

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**Análisis Comparativo, Técnico y Económico de Placas Prefabricadas
Hollow core contra Sistema de Encofrado de Formaletas Industrializada de
Losas Aligeradas.**



Trabajo de grado presentado por:

Mateo García

Stephanía Ramos

Para la obtención del grado de Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Teresa Beatriz Rodríguez Español

Santo Domingo, D.N.

Enero del 2017

ÍNDICE.

I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. CAPITULO: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	12
1.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 <i>Objetivo general.</i>	13
1.3 JUSTIFICACIÓN	14
1.4 ALCANCES Y LÍMITES.	15
1.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.5.1 <i>Investigación documental</i>	15
1.5.2 <i>Investigación inductiva y comparativa</i>	16
1.5.3 <i>Método inductivo</i>	16
III. CAPITULO: MARCO CONCEPTUAL	17
IV. CAPITULO: MARCO TEÓRICO	18
1.6 ORIGEN DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS	18
1.7 DESCRIPCIÓN PLACA HOLLOW CORE O PLACA ALVEOLAR	20
1.8 PRODUCCIÓN	22
1.9 VENTAJAS	23
1.10 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	25
1.10.1 <i>Espesor</i>	25
1.10.2 <i>Ancho</i>	26
1.10.3 <i>Conexiones</i>	26
1.10.4 <i>Tolerancias</i>	27
1.10.5 <i>Contra flecha</i>	27

1.10.6	Capa de compresión.....	27
1.11	REQUISITOS DE RESISTENCIA Y FUNCIONAMIENTO.....	28
1.11.1	Esfuerzos ante cargas de servicio.....	29
1.11.2	Resistencia a flexión.....	29
1.11.3	Resistencia a cortante.....	30
1.12	DISEÑO DE PLACAS ALVEOLARES.....	30
1.12.1	Procedimiento de diseño.....	30
1.13	ENCOFRADO DE MADERA.....	31
1.13.1	Generalidades.....	31
1.13.2	Encofrado.....	31
1.13.3	Tipos de cargas.....	32
1.13.4	Clasificación de los encofrados.....	32
1.13.5	Encofrado por el tipo de hormigón.....	33
1.13.6	Encofrado de madera.....	34
1.13.7	Ventajas.....	34
1.13.8	Desventajas.....	35
1.13.9	Historia de los encofrados de madera.....	35
1.14	ENCOFRADO INDUSTRIALIZADO DE FORMALETA.....	37
1.14.1	Generalidades.....	37
1.14.2	Funciones principales del encofrado industrializado.....	38
1.14.3	Tipos de formaleta.....	38
1.14.4	Tipos de edificaciones posibles de construir con este sistema.....	40
1.14.5	Componentes de la formaleta.....	40
1.14.6	Aplomaje de elementos.....	44
1.14.7	Vaciado.....	44
1.14.8	Vibrado.....	44

1.14.9	<i>Desencofre</i>	45
1.14.10	<i>Re-apuntalamiento de losa</i>	45
1.15	PROCESO DE ARMADO DE FORMALETA.....	45
1.15.1	<i>Losas de Cimentación</i>	45
1.15.2	<i>Trazo o replanteo</i>	48
1.15.3	<i>Pinado de tope</i>	48
1.16	MONTAJE DE SISTEMAS DE MUROS.....	50
1.16.3	<i>Tensores de puertas y ventanas</i>	53
1.16.4	<i>Accesorio de alineamiento</i>	54
1.16.5	<i>Tensor de muro</i>	54
3.11.6	<i>Montaje de la unión muro - losa</i>	54
1.17	INSTALACIÓN DE MALLA DE LOSA.....	58
1.17.1	<i>Revisión final del armado</i>	58
1.17.2	<i>Vaciado del Concreto u Hormigonada</i>	59
1.18	DESENCOFRE.....	62
1.18.1	<i>Formaletas de muro:</i>	62
1.19	ANDAMIO MULTIDIRECCIONAL.....	63
1.19.1	<i>Especificaciones del andamio Multidireccional</i>	64
1.19.2	<i>Tubos y sistemas de abrazaderas</i>	75
1.19.3	<i>Sistemas de plataforma</i>	78
V.	ANALISIS DE PRESIOS UNITARIOS “ HOLLOW CORE”	80
VI.	PRESUPUESTO “HOLLOW CORE”	82
VII.	ANALISIS DE COSTOS FORMALETA INDUSTRIALIZADA	83
VIII.	PRESUPUESTO DE FORMALETA INDUSTRIALIZADA	90
IX.	CONCLUSIÓN	96

X.	ANEXOS	98
XI.	BIBLIOGRAFIA.....	109

TABLA DE IMAGENES

<i>Ilustración 1 Placa alveolar (titan edificaciones)</i>	24
<i>Ilustración 2. Encofrado de madera (FORSA, 2015)</i>	37
<i>Ilustración 3. Formaleta lamina (FORSA, 2015)</i>	40
<i>Ilustración 4. Pesos laminas. (FORSA, 2015)</i>	41
<i>Ilustración 5. Alineadores (FORSA, 2015)</i>	41
<i>Ilustración 6. Tensores de muro. (FORSA, 2015)</i>	41
<i>Ilustración 7. Tuberías en losa (Google)</i>	45
<i>Ilustración 8. Vaciado de Hormigón. (Google)</i>	47
<i>Ilustración 9. Replanteo. (Google)</i>	48
<i>Ilustración 10. Enchapes (FORSA, 2015)</i>	49
<i>Ilustración 11. Tuberías. (Google)</i>	49
<i>Ilustración 12. Caja Eléctrica. (FORSA, 2015)</i>	50
<i>Ilustración 13. Láminas de muro. (FORSA, 2015)</i>	51
<i>Ilustración 14. Corbatas. (FORSA, 2015)</i>	51
<i>Ilustración 15. Tapa muros. (FORSA, 2015)</i>	52
<i>Ilustración 16. Porta alineador. (FORSA, 2015)</i>	53
<i>Ilustración 17. Tensor de ventanas. (FORSA, 2015)</i>	53
<i>Ilustración 18. Porta alineador. (FORSA, 2015)</i>	54
<i>Ilustración 19. Tensor de muro (FORSA, 2015)</i>	54
<i>Ilustración 20. Unión muro-losa (FORSA, 2015)</i>	55
<i>Ilustración 21. Encofrado de losa. (FORSA, 2015)</i>	55
<i>Ilustración 22. Pin grapa. (FORSA, 2015)</i>	56
<i>Ilustración 23. Puntal de losa (FORSA, 2015)</i>	57

<i>Ilustración 24. Tensor de muro (FORSA, 2015)</i>	58
<i>Ilustración 25. Vaciado de Hormigón (FORSA, 2015)</i>	59
<i>Ilustración 26. Vaciado (FORSA, 2015)</i>	60
<i>Ilustración 27. Niveles de vaciado (FORSA, 2015)</i>	60
<i>Ilustración 28. Supervisión de vaciado (FORSA, 2015)</i>	61
<i>Ilustración 29. (FORSA, 2015)</i>	61
<i>Ilustración 30. Desencofre de muro (FORSA, 2015)</i>	62
<i>Ilustración 31. Andamio multidireccional (FORSA, 2015)</i>	64
<i>Ilustración 32. Andamio multidireccional (FORSA, 2015)</i>	64
<i>Ilustración 33. Cuello (Imporsantander)</i>	65
<i>Ilustración 34. Caster (Imporsantander)</i>	65
<i>Ilustración 35. Adaptador para caster (Imporsantander)</i>	66
<i>Ilustración 36. Basejack (Imporsantander)</i>	66
<i>Ilustración 37. Placa base (Imporsantander)</i>	67
<i>Ilustración 38. Tirantes diagonales (Imporsantander)</i>	67
<i>Ilustración 39 (Imporsantander)</i>	68
<i>Ilustración 40 (Imporsantander)</i>	68
<i>Ilustración 41 (Imporsantander)</i>	68
<i>Ilustración 42 (Imporsantander)</i>	69
<i>Ilustración 43 (Imporsantander)</i>	69
<i>Ilustración 44 (Imporsantander)</i>	69
<i>Ilustración 45 (Imporsantander)</i>	70
<i>Ilustración 46 (Imporsantander)</i>	70
<i>Ilustración 47 (Imporsantander)</i>	70
<i>Ilustración 48 (Imporsantander)</i>	71
<i>Ilustración 49 (Imporsantander)</i>	71

<i>Ilustración 50 (Imporsantander)</i>	71
<i>Ilustración 51 (Imporsantander)</i>	72
<i>Ilustración 52 (Imporsantander)</i>	72
<i>Ilustración 53 (Imporsantander)</i>	72
<i>Ilustración 54 (Imporsantander)</i>	73
<i>Ilustración 55 (Imporsantander)</i>	73
<i>Ilustración 56 (Imporsantander)</i>	74
<i>Ilustración 57 (Imporsantander)</i>	74
<i>Ilustración 58 (Imporsantander)</i>	75
<i>Ilustración 59 (Imporsantander)</i>	75
<i>Ilustración 60 (Imporsantander)</i>	76
<i>Ilustración 61 (Imporsantander)</i>	76
<i>Ilustración 62 (Imporsantander)</i>	77
<i>Ilustración 63 (Imporsantander)</i>	77
<i>Ilustración 64 (Imporsantander)</i>	78
<i>Ilustración 65 (Imporsantander)</i>	78
<i>Ilustración 66 (Imporsantander)</i>	79
<i>Ilustración 67 (Imporsantander)</i>	79
<i>Ilustración 68 (Imporsantander)</i>	79
<i>Ilustración 69 (titan edificaciones)</i>	98
<i>Ilustración 70 (titan edificaciones) (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	99
<i>Ilustración 71 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	101
<i>Ilustración 72 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	102
<i>Ilustración 73 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	102
<i>Ilustración 74 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	103
<i>Ilustración 75 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	103

<i>Ilustración 76 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	104
<i>Ilustración 77 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	104
<i>Ilustración 78 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	104
<i>Ilustración 79 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	105
<i>Ilustración 80 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	105
<i>Ilustración 81 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	106
<i>Ilustración 82 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	106
<i>Ilustración 83 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	107
<i>Ilustración 84 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	107
<i>Ilustración 85 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	108
<i>Ilustración 86 (fuente prop. Hormigones del caribe)</i>	108

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Dedicatoria

A Dios: Por darnos la vida, salud y estar con nosotros en cada momento.

A la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU): Por abrirnos sus puertas, brindarnos la oportunidad de obtener este título tan anhelado y por tantas facilidades que nos otorgaron para poder hacer esto posible.

A la Ing. Teresa Beatriz Rodríguez Español: Quien con su paciencia y vocación fue la guía de este proyecto. Gracias por ser nuestra asesora, que desde inicios del trabajo de investigación estuvo dedicada a ayudar y recomendar acciones con el objetivo de lograr un buen trabajo.

A Nuestro Director Ing. Ramón E. Tavárez: Porque tanto como profesor y director de la carrera siempre estuvo ahí para enseñar, recomendar, hacer posible todo para que lleváramos a cabo este logro tan grande.

Agradecimientos.

Quiero agradecerles a mis padres, los cuales siempre estuvieron ahí apoyándome desde el primer día que entré a la universidad, su apoyo fue incondicional y de bastante ayuda, me dieron la fuerza y la motivación para terminar mi carrera sin ningún tipo de prejuicio.

