se encuentra en uno de los laterales la pirámide del Adivino. Son varios los Arcos Urbanos que se pueden catalogar (Gilabert 2015).

El Palacio del Gobernador tiene un trazado largo y rectangular construido sobre un basamento. Su composición es horizontal, con un ancho dintel superior esculpido en estilo Puuc que remata hori-

zontalmente la edificación. Tiene huecos abiertos con dintel para acceder a los habitáculos interiores, contrastando con los dos arcos monumentales construidos por aproximación de hiladas que completan la composición de fachada. Transcribo la descripción de Tatiana Proskouriakoff, sobre el palacio: «Tenía dos arcos altos que llegaban casi hasta el remate del techo, perforando las paredes rebajadas y dividiendo la composición de manera marcada en tres masas distintas» (Proskouriakoff [1946] 2002, 74). La imagen que acompaña nos permite reconocer el sistema constructivo interior del muro de mampostería y el sistema constructivo para la fachada de sillería, la construcción del arco por aproximación de hiladas, con cada ménsula del arco en forma de bota (Gilabert 2015). Y cada ménsula en voladizo que configura el plano inclinado del hueco. Destacando la decoración de la fachada estilo Puuc, en la que cada pieza de sillería se encuentra tallada individualmente para configurar el conjunto de la fachada.

El cuadrángulo de las monjas es uno de los espacios más reconocible de la cultura Maya, se configura con las cuatro edificaciones de carácter horizontal y perimetrales a la explanada. Dispone en uno de los laterales de un Arco Monumental, siendo el resto de huecos de edificación de menor tamaño rematados con un dintel plano. El cuadrángulo de los *Pájaros es el espacio* continuo al anterior y situado frente a la pirámide del Adivino, en el que se abre otro hueco



Figura 13

Paso monumental de entrada en Ek Balam con la singularidad de cuatro aperturas en direcciones perpendiculares, cubiertas por aproximación de hiladas que no llegan a cruzarse (Foto de la autora)

monumental, cuya inclinación del plano enmarca compositivamente la pirámide.

Ek Balam

La ciudad de Ek Balam pertenece al estado de Yucatán al norte de la península, tiene la singularidad de un doble recinto amurallado alrededor de los edificios monumentales, situados en torno a una gran explanada, como es habitual. Mencionar la existencia de galerías secundarias bajo las plataformas del templo. El elemento seleccionado es el Arco Monumental de acceso, actualmente situado exento y sobre basamento. La característica que lo diferencia es la cuádruple apertura con doble eje de entrada, enmarcando cada arco con las bóvedas mayas interiores que no llegan a cruzarse, construidas con mampostería ligeramente rebajada para configurar el plano inclinado.

El valor añadido de los últimos hallazgos en Ek Balam, lo tenemos en la tumba real con las fauces que representan la entrada al inframundo, denominado *sak* «la casa blanca de la lectura», con estuco original y dintel en el hueco de paso, crea nuevas expectativas a la investigación (Vargas y Castillo 2006, 58). Confirmando que las ciudades y en este caso los basamentos piramidales son construcciones complejas que se han construido, transformado y completado en el tiempo.



Figura 14

Hueco abierto en la muralla de Tulum para acceso a la ciudad (Foto de la autora)

Tulum

La ciudad de Tulum está situada en la costa del mar caribe, pertenece al estado de Quintana Roo, el estilo característico es Costa Este. Tiene su cronología mayoritaria en el periodo posclásico.

Si buscamos un modelo constructivo adintelado, lo encontramos en Tulum, donde cada una de las estructuras muestran la horizontalidad constructiva con elementos característicos que son el dintel, la proporción más ancha que alta de sus edificaciones y la cubierta plana (Velázquez y Leira 2010).

La aproximación de hiladas la encontramos en el hueco abierto en la muralla. Teniendo la oportunidad de entrar a la ciudad a través de un pequeño hueco abierto en la mampostería de la muralla reconfigurado exteriormente por aproximación de hiladas de losas de piedra irregulares, en el tramo interior que atraviesa la muralla se pasa bajo una bóveda construida por aproximación con sillares tallados con el intrados inclinado y rematado por la tapa losa de piedras irregulares.

CONSIDERACIONES FINALES

La construcción maya se nos muestra con un carácter masivo y un predominio de la horizontalidad. La apertura de los huecos exteriores se plantea mayori-

tariamente con dintel plano que refuerza la horizontalidad de las edificaciones, reservando el arco por aproximación para las aperturas monumentales de acceso a las grandes explanadas de la ciudad.