Quiero darles las gracias también a todos los profesores que fueron parte de mi formación universitaria y aunque hubo unos más exigentes que otros, la mayoría tenían todas las intenciones para que utilicemos esos conocimientos para nuestra vida laboral.

Mateo García Bolaños.

Agradecerle con todo mi amor a mis padres: Mario Polanco y Jeannette Pérez por el esfuerzo y el apoyo incondicional que siempre me han dado, mis abuelos, que siempre han estado brindándome su amor y su apoyo en todo el transcurso de mi vida, a mi novio Handel Báez, por siempre estar conmigo motivándome a ser mejor cada día y por su dedicación en ayudarme en todo momento, a mis hermanos, a toda mi familia y amigos que de una manera u otra han formado parte de mi desarrollo como persona y profesional. Gracias.

Stephania Ramos Yunes

I. INTRODUCCIÓN

El sistema industrializado de formaletas, ha convertido las construcciones de vaciados monolíticos, en la nueva generación de sistema de construcción más seguro, económico y rentable. Este sistema está compuesto por láminas de diferentes dimensiones, pudiéndose modular a cualquier dimensión que el proyecto exija, trancándose con sus diferentes accesorios para asegurar su aplomaje en el momento del vaciado. Esta formaleta industrializada viene a mano con el sistema de re apuntalamiento ring lock, el cual está compuesto por brazos horizontales y shoring verticales, teniendo diferentes medidas para adaptarse a cualquier altura y garantizar su rigidez, se le colocan elementos en dirección diagonal.

El sistema de placas prefabricadas de losas hollow core, son placas de hormigón pretensadas y aligeradas con unos alveolos en su dirección longitudinal de las placa. Son totalmente prefabricadas y se adaptan a una luz hasta 20 mts de longitud en losa. Estas placas nos dan una versatilidad y rapidez que ningún otro sistema antes hecho, ya que después de su fabricación se cortan a las medidas requeridas del proyecto, se transportan al sitio de instalación y con la ayuda de un petibón o grúa se levantan e instalan.

El presente estudio se centra en el análisis de costos de losas aligeradas de dos sistemas de construcción industrializados, como alternativa para evaluar otras tecnologías, diferentes a las tradicionales, que se puedan considerar tanto en el sector público como en el privado y que se orienten a incentivar una nueva visión de la construcción en la República Dominicana.

II. CAPITULO: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Desde hace algunos años en la República Dominicana, especialmente en el sector privado de la construcción, se ha incursionado en diferentes sistemas de construcción industrializados para el desarrollo de proyectos de vivienda, hoteles, centros comerciales, etc., permitiendo a los inversionistas agilidad en la construcción y por ende, mayores beneficios.

Sin embargo, a la hora de elegir el sistema de construcción más eficiente, de acuerdo al proyecto que se pretende desarrollar, el inversionista o constructor toma la decisión de elegir el “mejor” sistema de construcción industrializado.

El presente trabajo no pretende ofrecer una alternativa constructiva única que sustituya cualquier otro método, sino que pretende evaluar un proceso de elección de construcción industrializado entre dos sistemas utilizados en la República Dominicana como son: construcción de losas en el sistema “Hollow Core” y Encofrado Industrializado de Formaleta.

1.1 Preguntas de investigación.

- ¿Cuál de los 2 sistemas es más versátil a la hora de construir?
- ¿Cuáles son las características de cada uno de los sistemas a utilizar?
- ¿Cuál es el proceso técnico de construcción de cada uno de los sistemas?
- ¿Cuáles son los diferentes equipos a utilizar?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas?
- ¿Cuál de los 2 sistemas pudiera ser más rentable a la hora de construir?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

Mediante análisis comparativo aplicado a un proyecto real desarrollado en la ciudad de Santo Domingo, se pretende evaluar las variables de tipo técnico y económico entre dos sistemas industrializados de construcción de placas aligeradas, Sistema “Hollow Core” y Encofrado industrializado de formaleta.

1.2.2 Objetivos específicos.

- ✓ Identificar las características técnicas de cada uno de los sistemas industrializados de construcción.
- ✓ Detallar los procesos de construcción de losas aligeradas en cada uno de los sistemas industrializados, objeto del presente estudio.
- ✓ Determinar los diferentes equipos e implementos utilizados en cada sistema.
- ✓ Identificar las ventajas y desventajas en cada sistema industrializado.
- ✓ Evaluar económicamente cada uno de los sistemas de construcción.

1.3 Justificación

La industria de la construcción se ha convertido en una opción muy atractiva en los países en vía de desarrollo. Disponer de nuevos sistemas constructivos es una opción para que nuestro país pueda atender en gran volumen de demanda habitacional que crece cada día y que obliga a los gobiernos a identificar tecnologías nuevas para satisfacer dicha demanda.

Por consiguiente, con este proyecto cuyo objetivo principal corresponde a una comparación de tipo cualitativo y cuantitativo de dos sistemas de construcción industrializados, indirectamente pretendemos dejar en evidencia una guía que sirva de punto de partida para solucionar por un lado, los problemas de déficit habitacional que afronta el país, y por otro, incrementar la inversión en el sector turístico de la Republica Dominicana, al incentivar la construcción de los hoteles, reconociendo la optimización en los tiempos de construcción, características de los sistemas de construcción industrializado.

1.4 Alcances y límites.

La presente investigación se limita al análisis constructivo únicamente de losas aligeradas de niveles, tipo del edificio “Corporate Center”, en cada uno de los sistemas mencionados. Hemos limitado los parámetros en esta investigación, considerando que esta actividad representa un porcentaje importante del total de la construcción y es un bien referente si se quiere proyectar las demás actividades no consideradas con el fin de terminar el costo total del proyecto.

El estudio será respaldado efectuando entrevistas en sitio con cada uno de los representantes en la República Dominicana de los sistemas de construcción industrializados que se pretenden evaluar y con diferentes constructores que han utilizado uno de los sistemas expuestos con el fin de evaluar sus experiencias y poder definir las bondades y/ o debilidades de los mismos.

1.5 Tipo de investigación.

1.5.1 Investigación documental

Este trabajo de grado es documental porque se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, entrevistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.).

Utilizamos lo documental porque es una variante de la investigación científica, cuyo objetivo fundamental es el análisis de diferentes fenómenos (de orden histórico, psicológico, sociológico, etc.), utiliza técnicas muy precisas, de la Documentación existente, que directa o indirectamente, aporte la información. (zorrilla, 1993)

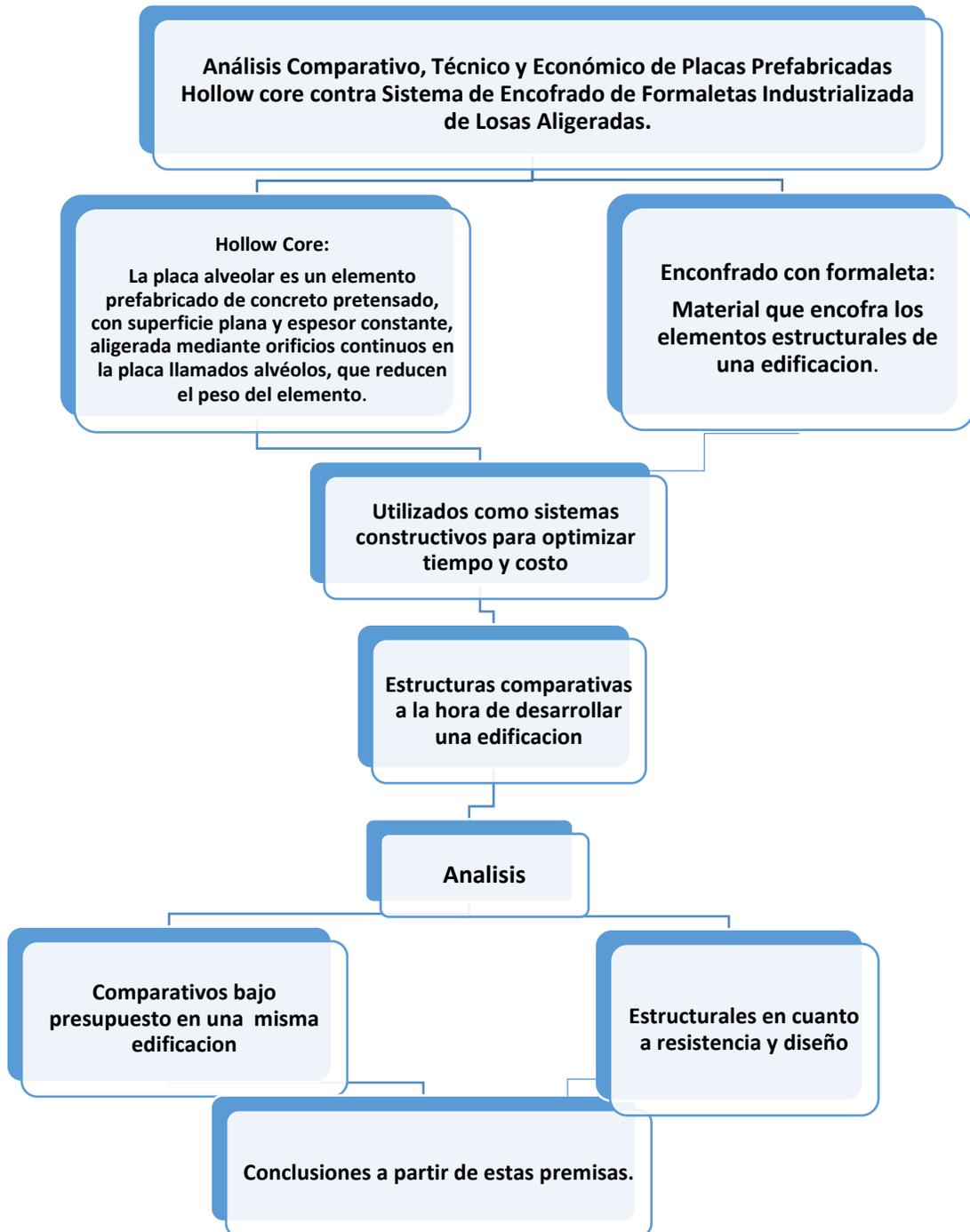
1.5.2 Investigación inductiva y comparativa

Se utilizara una metodología inductiva, esto es, de lo particular a lo general mediante el análisis individualizado cualitativa y cuantitativa de cada uno de los sistemas industrializados de construcción de losas aligeras, objeto del presente estudio, que nos llevará posteriormente a realizar una comparación de los dos sistemas, teniendo en cuenta todas las variables analizadas.

1.5.3 Método inductivo

En esta investigación se usa cuando se procesan y se analizan los datos obtenidos de los cuestionarios aplicados y en el análisis e interpretación de la información. (Sampieri, 2006)

III. CAPITULO: MARCO CONCEPTUAL



IV. CAPITULO: MARCO TEÓRICO

1.6 Origen de los elementos prefabricados

A lo largo de la historia hay varios precedentes de prefabricación debido a la evolución de la sociedad de optimizar la eficiencia de los procesos productivos. El primer ejemplo significativo de construcción industrializada se remonta al siglo XVI, cuando Leonardo da Vinci recibió el encargo de planificar una serie de nuevas ciudades en la región de Loire.

Su planteamiento consistió en establecer, en el centro y origen de cada ciudad, una fábrica de elementos básicos que permitieran conformar a su alrededor un gran abanico de edificios. Dichas construcciones habían sido diseñadas previamente por él mismo, para generar de forma fluida y flexible, una gran diversidad de tipologías edificatorias, con un mínimo de elementos constructivos comunes.

Otro ejemplo es el sucedido en ese mismo siglo durante la guerra entre franceses e ingleses, donde los ejércitos de Francisco I y Enrique II planificaron las batallas contra Inglaterra, construyendo pabellones de madera prefabricados que albergaran a sus soldados durante la ofensiva.

Transportados fácilmente por barco, se montaban y desmontaban rápidamente por los propios soldados, de tal forma que los campamentos fueran, además de resistentes y confortables, ágiles en sus desplazamientos. Siguiendo una técnica muy similar, en 1578 también se ejecutó en Baffin (Canadá) una casa prefabricada de madera que había sido construida en Inglaterra. Asimismo, en 1624, la Great House, una casa de madera panelizada y

modular, construida por Edward Winslow en Inglaterra, fue trasladada y montada en Massachusetts, Estados Unidos.

Aunque estos dos últimos ejemplos no se pueden considerar prefabricación en estado puro, ya que la construcción de elementos no fue en serie sino diseñados para edificaciones singulares, sí que se aprecia un significativo cambio de mentalidad aplicada a la construcción.

No sería hasta el final del siglo XVIII cuando empezó a ser tangible la posibilidad de industrializar la construcción. En Europa, se empezó a desarrollar la construcción de puentes y cubiertas con hierro fundido, material que sería después aplicado a la elaboración de pilares y vigas de edificios.

Al mismo tiempo, en Estados Unidos, se llevó a cabo la construcción de edificios de tipología Balloon Frame, constituidos por listones de madera provenientes de fábrica y ensamblados mediante clavos fabricados industrialmente.

Habría que esperar hasta finales del siglo XIX para que se volviera a utilizar en edificación el hormigón (que apenas se había empleado desde la época de los romanos), que aplicado junto con entramados de alambres, constituía una materia prima ideal para prefabricados. En 1889, aparecía en EEUU la primera patente de edificio prefabricado mediante módulos tridimensionales en forma de cajón apilable, ideada por Edward T. Potter, y en 1891 se prefabrican las primeras vigas de hormigón armado para la construcción del Casino de Biarritz.

A mediados del siglo XX, Le Corbusier, inspirado en el sistema productivo de Henry Ford para la industria automovilística, presenta en el Modulor los resultados de sus estudios basados en un trazado proporcional establecido por la medida humana, a usar como instrumento clarificador en fase de proyecto.

Según su concepción de la producción de edificios residenciales como “máquinas de vivir”, el Modulor representa un sistema en el que se pretenden conciliar los deseos de orden y proporción típicos del renacimiento, basados en trazados reguladores geométricos y en series matemáticas que comportan composiciones musicales, con la nueva cultura moderna de la construcción industrializada. (Pérez, 2003)

1.7 Descripción placa Hollow core o placa alveolar

La placa alveolar es un elemento prefabricado de concreto pretensado, con superficie plana y espesor constante, aligerada mediante orificios continuos en la placa llamados alvéolos, que reducen el peso del elemento. Adicionalmente, y gracias a la forma de este prefabricado permite que entre los alvéolos puedan colocarse instalaciones hidrosanitarias o eléctricas.

Las placas alveolares se usan principalmente como sistema de entrepiso o cubierta, donde trabajan por lo general como elementos simplemente apoyados en una sola dirección. Estas placas deben proveer la capacidad para soportar las cargas verticales, además de transmitir adecuadamente las cargas horizontales resultantes de sismo o viento al sistema de resistencia lateral de la edificación.

Estos prefabricados se emplean en todo tipo de construcciones, tales como viviendas de interés social, edificios, bodegas, centros comerciales y grandes superficies. Para adaptarse de manera adecuada a las exigencias de los proyectos en cuanto a luces, cargas y geometría, Titán produce placas alveolares con espesores de 8cm, 10cm, 12cm,

15cm, 20cm y 25cm, trabajando con anchos estándares de 60cm y 120cm. Los alvéolos varían en forma, tamaño y número, dependiendo del tipo de placa.

No obstante y de acuerdo con las necesidades del cliente es posible modular pisos y cubiertas con anchos menores. El concreto utilizado para las placas cuenta con una resistencia a la compresión a los 28 días (f'_c) de 40 MPa a 60 MPa según las cargas sobrepuestas.

El espesor de la placa se estima en función de la luz máxima a salvar, relación que se establece a partir de los criterios de vibraciones, deflexiones y de la calificación de resistencia al fuego.

La disposición del refuerzo puede variar para adaptarse a la luz y a las cargas sobrepuestas de cada proyecto en particular. El diámetro de los alambres o torones varía entre 4 mm y 12.7 mm. Las placas alveolares presentan longitudinalmente cantos biselados o llaves de corte los cuales una vez sean vaciados de concreto, proporcionan una junta longitudinal entre placas, que garantiza una adecuada transmisión de cargas tanto puntuales como distribuidas entre placas adyacentes haciendo que estas trabajen como un sistema de piso integral.

La superficie inferior de la placa alveolar, presenta un acabado liso mientras que la parte superior puede presentar si es requerido un ranurado que mejora la adherencia entre la placa y el acabado de piso. Las placas alveolares también pueden utilizarse como muros divisorios, elementos de cerramiento, fachada o incluso muros estructurales variando la junta longitudinal o llave de corte a una junta machihembrada. (titan edificaciones)

1.8 Producción

Las placas alveolares se fabrican sobre pistas de acero de 120 m de longitud y 1.20 m de ancho cada una. Cada pista de tensionamiento es limpiada con una máquina multipropósito para aplicarle un desencofrante o desmoldante que evita que se adhiera el concreto una vez endurecido.

Luego del alistamiento de la pista, se procede a la extensión de los alambres o torones, los cuales son anclados en los extremos de las placas. La tensión en los cables es aplicada por un gato hidráulico con capacidad de 10 toneladas. Una vez que el acero se encuentra tensado, se sitúa la máquina moldeadora sobre los carriles de la pista. Esta máquina recibe el concreto en sus tolvas, donde lo va vibrando y compactando. Al tiempo que la máquina avanza va depositando el concreto con la forma y dimensiones que corresponden a la placa alveolar que se está fabricando.

La mezcla de concreto utilizada en el proceso de fabricación de la placa es de consistencia muy seca con una relación agua-cementante inferior de 0.4, lo cual permite que el moldeado de la placa no se derrumbe a pesar de quedar sin soportes laterales.

El curado se realiza mediante transferencia de calor de la pista al concreto con un estricto control de temperatura. Con el fin de conservar la humedad y temperatura, las placas son cubiertas con lonas durante un tiempo de 12 a 16 horas. Una vez el concreto alcanza la resistencia inicial mínima especificada, la cual es de 25MPa a 30MPa, las placas son cortadas de acuerdo con la longitud requerida para cada proyecto. (titan edificaciones)

1.9 Ventajas

El uso de placas alveolares como sistema de entrepiso conlleva a diferentes ventajas, muchas de éstas propias del concreto prefabricado y preesforzado, y otras del elemento en sí.

- **Mínimo desperdicio:** Son producidas a la medida de cada proyecto con maquinaria automatizada bajo estrictos controles de calidad que aseguran el mínimo desperdicio de material.
- **Bajo peso.** Las perforaciones longitudinales continuas o alvéolos reducen de manera importante el peso del entrepiso, lo cual se traduce en menor peso de la estructura y por lo tanto reducción en los costos de la cimentación, de las columnas y de las vigas.
- **Fácil instalación.** Son rápidamente instaladas en el sitio de manera eficiente, limpia y ordenada, con mínimo equipo y mano de obra, reduciendo así los tiempos de construcción.
- **Eliminación de encofrado o apuntalamiento.** No requieren cimbra de contacto o encofrado. Además, Proveen una plataforma segura y disponible inmediatamente después de instaladas para continuar con el resto de las actividades de obra.
- **Luces grandes.** Las placas alveolares pueden acomodarse a grandes luces, resultando en amplios espacios libres de columnas. Pueden alcanzarse luces hasta de 9.5 m.
- **Flexibilidad en el diseño.** Las placas alveolares pueden usarse en combinación con otros materiales de construcción incluyendo: muros de mampostería, muros

o vigas de concreto prefabricado o in situ, concreto preesforzado o vigas de acero.

- **Alta capacidad de carga.** Proveen la eficiencia de un miembro preesforzado en cuanto a capacidad de carga, rango de luces y control de deflexiones, manejando cargas pesadas como las requeridas en centros comerciales, parqueaderos, oficinas, apartamentos o almacenes, con espesores mínimos.
- **Durabilidad.** El concreto y acero utilizado para la producción de las placas son de alta resistencia y cumplen con los estándares de calidad requeridos, asegurando una mayor durabilidad.
- **Resistencia al fuego.** Dependiendo del espesor de la placa y el recubrimiento del refuerzo, la resistencia al fuego puede llegar hasta 4 horas.
- **Aislamiento acústico.** Las placas alveolares reducen la transmisión de ruido y pueden cumplir con diferentes requerimientos de aislamiento acústico para diferentes tipos de ocupación.
- **Servicios.** Los alvéolos en las placas pueden ser usados como ductos de servicios para ocultar tuberías, cables eléctricos o telefónicos. Normalmente, las perforaciones son realizadas en fábrica durante el proceso de producción.

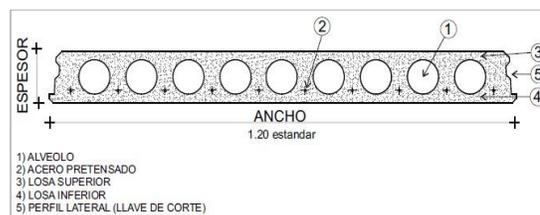


Ilustración 1 Placa alveolar (titan edificaciones)

1.10 Consideraciones de diseño

La primera consideración al desarrollar el esquema de modulación de las placas es la longitud o luz a salvar. Para una carga dada, la luz y el espesor de una placa pueden ser optimizados consultando las Tablas de diseño proporcionadas por Titán como guía. En ellas se listan las cargas muertas sobrepuestas máximas permisibles como cargas uniformemente distribuidas. Condiciones de cargas no uniformes resultantes de cargas puntuales, cargas lineales, aberturas y voladizos requieren consideraciones especiales de diseño. (titan edificaciones)

1.10.1 Espesor.

Para un diseño preliminar, resulta útil establecer límites en las relaciones luz-espesor, las cuales cumplan deflexiones de la placa y su sensibilidad a la vibración. En general, la luz libre a salvar se mantiene en un rango de 30 -38 veces el espesor, hasta un máximo de 40.

A continuación se muestran los límites sugeridos de acuerdo a las condiciones de uso y confort:

Sitios de alta sensibilidad, estructuras en suelos blandos cercanas a zonas de tráfico:

L/e=25.