La alternancia entre el uso de dintel y arco por aproximación utilizada en templos y palacios, complementa la composición entre el interior y el exterior. Se utiliza el dintel para el acceso y la bóveda por aproximación para configurar la cubierta inclinada y cubrir el espacio interior con una mayor altura y por lo tanto una mayor espacialidad.

A la pregunta de ¿dónde encontramos construido el arco maya?, la respuesta es que encontramos una diversidad de edificaciones que se agrupan de manera genérica en plazas exteriores para acceder a los espacios más significativos y en espacios interiores para cubrir los habitáculos de templos y palacios o las galerías de comunicación bajo los basamentos.

La razón constructiva para el uso del arco y la bóveda maya la encontramos en el equilibrio estructural que proporciona a la edificación y en la independencia constructiva durante el montaje. Añadiendo una razón compositiva con la monumentalidad de los arcos de entrada y una mayor espacialidad de los habitáculos interiores. Ciertamente es que la denominación arco maya adquiere un carácter de singularidad, dotando a la construcción maya de un significado propio.

Si bien, la construcción de la cultura maya es mucho más que la utilización del dintel o el arco por aproximación. Esta pequeña investigación trata de comprender y divulgar la singularidad del arco maya, que se convierte en representativo de la construcción en piedra realizada hace más de diez siglos y percibir la transcendencia a través del tiempo, como uno de los significados que pretendieron sus constructores.

LISTA DE REFERENCIAS

- Bernal Romero, Guillermo; M. Cuevas García y A. González Cruz. 2010. *Guía de Palenque. Chiapas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México: Editorial Raíces.
- Cejudo Collera, Mónica. 2019. Materiales y sistemas constructivos de la arquitectura maya. En *Actas del Undécimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Vol I. 209- 218. Instituto Juan de Herrera. Madrid.
- Dunning, Nicholas. 2006. El cambio de la civilización maya clásica en la región del Puuc. En *Los Mayas. Una civilización milenaria*. Grube, Nikolai (ed). 322-336. Barcelona: Tandem Verlag GmbH.
- EGGEBRECHT, EVA. 2006. En busca de vestigios: El descubrimiento de los mayas a través de la ciencia. En *Los Mayas. Una civilización milenaria*. Grube, Nikolai (ed). 396-410. Barcelona: Tandem Verlag GmbH.
- Gendrop, Paul. 2009. *Diccionario de arquitectura mesoamericana*. México: Trillas.
- Gilabert Sansalvador, Laura. 2015. La Evolución de la bóveda maya a través de la forma de las dovelas. Universidad Politécnica de Valencia.
- Gilabert Sansalvador, Laura; A. Peiró y R. Martínez. 2017. El arco urbano en la arquitectura Maya. *Restauración Arqueológica*. Monográfico 2017. 48-65. Universidad Politécnica de Valencia.
- Grube, Nikolai (ed). 2006. *Los Mayas. Una civilización milenaria*. Barcelona: Tandem Verlag GmbH.
- Hermann Lejarazu, Manuel A. y Krystyna M. Libura. 2017. *La creación del mundo según el Códice Vindobonensis*. México: Ediciones Tecolote.
- Lacadena García-Gallo, Alfonso. 2005. Los jeroglíficos de Ek Balam. En *Arqueología Mexicana*. Vol. XIII- num 76. 64-70. México: Editorial Raíces.
- Muñoz Cosme, Gaspar y C. Vidal Lorenzo. 2004. Análisis comparativo de los diferentes sistemas constructivos en el área maya. En XVII Simposio de Investigaciones arqueológicas en Guatemala. 2003. 736-748. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología
- Prem, Hans J. y U. Dyckerhoff. 1992. *El antiguo México. Historia y cultura de los pueblos de Mesoamérica*. Barcelona: Plaza y Janes.
- Proskouriatoff, Tatiana. [1946] 2002. *An Album of Maya Architecture*. New York: Dover.
- Vargas de la Peña, Leticia y V. Castillo Borges. 2006. Hallazgos recientes en Ek Balam. En revista *Arqueología mexicana* n° 76 Noviembre-Diciembre. 56-63. México: Editorial Raíces.
- Vela, Enrique. 2014. *Historia ilustrada de México. Arqueología*. México: Penguin Random House.
- Vela, Enrique (ed.) 2010. La cultura Maya. En *Revista Culturas prehispánicas de México*. Edición especial n° 34. 44-50. Abril. México: Editorial Raíces.
- Velázquez Morlet, Adriana y L. Leira. 2010. *Guía de Tulum*. Quintana Roo. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México: Editorial Raíces.
- Villalobos, Alejandro. 2011. La Falsedad del falso arco maya. *Bitácora Arquitectura* (5), 4-13. UNAM. México.

Índice de Autores

- Aira-Zunzunegui, J. R. 181
Alemán Achata, Y. 733
Aliberti, L. 367
Alonso Rodríguez, M. A. 367
Amorós, S. 481
Arboix-Alió, A. 529
Arribas-Blanco, R. 529
Arteaga Botero, G. A. 37
Audefroy, J. F. 49
Ayala Ortega, L. A. 57
Azevedo Salomao, E. M. 69
Bargón García, M. 521
Batlle Pérez, J. M. 79
Bautista Sandoval, J. E. 97
Bruzzeze, J. 209
Calvo López, J. 369
Cano Murillo, E. M. 441
Castillo Valencia, W. 105
Cejudo Collera, M. 115
Clemente San Román, C. 125
Collado Espejo, P. E. 141
Contreras Padilla, A. 149
Coria Guerrero, M. 721
Correa Díaz, M. 389
Chamorro, M. A. 657
Dameri, A. 157
Del Cueto, B. 165
Del Río-Calleja, B. 179
Dermitt Martínez, P. 193
Durán, A. 203
Escobar González, A. 743
Escobedo Hernández, J. A. 209
Fernández Correas, L. 219
Flores Román, M. 231
Flores Sasso, V. 245
Font Arellano, J. 255
Fontas, J. 657
Garabito Maldonado, B. 317
García García, R. 265
García Gómez, N. 277
Gifra, E. 657
Gil Brignardello, D. 389
Gil Crespo, I. J. 15
Gómez Zanabria, G. 733
González Uriel, A. 369
Hernández Hernández, A. 287
Hernando de la Cuerda, R. 605
Hinarejos Martín, N. 299
Huerta, S. 311
Hurtado Valdez, P. 317
Ibarra, B. 329
Lluís i Ginovart, J. 345
Lluís-Teruel, C. 345
López García, J. J. 359
López Mozo, A. 369
López-Ulloa, F. S. 381
Lozano-Gómez, M. 555
Maino Ansaldo, S. 389
Mamani Fuentes, F. 401
Marín Sánchez, R. 409
Martín Domínguez, B. 419
Martínez Aguilar, G. 427
Martín Sánchez, J. 501
Molotla Xolalpa, P. T. 441
Muñoz-Fernández, F. J. 453
Muñoz Hernández, R. 465
Muñoz Sánchez, P. A. 473
Navarro Camallonga, P. 617

- Negro, S. 481
Orozco Barrera, F. B. 491
Ortueta Hilberath, E. 501
Paniagua Gutiérrez, H. 733
Pastrana, T. 513
Pasuy Arciniegas, W. 105
Pinto Puerto, F. 193
Plasencia-Lozano, P. 521
Pons-Poblet, J. M. 529
Prieto Prieto, L. 537
Prieto Vicioso, E. 547
Quequesana Vílchez, G. 733
Quesada-García, S. 555
Rabasa Díaz, E. 1
Redondo Martínez, E. 569
Resano Resano, D. 587
Rodrigues, T. 597
Rodríguez García, A. 605
Rojo Ferrer, J. 617
Roldán Garcés, A. M. 629
Román Kalisch, M. A. 637
Romero Bejarano, M. 193
Rotaèche Gallano, M. 647
Ruiz Fernández, R. 521
Salvat, J. 657
Sanchez Bustos, C. 389
Sancho Mir, M. 419
Sánchez Núñez, G. 667
Sanz-Arauz, D. 179
Silvestre, R. 677
Teles Guimarães, M. V. 689
Téllez Alarcia, D. 701
Torres Garibay, L. A. 711
Umeres Francia, C. 317
Vargas Chávez, J. A. 721
Zaldívar Morales, E. 125
Zúñiga Alfaro, A. 733

ISBN 978-9945-9028-4-6



UNPHU
Universidad Nacional
Pedro Henríquez Ureña