Oficinas, residencias, restaurantes: **L/e=30.**

Centro comerciales y sitios públicos: **L/e=35**

Puentes peatonales, cubiertas y circulaciones: **L/e=40**

El espesor de la placa puede aumentar si la deflexión o la vibración son críticas, esto puede ocurrir por altas cargas sobrepuestas, acciones rítmicas, particiones pesadas o gran cantidad de aberturas. Adicionalmente, a medida que la clasificación de exposición o resistencia al fuego aumente, el refuerzo exigirá un recubrimiento mayor. (titan edificaciones)

1.10.2 Ancho.

Una vez seleccionada la longitud y espesor de la placa, deben considerarse aspectos adicionales tales como los cortes con terminación en ángulo, los cuales pueden significar altos sobrecostos. Es más eficiente tener el soporte de la placa perpendicular a la luz, por lo tanto los cortes cuadrados siempre son los más adecuados.

Es deseable que la distribución de las placas pueda ajustarse o coincida con las dimensiones estándar, es decir 60 cm y 120 cm.

Si no se consigue el ancho requerido será necesario realizar cortes longitudinales completos de placas, que pueden eventualmente aumentar el porcentaje de desperdicio. (titan edificaciones)

1.10.3 Conexiones.

El tipo y detalle de las conexiones entre las placas alveolares y vigas de apoyo o muros, deben seleccionarse en consulta con el fabricante. (titan edificaciones)

1.10.4 Tolerancias.

Las tolerancias de construcción deben ser permitidas en el desarrollo de la modulación. La ficha técnica de las placas alveolares presenta las tolerancias admisibles. (titan edificaciones)

1.10.5 Contra flecha.

Las placas alveolares presentan contraflecha debido a la flexión hacia arriba inducida por el efecto del preesforzado. En las etapas de planeación o diseño preliminar se deben tener en cuenta las causas de las contraflechas diferenciales. Para dos placas idénticas en longitud y preesfuerzo, la contraflecha puede ser diferente porque el tipo de concreto y curado varían. (titan edificaciones)

1.10.6 Capa de compresión.

La capa de compresión fundida en sitio puede ser una solución cuando se presenten problemas de contraflechas considerables, ya que ésta unifica las placas para que actúen como un piso monolítico, tomando en cuenta niveles diferenciales entre los elementos. En lugares donde no se requieran pisos nivelados, puede utilizarse una capa de compresión de espesor constante que siga la curvatura de la contraflecha en la placa.

Por otro lado, si se requiere una superficie plana nivelada en una estructura que se compone de varias placas de diferentes longitudes y en diferentes direcciones, el punto más alto definirá la elevación de la capa de compresión, y por tanto, tendrá mayor espesor en zonas donde la contraflecha es baja.

Estas y otras consideraciones deben manejarse en las etapas de planeación para controlar sobrecostos y minimizar problemas durante la construcción. (titan edificaciones)

1.11 Requisitos de resistencia y funcionamiento.

Las placas alveolares cuya utilización sea principalmente en losas de entrepisos o cubierta, se les denominan normalmente losas alveolares. Estos elementos normalmente solo disponen de refuerzo de pretensado en la parte inferior de la sección.

El diseño detallado de las losas alveolares sigue el procedimiento normal de un miembro preesforzado, el cual está gobernado por los requerimientos de las siguientes normativas: ACI 318-10.

Como elemento de concreto preesforzado, el diseño de las losas alveolares debe incluir la revisión de los esfuerzos de transferencia, resistencia última en flexión, cortante y zona de transferencia, esfuerzos bajo cargas de servicio para control de agrietamiento, contraflechas en el momento de erección y deflexiones.

Para condiciones estándares de cargas uniformemente distribuidas, los fabricantes han desarrollado Tablas de diseño, las cuales indican los tipos de secciones disponibles, las diferentes luces de análisis, la máxima carga sobrepuesta, de manera que cumplen con todo los requisitos de diseño que se detallan en este capítulo. Para cargas no uniformes o condiciones no estandarizadas, cálculos adicionales son requeridos.

Para el diseño de estos elementos preesforzados, se recomienda además consultar el Manual para el Diseño de Losas Alveolares del PCI (Precast/Prestressed Concrete Institute).

1.11.1 Esfuerzos ante cargas de servicio.

Los esfuerzos para cargas de servicio se calculan como una medida del desempeño de la estructura o funcionalidad de la misma. Cuando se deseen calcular las deflexiones para condiciones de servicio, es necesario verificar primero si se deben utilizar las propiedades de la sección bruta o las de la sección fisurada.

Los esfuerzos de servicio se verifican suponiendo que la totalidad de las pérdidas inmediatas ya han ocurrido. Normalmente, las losas alveolares se diseñan para que no se fisuren ante las cargas totales de servicio. (titan edificaciones)

1.11.2 Resistencia a flexión.

El momento nominal debe calcularse usando un bloque rectangular de esfuerzo por compresión teniendo en cuenta cualquier área reducida debida a la presencia de los alvéolos. El esfuerzo máximo en las barras en el estado último de falla puede determinarse por compatibilidad de deformaciones. El factor de reducción de la capacidad a flexión es 0.9.

Para garantizar una falla dúctil, se define un límite inferior de área de acero de preesfuerzo. El área de acero mínimo debe ser la necesaria para que la capacidad última de la sección no sea menor a 1.2 veces la carga de fisuración, calculada con el módulo de rotura. Lo anterior garantiza que cuando la sección se agrieta, el acero no falla simultáneamente.

Se permite omitir esta disposición para elementos con resistencia a cortante y flexión de al menos el doble de V_u y M_u respectivamente. (titan edificaciones)

1.11.3 Resistencia a cortante.

Normalmente no se proveen estribos cuando el cortante aplicado excede la capacidad debido a la dificultad encontrada en la colocación de este refuerzo en el proceso de producción. Una alternativa usada para aumentar la capacidad a cortante es reducir el número o tamaño de los alvéolos de la placa.

La capacidad de la sección también es controlada por la resistencia del concreto. Debe evaluarse simultáneamente la resistencia proporcionada por el concreto cuando se produce la fisuración diagonal como resultado de la combinación de cortante y momento, y la resistencia cuando se produce fisuración diagonal como resultado de esfuerzos principales altos de tracción en el alma.

El menor valor debe reducirse por el factor de reducción que para cortante es igual a 0.75. Momentos negativos pueden reducir la capacidad a cortante causando grietas prematuras en el alma. Deben tomarse las precauciones necesarias para evitar este tipo de fallas. (titan edificaciones)

1.12 Diseño de placas alveolares.

1.12.1 Procedimiento de diseño.

- Establecer los datos básicos de diseño tales como ocupación de la estructura, tasa de exposición al fuego, clase de transmisión del sonido, clasificaciones de exposición y requerimientos de durabilidad.

- Seleccionar un espesor de la capa de compresión si se requiere, revisando que éste cumpla con las relaciones de luz-espesor típicas, las cuales se encuentran en un rango de 30-40 para pisos y cubiertas.
- Establecer las cargas muerta y viva según el uso de la edificación. Cargas adicionales como particiones de mampostería o cargas de puntuales se distribuyen a lo largo de las placas involucradas. Maquinaria de construcción y cargas accidentales durante la misma deben ser consideradas. (titan edificaciones)

1.13 Encofrado de madera.

1.13.1 Generalidades.

Cuando se realiza una construcción se vuelve necesaria la utilización de los encofrados para mantener la forma de los elementos que conforman cada una de las partes de la obra.

Actualmente, dependiendo de la magnitud e importancia de la obra se pueden utilizar varios tipos de encofrados, pero el material que sigue siendo más común y el más utilizado, es la madera. (chamba, 2010)

1.13.2 Encofrado.

El encofrado es uno de los aspectos más importantes en la construcción, ya que es un sistema formado por piezas acopladas, moldes temporales o permanentes destinados a dar forma al mortero, hormigón u otros materiales en su estado plástico o fresco.

Ofrece la facilidad de darle al hormigón la forma proyectada proveyendo su estabilidad como hormigón fresco, asegurando la protección y la correcta colocación como

armaduras. Entre otras funciones están las de proteger al hormigón de golpes, de las temperaturas externas y de la pérdida de agua. (chamba, 2010)

1.13.3 Tipos de cargas.

Los encofrados se encuentran sometidos a diferentes presiones una vez que el hormigón fresco es vertido, además de otros factores que inciden en su estabilidad, los cuales se detallan a continuación:

- Peso del concreto
- Peso de los ladrillos (en techos aligerados)
- Cargas de construcción
- Peso propio de los encofrados
- Cargas diversas
- Presión del concreto fresco (chamba, 2010)

1.13.4 Clasificación de los encofrados.

Los encofrados varían según el tipo de obra, calidad del hormigón, material etc., pero podemos clasificarlos todos ellos de acuerdo con los siguientes criterios:

- Por el tipo de hormigón
- Encofrados de hormigón visto
- Encofrados de hormigón para revestir
- Por el número de usos:
- Encofrados recuperables
- Encofrados perdidos

- Por su forma de uso
- Encofrados deslizantes
- Por sus materiales
- Encofrados de madera
- Encofrados metálicos
- Encofrados de plástico
- Encofrados de cartón
- Encofrados de aluminio (chamba, 2010)

1.13.5 Encofrado por el tipo de hormigón.

Dependiendo del tipo de acabado del hormigón en los elementos que forman la obra, varían el material de los encofrados a utilizar así como también el tratamiento que se realice antes y durante el proceso, para que el acabado final sea el esperado.

Existen dos tipos de encofrados, encofrados de hormigón visto y encofrados de hormigón para revestir.

Los primeros necesitarán paneles lisos, impermeables, normalmente metálicos, ya que permiten un número de puestas mayor que los plafones de madera, y a veces se recubrirán de tejidos antiadherentes o líquidos desencofrantes, ya que el hormigón se convertirá en la fachada de la edificación, estas condiciones y cuidados por el contrario no serán necesarias en el caso de que el hormigón no sea el acabado final de la obra. (chamba, 2010)

1.13.6 Encofrado de madera.

En los encofrados de madera el revestimiento se realiza en el sitio utilizando como material de fabricación las tablas de madera y madera contrachapada o aglomerado resistente a la humedad.

Es fácil de producir, muy utilizada en obras pequeñas y medianas donde los costes de la mano de obra son menores que los del alquiler de encofrado, por contra la madera contrachapada tiene una vida útil relativamente corta.

Además es utilizado en obras que aunque grandes tienen diseños muy específicos y únicos para los cuales no se encuentran encofrados prefabricados en el mercado, en este tipo de construcciones se combina el uso de encofrados a medida hechos en madera, con los estandarizados que se alquilan como por ejemplo con puntales y viguetas extensibles. (chamba, 2010)

1.13.7 Ventajas.

- El encofrado tradicional (de madera) es económico, su costo de inversión es bajo con respecto a los demás materiales.
- Permite producir prácticamente cualquier forma que presenten ciertos detalles constructivos, pero no con tanta facilidad que los encofrados de plástico.
- Es de fácil montaje.
- Bajo peso en relación a su resistencia
- Por ser un material liviano presenta una considerable capacidad a la tracción y compresión.

- Facilidad para trabajarla, ductilidad y textura
- Por su material se encuentra en el mercado fácilmente. (chamba, 2010)

1.13.8 Desventajas.

- No debe abusarse al armarlo de clavos y tornillos ya que esto debilita la madera. Para su óptima conservación, la madera es conveniente se pinte con periodicidad y así evitar el deterioro por acción del clima.
- Para obras de gran magnitud como son las de gran altura, se vuelve complicada y costosa la fabricación de estructuras de madera.
- Es necesario también que si sufrieron algún daño, éste se repare.
- Cuando se realice el desencofrado, o sea, el retiro del encofrado, debe utilizarse con cuidado el martillo metálico para no dañar ni la madera ni los ganchos.
- Antes de armar el encofrado de madera, se debe evaluar la dirección de carga de la losa, pasar niveles sobre los muros, y colocar los tablonces de madera seleccionados para que no se hundan los tacos. (chamba, 2010)

1.13.9 Historia de los encofrados de madera.

Se puede decir que hasta terminada la última Guerra Mundial, los encofrados que se usaban casi exclusivamente, estaban hechos con madera de muy diversas clases, calidades y escuadrías.

Todos los estamentos profesionales que tenían algo que ver con los encofrados para moldear hormigón, casi totalmente in situ; no tenían la menor intención para evolucionar la ancestral técnica empleada, desde que apareció el hormigón como material para construcción.

Pero las necesidades estimulan el ingenio, provocando en el hombre la búsqueda de sustitutivos; productos nuevos; nuevas técnicas; más precisión en los métodos de cálculo; nuevos sistemas constructivos; etc.

Así, por ejemplo, durante la citada Guerra Mundial, entre los años 1939 y 1945, en Alemania, cada vez más avivada por sus enemigos, se fueron agotando sus reservas de materias primas inexorablemente, dado además su mayor consumo que en época normal por el esfuerzo de guerra que tenía que hacer, y de ahí que el profesor Karl Egner desarrolló una técnica de empalme longitudinal de madera para la construcción de puentes.

Diez años después se ejecutaron ensayos sobre las piezas unidas, que sirvieron en la construcción de esos puentes, obteniéndose resultados excelentes, puesto que las piezas unidas ofrecieron tensiones de rotura a tracción de 246 kp/cm² y 309 kp/cm² a flexión.

Esta técnica de unión de piezas de madera, también se utilizó en USA durante la Guerra Mundial, especialmente para la fabricación de hélices para aviones.

Posteriormente esta técnica se fue extendiendo por otros países, y concretamente en Alemania el Instituto Otto Grúí redactó, en 1950, la norma DIN 68 HO, que dio el espaldarazo al procedimiento lo que trajo consigo que ese sistema de empalme longitudinal de piezas de madera, fuera adoptado por muchos más países de los iniciales, como Suecia que publicó su norma SIS OM-401: Inglaterra; Noruega; Finlandia; Australia;

Nueva Zelanda; Canadá; África del Sur; yendo un poco retrasada en la iniciación de su aplicación franela, parte por latín de Información y parte por falta de normativa oficial precisa. (chamba, 2010)



Ilustración 2. Encofrado de madera (FORSA, 2015)

1.14 Encofrado industrializado de formaleta.

1.14.1 Generalidades.

Se le denomina formaleta, al material que encofra los elementos estructurales de una edificación. Podemos nombra elementos tales como fundaciones, vigas riostras, pedestales de columnas, columnas, muros de contención de una y 2 caras, losas. En fin, cualquier elemento

Estructural que la edificación requiera.

Los sistemas industrializados de formaleta han brindado una nueva opción para que esta actividad tan delicada, se pueda hacer con la mejor eficiencia y calidad posible. Brindando un terminado en la superficie del hormigón impecable.

Esta formaleta industrializada está compuesta por paneles de diferentes dimensiones, las cuales se pueden adaptarse a cualquier tipo de superficie que el diseño demande y gracias a sus accesorios se garantiza su correcto aplomaje.

1.14.2 Funciones principales del encofrado industrializado.

Las principales funciones de la formaleta son dar al concreto la forma proyectada en el diseño, proveer estabilidad cuando el concreto se encuentra en estado fresco y asegurar la protección y la correcta colocación tanto del acero de refuerzo como de las instalaciones y sus accesorios; proteger al concreto en su edad temprana de golpes que puedan ocasionar problemas de resistencia, de la influencia de temperaturas externas y de la pérdida de agua, conservando la pasta.

1.14.3 Tipos de formaleta.

Las formaletas para sistemas industrializados pueden ser de diversos materiales: acero, aluminio, madera e incluso plástico. Dependiendo de esto podrán utilizarse hasta en 1.500 ciclos con un adecuado almacenamiento y mantenimiento, así como la técnica utilizada para el desencofrado. Esto genera competitividad en costos, y lo convierte un sistema eficiente y de alto rendimiento en las construcciones. Se fabrican mediante procesos y equipos industriales con altos estándares de calidad.

Existen dos sistemas de formaleta para la construcción con sistemas industrializados: **manoportable y túnel**. En ambos sistemas, los paneles unidos forman una estructura temporal autoportante, capaz de soportar presiones sin deformarse demasiado. (SILVA, 2014)

1.14.3.1 *Sistema manoportable.*

Están concebidos y diseñados para incrementar la producción en la construcción de vivienda en serie. Sus principales características son:

Están conformados por paneles de diferentes materiales. Son marcos de acero con bastidores de madera, acero, aluminio y ahora los de base de plástico, que unidos entre sí encofran la totalidad de cualquier proyecto, formando un molde que reproduce cualquier tipo de vivienda en cada vaciado que se realice.

El tamaño de sus piezas permite manejarlos de forma manual, sin ayuda de grúa, permitiendo ahorros en la inversión de equipos de producción.

- ✓ Pueden operar en cualquier topografía, sin importar curvas o desniveles.
- ✓ Pueden producir el 100% de una vivienda cada 24 horas, con un grupo reducido de operarios que se capacitan rápidamente durante las primeras semanas de construcción. (SILVA, 2014)

1.14.3.2 *Sistema túnel.*

El sistema se basa en la utilización de formaletas de grandes dimensiones para realizar la fundida monolítica de muros y placas en concreto de una unidad estructural por ciclo diario de producción. La unidad estructural y el ciclo diario a utilizar se determinan según los diseños arquitectónico y estructural, además de otros factores como las juntas constructivas, número de unidades por piso y elementos estructurales contiguos

La formaleta se fabrica en acero y elementos rigidizadores, que unidos conformarán el diseño final de fundida de los elementos a construir. Por sus dimensiones y peso, el sistema requiere el uso de elementos adicionales para su manipulación, entre los que se encuentran torre grúas y grúas móviles.

Dado que el sistema se ensambla previamente, no requiere que la mano de obra sea de alta calificación, lo que representa una disminución importante en horas/hombre, y por ende, en el presupuesto final de la obra. (SILVA, 2014)

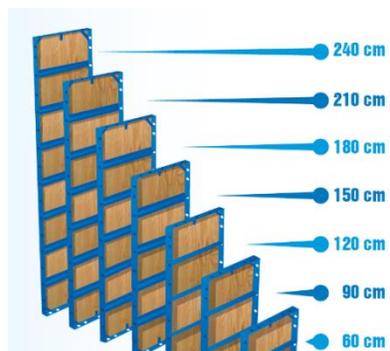
1.14.4 Tipos de edificaciones posibles de construir con este sistema.

- Viviendas económicas
- Hoteles
- Plazas comerciales
- Cárceles
- Edificios (FORSA, 2015)

1.14.5 Componentes de la formaleta.

- Láminas.

Las dimensiones de las láminas descienden de una altura máxima de 2.4 metros a 0.6 metros y De ancho varia de 0.6 metros a 0.1 metros.



*Ilustración 3. Formaleta lamina
(FORSA, 2015)*

Ancho (cm)	10	15	18	20	22	23	25	27	28	30	32	35	40	45	50	55	60
Altura (mm)																	
600	5.00	5.70	6.00	6.30	6.50	6.70	6.90	7.20	7.30	7.60	7.80	8.20	8.80	9.50	10.10	10.70	11.40
900	7.10	8.00	8.50	8.90	9.20	9.40	9.80	10.10	10.30	10.70	11.00	11.50	12.40	13.30	14.20	15.10	16.00
1200	9.20	10.30	11.00	11.40	11.90	12.10	12.60	13.00	13.30	13.70	14.20	14.90	16.00	17.10	18.30	19.40	20.50
1500	11.00	12.30	13.00	13.50	14.00	14.30	14.80	15.30	15.50	16.00	16.50	17.30	18.60	19.80	21.10	22.30	23.60
1800	13.90	15.80	16.90	17.70	18.40	18.80	19.60	20.30	20.70	21.40	22.20	23.30	25.20	27.10	29.00	30.90	32.80
2100	15.70	17.70	18.90	19.70	20.50	20.90	21.80	22.50	22.90	23.80	24.60	25.80	27.80	29.80	31.80	33.90	35.80
2400	17.50	19.70	20.90	21.80	22.60	23.10	23.90	24.80	25.20	26.10	26.90	28.20	30.30	32.50	35.60	38.70	38.90

Ilustración 4. Pesos laminas. (FORSA, 2015)

- Alineadores.

Se utilizan para garantizar el correcto alineamiento de las formaletas de muros, teniendo como consecuencia su tranque horizontal entre las diferentes laminas que cubre.



Ilustración 5. Alineadores (FORSA, 2015)

- Tensores de muros.

Se utilizan para empujar o jalar la formaleta de muro hasta que llegue a su plomo, se conecta a través del pasador o cuna los cuales están sujetas a la lámina.



Ilustración 6. Tensores de muro. (FORSA, 2015)

- Pasador.

Su función es traspasar por los agujeros del marco de la lámina para que luego con la ayuda de la cuna, esta se tranque y así las láminas quedan totalmente ensambladas.

- Cuñas.

Su función es el tranque de la lámina, la cual a través del pasador conecta con el marco de las 2 formaletas.

- Esquineros.

Esta pieza sirve para desviar la dirección del encofrado, se pueden utilizar entre esquinas y uniones muro-losa

- Puntales.

Sirven para apuntalar la losa, fondos de viga o incluso cuando se desencofre se necesite un re-apuntalamiento para cuidar el elemento de cualquier posible deflexión.

- Vigas de soporte.

Ya cuando la losa este con su respectivo apuntalamiento, las vigas de soporte distribuyen ese apoyo a través de sí misma, y así se tendrá un correcto apoyo en toda la losa. Su material puede variar de vigas IP de acero hasta vigas de madera.

- Corbatas.

Las corbatas es un accesorio indispensable en este sistema, ya que con su ayuda, se conectan las láminas de muro de doble cara para que este se tranque. Su dimensión varía dependiendo del espesor del muro deseado.

Después del vaciado del elemento, se extraen la lámina y la corbata genera un orificio entre el muro Para su recuperación.

- Saca-corbata.

Esta herramienta como su nombre lo indica, sirve para la extracción de la corbata después que ha sido vaciado el elemento.

Funciona por presión, la cual un hombre con ciertos golpes la podrá sacar con facilidad.

- Yimbolo (funda para corbatas).

El yimbolo sirve para el recubrimiento de la corbata cuando esta se coloca en el muro, este evita que el hormigón se adhiera a la corbata y así poder extraerla con facilidad después del vaciado.

- Saca-paneles.

Es la herramienta que sirve para la fácil extracción de las láminas al momento del desencofre.

- Separadores de muros y losas.

Como su nombre lo indica, es un accesorio que sirve para garantizar el recubrimiento deseado, separando el acero de refuerzo con la cara de contacto de la lámina.

- Desmoldante.

Es una mezcla de gasoil con agua, la cual evita que el hormigón se adhiera a la lámina, y así limpiarla con facilidad en el momento de desencofre. (FORSA, 2015)

1.14.6 Aplomaje de elementos.

Se garantiza su correcta alineación al elemento para muros o columnas. Ya en la práctica, se coloca un hilo que este colgando frente de la lámina con un peso considerable en la punta, esto funciona para tener un punto de referencia y teniendo la misma distancia en las diferentes partes de la lámina y el hilo pues por ende el encofrado estará totalmente vertical. (FORSA, 2015)

1.14.7 Vaciado.

Cual se desarrolló todo los procesos de soporte y encofre de los elementos. Se tiende a vaciar con cierto cuidado para que la manguera de la bomba no mueva el acero de refuerzo ni desplome el elemento. También hay que tener cuidado de no haber dejado ningún tipo de orificio donde se pudiera regar el hormigón que se está colocando, ya que esta porcentaje aunque se toma en consideración como desperdicios de hormigón, por no tener el control adecuado se sobrepasa dicho porcentaje y por ende seria perdida para el contratista. (FORSA, 2015)

1.14.8 Vibrado.

Según el tipo de hormigón que se esté utilizando, se vibrara mientras el mismo este siendo colocado. Con el fin de eliminar cualquier “burbuja de aire” o espacios que no estén en contacto del hormigón y el acero.

Esta actividad hay que hacerla con mucho cuidado ya que el vibrado, hace que se produzca una presión entre el hormigón y el encofrado lo cual este pudiera desplomar el elemento o incluso debilitarlo para soportar la presión del hormigón en el momento de su etapa de fraguado. (FORSA, 2015)

1.14.9 Desencofre.

Generalmente el desencofre de elementos verticales pueden hacerse incluso horas después del vaciado, todo depende de los aditivos que el mismo tenga o la resistencia del hormigón. Si se habla de un hormigón industrializado, esta resistencia se puede obtener de un lapso de 8-10 horas después de ser colocado

Ya cuando hablamos de elementos “horizontales” fondos de vigas o losas. Se realiza cuando el concreto haya adquirido por lo menos de un 15% a 20% de la resistencia. Esto suele suceder en el lapso de 28 días. (FORSA, 2015)

1.14.10 Re-apuntalamiento de losa.

Esta actividad se realiza para garantizar el correcto alineamiento y fraguada del hormigón ya vaciado para evitar una posible futura deflexión en los elementos. (FORSA, 2015)

1.15 Proceso de armado de formaleta.

1.15.1 Losas de Cimentación



Ilustración 7. Tuberías en losa (Google)

La correcta nivelación de la primera losa de cimentación (contrapiso o radier) determinará la fácil instalación del encofrado y un buen rendimiento del proceso de armado, además se optimiza el plomo y nivelación del encofrado.

Cualquier error que se cometa en el primer nivel seguirá reflejándose en los pisos superiores.

Para obtener una buena cimentación, deberá emplearse una comisión de topografía, que según los planos del proyecto y coordenadas del mismo, replantearán y materializarán con equipos de precisión los ejes de cada elemento que constituyen dicha fundación (pilotes, zapatas, vigas corridas, losas, etc.).

Cada eje se ubicará y se marcará con clavos y pintura, sobre puentes o hiladeros hechos en madera.

Estos deberán ser unos marcos rígidos perimetrales a lo que será la edificación, resistentes e inamovibles que garanticen no moverse durante las operaciones que se realicen en ellos, de lo contrario echarán a perder la precisión arrojada por los equipos de topografía.

Sobre estos hiladeros se podrán tirar cordeles de lado a lado de la cimentación, a fin de permitir definir las zonas de excavaciones, rellenos y sobre todo organizar y amarrar los aceros de refuerzo ceñidos a los ejes teóricos del proyecto.

Una vez posicionados la malla electrosoldada, el acero de refuerzo de arranque y las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, se procede a vaciar el concreto de cada elemento según especificaciones de diseño.

Antes de vaciar el concreto hacer una revisión final para asegurarse que todo esté debidamente fijado.

Poner especial atención al tamaño máximo del agregado Grueso del concreto, para que si se tiene mucha concentración de acero, se pueda dar certeza de la integridad del concreto usando agregados no tan grandes.

Otro control obligado, es el de la terminación o acabado del contrapiso o radier, este tiene que quedar lo más nivelado y homogéneo posible, sin sobre saltos ni excesos de concreto en su superficie, todo esto para que exista total apoyo del encofrado al momento del armado.



Ilustración 8. Vaciado de Hormigón. (Google)

Los arranques del acero de refuerzo de muros que nacen en la cimentación deben ser muy bien posicionados con ayuda de los hiladeros.

El detallado del concreto en todos los puntos donde van ubicados los muros, tiene que hacerse manualmente y con llana, pues ahí se tendrá además del acero, todas las tuberías que quedan embebidas en ellos, lo que dificulta ostensiblemente lograr un tallado de losa usando solamente reglas largas. (FORSA, 2015)

1.15.2 Trazo o replanteo

Una vez fraguado el concreto de la losa se inicia el proceso de trazo o replanteo.

Este se lleva a cabo por el ejero (o trazador), oficial que conoce de planos y de dimensiones.

El trazador recibe puntos materializados por la comisión de topografía y a su vez “materializa” los muros del apartamento y ejes auxiliares.

El ejero (oficial trazador) utilizando un tiralíneas, traza todos los muros y vanos, de acuerdo al diseño original en la losa de cimentación, respetando las dimensiones y verificando que los pelos de amarre estén lo más centrados posible dentro del espesor del muro. (FORSA, 2015)



Ilustración 9. Replanteo. (Google)

1.15.3 Pinado de tope

Después del trazo y antes de instalar las mallas de refuerzo es indispensable fijar en las líneas de demarcación del muro (trazos de los paños de muros) el pin de tope para que el encofrado no se desplace del trazo y mantenga su posición.

La distancia entre pines es de 60 a 70 cm, aproximadamente. Este se instala perforando con un taladro cada 60 cm e introduciendo un tache de varilla de 3/8.



Ilustración 10. Enchapes (FORSA, 2015)

Hay que tener cuidado de no perforar ninguna instalación hidráulica, eléctrica, etc.

Existen topes de diferentes formas, metálicos, plásticos o de hormigón que cumplen la misma función, su selección depende del constructor. (FORSA, 2015)

1.15.4 Instalación de mallas y redes (Hidráulicas, eléctricas, gas, voz y datos)



Ilustración 11. Tuberías. (Google)

Una vez revisado el trazo, los herreros instalan las mallas de refuerzo las cuales se sujetan a los aceros de arranque, a través de alambre negro recocado.

Simultáneamente que van avanzando con las mallas de refuerzo, se va instalando toda la tubería de las redes eléctricas, hidráulicas, de gas y demás servicios.

Las cajas eléctricas deben sujetarse muy bien a la malla de refuerzo para que no se muevan en el momento del vaciado del concreto y taparlas completamente para evitar que les penetre la lechada del concreto y las obstruya.

En esta fase del proceso es importante revisar que las mallas de refuerzo estén a plomo y posteriormente colocar los separadores o distanciadores para que la malla mantenga su posición y se garantice el recubrimiento del refuerzo. (FORSA, 2015)



Ilustración 12. Caja Eléctrica. (FORSA, 2015)

1.16 Montaje de sistemas de muros.

- **Paso 1.**

Se inicia por la esquina de cada habitación, ubicando el esquinero de muro con los 2 paneles de cada lado, formando escuadra, para dar estabilidad. (FORSA, 2015)



Ilustración 13. Láminas de muro. (FORSA, 2015)

- **Paso 2.**

Simultáneamente se unen el panel exterior con el panel interior utilizando las corbatas o separadores que a la vez de dar rigidez al encofrado, mantienen el espesor del muro y soporta la presión del vaciado. (FORSA, 2015)



Ilustración 14. Corbatas. (FORSA, 2015)

Las corbatas o separadores se les deberán colocar una funda de polietileno espumoso que permite una extracción más sencilla y rápida y evitará que la corbata quede atrapada en el concreto.

Una vez insertadas las corbatas se une una formaleta a la otra desplazando e insertando el pasador flecha, a través de las perforaciones de las formaletas y se ajustan con la cuña.

Siga ensamblando simultáneamente las formaletas de muro exterior y las del muro interior repitiendo los pasos 1, 2 y 3 hasta completar los muros de la vivienda. (FORSA, 2015)

1.16.1 Tapa muros

Para cerrar el encofrado en las puertas, ventanas y muros finales, se utilizan los tapamuros que se fijan al encofrado con pin grapa, quedando muy bien definidos y sellados. (FORSA, 2015)



Ilustración 15. Tapa muros. (FORSA, 2015)

1.16.2 CAP o complemento de muro

En las fachadas generalmente se utiliza una formaleta alta que tiene la altura total del muro más el espesor de la losa, pero cuando se utiliza la formaleta con la misma dimensión de las internas, se deben utilizar los caps o bordes de losa, que cumplen la función de completar la altura del muro exterior más el espesor que tiene la losa. (FORSA, 2015)



Ilustración 16. Porta alineador. (FORSA, 2015)

1.16.3 Tensores de puertas y ventanas

Para garantizar que las puertas y ventanas mantengan la medida requerida, se coloca el tensor. En las ventanas se debe instalar a $1/3$ en la parte superior del vano y en las puertas cuando haya dintel se coloca en la parte inferior del vano. En caso de que el vano llegue hasta la losa (no exista dintel), se debe colocar un tensor en la parte superior y el otro en la inferior. (FORSA, 2015)



Ilustración 17. Tensor de ventanas. (FORSA, 2015)

1.16.4 Accesorio de alineamiento

Antes de ser aplomados los muros, es importante alinear correctamente cada muro, esto se consigue con los porta-alineadores y la instalación del ángulo de 2 ½”.

Insertar cada Porta alineador en las perforaciones de la formaleta formando dos hileras a lo largo del encofrado: una hilera abajo para alinear las formaletas en la base y otra arriba para alinearlas en la parte superior. Sobre los porta-alineadores se instalan los tramos de ángulo de acero de 2 ½” x 2 ½” x ¼”. (FORSA, 2015)



Ilustración 18. Porta alineador. (FORSA, 2015)

1.16.5 Tensor de muro

Después de alineados los muros se deben plomar muy bien y si es necesario para ayudar a lograr el plomo en algunos muros, se instala el tensor de muro anclándolo al piso. Utilizando los tornillos recuperables suministrados. (FORSA, 2015)



Ilustración 19. Tensor de muro (FORSA, 2015)

3.11.6 Montaje de la unión muro - losa

- **Tipo Cuchilla**

Para instalar la cuchilla, se seleccionan los paneles de losa esquineros y se les une las cuchillas correspondientes a ambos lados con el pin cabeza plana y a los paneles de los extremos se les une la cuchilla en el lateral que va sobre el panel de muro. (FORSA, 2015)



Ilustración 20. Unión muro-losa (FORSA, 2015)



Ilustración 21. Encofrado de losa. (FORSA, 2015)

A la vez que se van montando las losas de los extremos sobre el muro, se va instalando la porta cuchilla, accesorio que cumple la función de darle la ubicación precisa al encofrado de losa con el de muro y además los mantiene fijos para que no se desplacen en el momento del vaciado del concreto.

Terminados de fijar los paneles de los extremos con sus porta cuchillas, se van montando y uniendo el resto de paneles de losa entre sí con el pin grapa o con pin y cuña cuando se requiera, hasta completar la losa de cada espacio o habitación. (FORSA, 2015)



Ilustración 22. Pin grapa. (FORSA, 2015)

- **Apuntalamiento con losa puntal**

Donde el proyecto así lo indique, se colocará la línea de losas puntal que se unen a los paneles de losa mediante pin grapa.

A las losas puntal que tienen la guía se les ensambla un puntal o gato que permite desencofrar la losa cejándola apuntalada, así como ajustar ésta cuando se verifiquen niveles previamente al vaciado. (FORSA, 2015)



Ilustración 23. Puntal de losa (FORSA, 2015)

Suministra 3 juegos de losas de apuntalamiento para no desapuntalar la losa durante los 3 días posteriores al vaciado mientras el concreto adquiere la resistencia para autosoportarse.

Adicionalmente para mantener el nivel de la losa en las zonas donde se juntan 4 paneles de losa se deben colocar las bases para gato que se fijan con su respectivo puntal. Si se utiliza otro tipo de unión muro losa como por ejemplo una unión muro losa de 10, 20 o 30 cm de altura, el procedimiento de montaje es el siguiente:

Se inicia montando las Uniones Muro-Losas sobre las formaletas de muro de una esquina asegurándolas con pin grapa.

De acuerdo al plano modulado continúe uniendo las formaletas de losa entre sí utilizando el pin grapa o el pasador corto con la cuña hasta completar la losa de ese espacio y finalmente se montan las uniones muro losa de los otros dos extremos y se cierra la habitación. (FORSA, 2015)

1.17 Instalación de malla de losa.

A medida que va quedando la malla inferior extendida en el área, se van localizando los separadores y se van distribuyendo las tuberías hidráulicas, eléctricas y demás.

Seguidamente se instala la malla de refuerzo superior para que las tuberías queden en el medio de las dos mallas, evitando así fisuras, todas las redes que queden embebidas en el concreto, deberán ser amarradas. (FORSA, 2015)



Ilustración 24. Tensor de muro (FORSA, 2015)

1.17.1 Revisión final del armado

Una vez habilitado el encofrado con todos sus accesorios (pasadores, cuñas, corbatas, alineadores, soportes etc.), se procede a hacer una revisión detallada en la cual se inspeccionara lo siguiente:

- Posición correcta de accesorios (pasadores, cuñas, corbatas).
- Posición correcta de soportes de cuchilla o UML.
- Posición correcta de tensores de muro.
- Posición correcta de Puntales o gatos.
- Posición correcta de los ángulos para alineamiento horizontal.
- Alineamientos de cerramientos y pretilas.
- Plomadas, medidas y escuadras.

- Nivel de losas.
- Aplicar desmoldaste o Diésel sobre la parte exterior del encofrado (con maquina industrial de fumigar o con trapo industrial) para evitar que se adhiera el concreto. (FORSA, 2015)

1.17.2 Vaciado del Concreto u Hormigonada

El concreto debe cumplir las especificaciones necesarias para el sistema constructivo, o sea, que este compuesto por agregado grueso de diámetros pequeños, con buena fluidez y la dosificación adecuada.

Los sistemas de vaciado del concreto premezclado más comunes y de mayor eficiencia son la grúa balde o bache, la auto bomba y la bomba estacionaria.

Se inicia a vaciar por un extremo del encofrado y a medida que los muros vayan llenando, se introduce un vibrador con un cabezote de máximo 35mm, que debe subir y bajar lenta y constantemente hasta el fondo de los muros. (FORSA, 2015)



Ilustración 25. Vaciado de Hormigón (FORSA, 2015)

Para evitar el uso del chapulíneo externo, exigir el suministro de un concreto suficientemente fluido y con un T_{max} de agregados fino. Tratar de usar un martillo de caucho sólo para las zonas donde se detecte dificultad de llenado, como en zonas de confluencia de tuberías o elementos de borde.

Durante el proceso de vaciado se procederá a esparcir el concreto distribuyéndolo uniformemente en la losa evitando sobrecargar una zona para no desnivelarla además de NO someter la formaleta a un sobre esfuerzo innecesario.

El tiro de la bomba NO deberá estar a una altura mayor de 90 cm para evitar que la grava que se encuentra mezclada en el concreto dañe la cara de contacto de la formaleta por el impacto al contacto con la misma.



Ilustración 26. Vaciado (FORSA, 2015)

La total seguridad sobre la correcta nivelación de los fondos de losa y su espesor, se puede corroborar a través de los usos de escantillones (varas de metal con marcas del espesor de losa deseado).



Ilustración 27. Niveles de vaciado (FORSA, 2015)

Una vez el concreto se ha colocado en su totalidad, se deja el tiempo necesario para que se muestre “templado” o de consistencia semidura, es aquí donde se aplica algo de agua por aspersión y se realiza un detallado con regla, que será el acabado final.

Durante el tallado de la losa muy importante la presencia del topógrafo para que vaya indicando los niveles acertados.

Durante el vaciado del concreto se deberá utilizar agua a presión durante, o inmediatamente después para lavar los residuos del concreto como lo hacen con las ollas de las mezcladoras.



*Ilustración 28. Supervisión de vaciado
(FORSA, 2015)*

De no contar con agua, se recomienda rociar la cara exterior (bastidor) con diésel, o desmoldante antes del vaciado, lo cual evita que el concreto que llegue a escurrir sobre su superficie se adhiera a ella. Esto puede hacerse con un aspersor de los comúnmente usados para fumigación.



Ilustración 29. (FORSA, 2015)

1.18 Desencofre

1.18.1 Formaletas de muro:

Cada armador empieza retirando primero los accesorios de alineación y todas las cuñas y pines de su espacio asignado. Para aflojar tanto las cuñas como pines se puede golpear la cabeza de éstos o bien la cuña, nunca se deberán golpear los paneles o pieza alguna de aluminio.



Ilustración 30. Desencofre de muro (FORSA, 2015)

Los pin flecha que van fijos a la formaleta. Una vez sin la cuña se desplazan hacia la izquierda.

Luego partiendo de la zona central de muros, retire los paneles de menor ancho siempre utilizando “el sacapanel”, herramienta indispensable para esta operación y los va trasladando al siguiente modulo. Asegúrese de que los paneles se halen hacia atrás de forma uniforme para garantizar la calidad en el acabado del concreto.

Una vez armados los muros, se retiran con la ayuda del martillo los pin grapa y las cuñas y pines de la losa e igualmente se desencofran, se limpian y se trasladan al siguiente modulo, dejando en su lugar solamente las losas puntuales con su respectivo puntal o Gato (o alzaprima).

El proceso es cíclico y debe repetirse hasta dar por terminada la obra dependiendo de los niveles del diseño.

1.19 Andamio multidireccional.

El andamio multidireccional, es un sistema modular de andamio que proporciona importantes ahorros en los costos laborales, al mismo tiempo las demandas de seguridad, facilidad de manejo y reducción de mantenimiento. El andamio multidireccional sirve para cumplir las necesidades que un andamio convencional no cumple.

Este tipo de andamios, constan de componentes galvanizados de acero de alta resistencia modular que se ensamblan entre sí mediante conectores integrales de cuña.

Debido a que todos los componentes están galvanizados y contruidos para una mayor seguridad, vida de servicio, y la resistencia a daños, el andamio multidireccional es perfecto para todo tipo de aplicaciones e industrias.

Las principales características de estos andamios, es el fácil ensamble y la versatilidad que los andamos convencionales no brindan. Podemos modular sus componentes para cumplir cualquier altura requerida y soportar las cargas las cuales se le someterá. (Imporsantander)



Ilustración 31. Andamio multidireccional (FORSA, 2015)

1.19.1 Especificaciones del andamio Multidireccional.

1.19.1.1 Partes:

Verticales:

Proporcionan el soporte vertical a los andamios. Está compuesto por diferentes dimensiones, las cuales se adaptan para obtener cualquier altura deseada. Tienen anillos de unión cada 50 cms para ensamblar los horizontales.



Ilustración 32. Andamio multidireccional (FORSA, 2015)

Cuello:

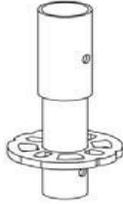


Ilustración 33. Cuello (Imporsantander)

El anillo de base está diseñado para "basar hacia fuera" el sistema Ringlock andamio que se sienta en parte superior del martinete creación de un menor nodo de punto. El material de acero de alta resistencia estructural, y la base collar tiene un peso de 3.70 lbs. / 1.72 kg.

Caster o rueda:

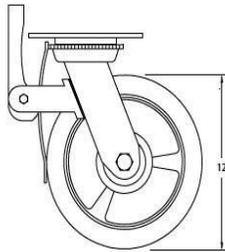


Ilustración 34. Caster (Imporsantander)

El Caster o rueda de 12 pulgadas, está diseñada para proporcionar movilidad a andamios de diferentes tamaños y pesos, permitiendo el rodamiento de la torre a través de superficies planas. También se encuentra el de 8 pulgadas, para andamios más pequeños brindando una excelente movilidad.

Adaptador para el caster:

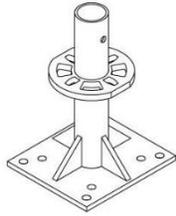


Ilustración 35. Adaptador para caster (Imporsantander)

El adaptador lanzador se utiliza como una base punto de conexión para las ruedas, y proporciona una muy segura base para la roseta. Tiene un peso de 9.22 lbs. / 4.19 Kg.

Screwjack/ basejack



Ilustración 36. Basejack (Imporsantander)

La screwjack se utiliza como una base de partida para el andamio. Tiene una altura regulable para permitir la compensación de igualdad en grados, de manera que un andamio siempre se encuentre nivelado. También encontramos el SCREWJACK sólido para uso con el CASTER, o mecanismo de movilidad, con características similares, pero con un peso de 10.00 lbs. / 4.55 Kg

Placa base: standard:

La placa base puede ser utilizada como base de partida para un andamio en un nivel grado o superficie. Cualquier base siempre debe ser colocada encima de madera, sobre el cimiento que se encuentra el andamio.

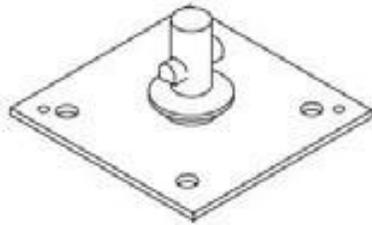


Ilustración 37. Placa base (Imporsantander)

Placa base: tubos con accesorios:

La Placa Base para tubo con accesorios, es diseñado para ser utilizado en conjunción con tubo de acero y accesorios, que pueden estar siendo utilizados como la base de partida para un andamio sobre un nivel de grado o de superficie. Tiene un peso de 3.00 lbs. / 1.36 Kg.

Tirantes/ diagonales:

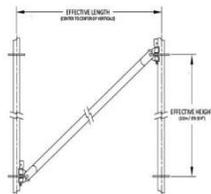


Ilustración 38. Tirantes diagonales (Imporsantander)

Los tirantes de las Diagonales se utilizan para el andamiaje lateral; Además se utiliza como ángulo obtuso o riel medio y superior o pasamanos de guardia.

Descripción	Peso	
Bay Brace .88m / 2'9"	17.34 lbs	7.88 kgs
Bay Brace 1.065m / 3'6"	18.02 lbs	8.18 kgs
Bay Brace 1.15m / 3'10"	18.65 lbs	8.48 kgs
Bay Brace 1.121m / 4'	18.90 lbs	8.59 kgs
Bay Brace 1.52m / 5'	19.10 lbs	8.68 kgs
Bay Brace 1.57m / 5'2"	19.35 lbs	8.80 kgs
Bay Brace 1.82m / 6'	20.56 lbs	9.35 kgs
Bay Brace 2.13m / 7'	22.41 lbs	10.19 kgs
Bay Brace 2.43m / 8'	23.93 lbs	10.88 kgs
Bay Brace 3.05m / 10'	26.26 lbs	11.94 kgs

Ilustración 39 (Imporsantander)

Doble Horizontal:

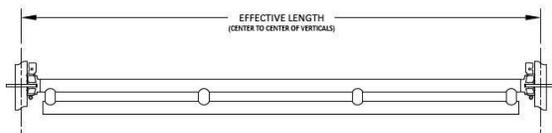


Ilustración 40 (Imporsantander)

Elementos horizontales de andamios que permiten aumento de la carga de capacidad de acarreo que en muchas ocasiones no son posibles con un solo suplemento. Ellos proporcionan un mayor apoyo horizontal para las cargas y tablonés.

Descripción	Peso	
1.82m / 6'	30.03 lbs	13.65 kgs
2.13m / 7'	36.30 lbs	16.50 kgs
2.43m / 8'	39.82 lbs	18.10 kgs
3.05m / 10'	51.48 lbs	23.40 kgs

Ilustración 41 (Imporsantander)

Mediados de los travesaños:

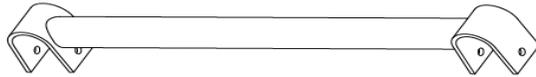


Ilustración 42 (Imporsantander)

Los Mediados de los travesaños están diseñados para crear un espejo de popa en el nivel de la cubierta, en cualquier parte en el interior de la bahía por medio de los elementos exteriores

Descripción

Peso

1.065m / 3'6"	11.09 lbs	5.04 kgs
1.15m / 3'10"	11.98 lbs	5.45 kgs
1.57m / 5'2"	15.51 lbs	7.05 kgs
1.82m / 6'	17.02 lbs	7.74 kgs
2.13m / 7'	19.27 lbs	8.76 kgs
2.43m / 8'	22.46 lbs	10.21 kgs
3.05m / 10'	27.7 lbs	12.59 kgs

Ilustración 43 (Imporsantander)

Vigas:

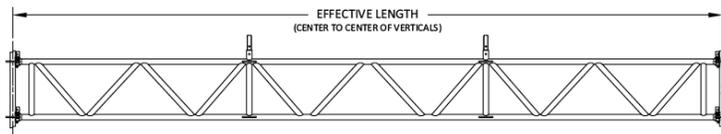


Ilustración 44 (Imporsantander)

Las Vigas horizontales de los andamios multidireccionales da máxima resistencia al andamiaje sobre cualquier superficie, o diversos desniveles de 14' / 4.26m -28' / 8.52m.

Conector escalera:

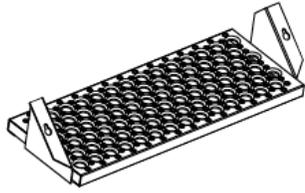


Ilustración 45 (Imporsantander)

Están diseñados como miembros diagonales del sistema de escalera, para proporcionar los puntos de conexión para los peldaños.

Escalones:



Ilustración 46 (Imporsantander)

Los escalones están diseñados como elementos de conexión a los conectores de escalera, para así proporcionar los pasos del sistema de caminado en el andamio.

Escalera vertical:

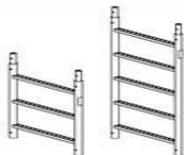


Ilustración 47 (Imporsantander)

Las escaleras verticales están diseñadas para insertarse dentro o fuera de una torre del andamio, y así proporcionar acceso seguro a los diferentes niveles de la cubierta.

Soporte para escalera:

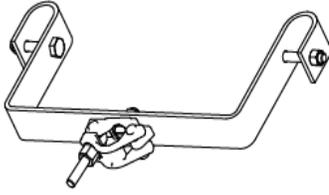


Ilustración 48 (Imporsantander)

Los soportes de escalera están diseñados para unirlas a los elementos verticales de la torre de andamio.

Soportes laterales:

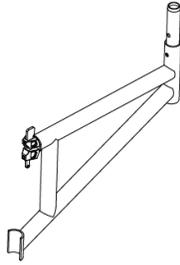


Ilustración 49 (Imporsantander)

Los soportes laterales se utilizan en el borde de un andamiaje para extender el alcance o extensión fuera de cualquier lado del andamio.

Descripción	Peso	
.31m / 1'0" 1 Board	4.03 lbs	1.83 kgs
.65m / 2'2" 2 Board	15.14 lbs	6.88 kgs
.88m / 2'9" 3 Board	21.54 lbs	9.79 kgs
1.065m / 3'6"	23.00 lbs	10.45 kgs
1.09m / 3'7"	23.50 lbs	10.68 kgs
1.15m / 3'10"	26.97 lbs	12.26 kgs

Ilustración 50 (Imporsantander)

Bloqueos:

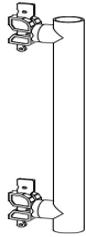


Ilustración 51 (Imporsantander)

Los bloqueos de las patas están diseñados para conectar el fondo de la norma superior a la roseta superior de la norma inferior.

Espigas:



Ilustración 52 (Imporsantander)

Las espigas están diseñadas como un pasador de acoplamiento para apilar uno encima de otro.

Cola de cerdo:



Ilustración 53 (Imporsantander)

La cola de cerdo está diseñada para bloquear la parte superior e inferior.

Batiente ajustable:

La batiente ajustable está diseñada como una puerta de seguridad que aporta la caída necesaria de prevención para el acceso seguro del andamio, se encuentra también el batiente ajustable con rodapié, permitiendo facilidad en la movilidad.

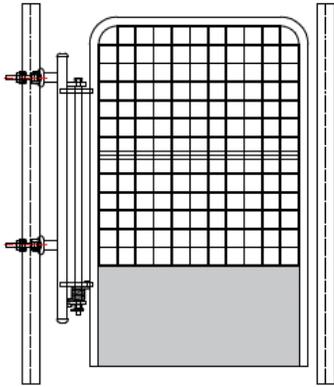


Ilustración 54 (Imporsantander)

Botón toggle:

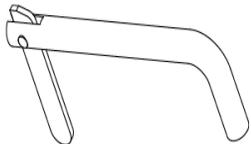


Ilustración 55 (Imporsantander)

El botón toggle está diseñado para bloquea la parte superior e inferior de los diferentes elementos.

Barandilla estándar:

Están diseñadas para servir como una barandilla intermedia para sentarse en cualquier lugar en el miembro horizontal del nivel de la cubierta, proporcionando una apertura para las puertas batientes.

Abrazadera de rozeta:

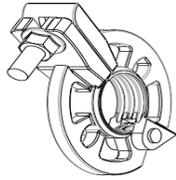


Ilustración 56 (Imporsantander)

Se utiliza para agregar una roseta en cualquier punto de una norma vertical o tubo. Se permite un máximo de seis puntos de conexión donde las diagonales pueden ser conectadas.

Inserto o canastilla de andamio:

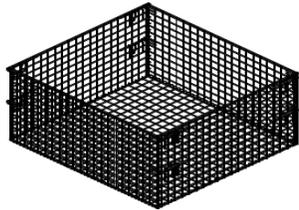


Ilustración 57 (Imporsantander)

La canastilla está diseñada para fijarse en el bastidor de almacenamiento, creando el espacio de ubicación para los elementos tales como abrazaderas y accesorios.

1.19.2 Tubos y sistemas de abrazaderas

1.19.2.1 Tubo de acero con accesorios:

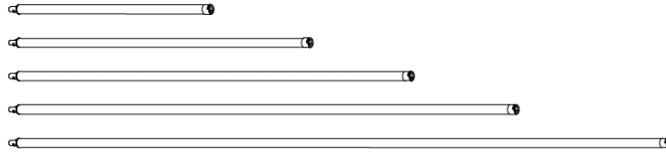


Ilustración 58 (Imporsantander)

El tubo de acero con conexiones, está diseñado para ser usado en conjunción con las abrazaderas de perno y así crear un sistema de andamiaje versátil.

Descripción	Peso	
4'	9.92 lbs	4.51 kgs
6'	14.00 lbs	6.36 kgs
8'	18.12 lbs	8.24 kgs
10'	21.55 lbs	9.80 kgs
13'	27.60 lbs	12.55 kgs

Ilustración 59 (Imporsantander)

1.19.2.2 Tubos de acero sin accesorios:

Este diseñado para ser usado en conjunción con las abrazaderas de perno para crear un sistema de andamiaje versátil, también se encuentra diseñado en aluminio, acorde a requisitos y exigencias del cliente.

.Descripción	Peso	
1'	2.51 lbs	1.14 kgs
2'	5.02 lbs	2.28 kgs
3'	7.52 lbs	3.42 kgs
4'	10.03 lbs	4.56 kgs
5'	12.54 lbs	5.70 kgs
6'	15.05 lbs	6.84 kgs
8'	20.06 lbs	9.12 kgs
10'	25.08 lbs	11.40 kgs
13'	32.60 lbs	14.82 kgs
16'	40.13 lbs	18.24 kgs
20'	50.16 lbs	22.80 kgs

Ilustración 60 (Imporsantander)

Angulo pleno de la abrazadera:

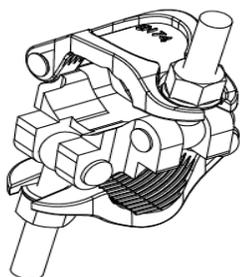


Ilustración 61 (Imporsantander)

Está diseñado para ser usado en conjunción con tubo de acero para crear ángulos de 90 grados.

También se encuentra el perno de la abrazadera giratorio.

Angulo recto T/ perno de la abrazadera:

Están diseñados para ser usados en conjunción codos. También se encuentra el perno de la abrazadera giratorio que permite una mayor movilidad.

Cuña Angulo:

Diseñado para ser usado en conjunción con el tubo de aluminio y crear ángulos de 90 grados. También encontramos la cuña de ángulo giratoria, la cual permite crear diferentes variedades de ángulos.

Adaptador de ángulo:

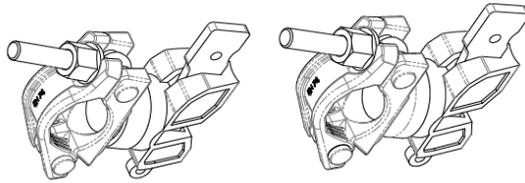


Ilustración 62 (Imporsantander)

Diseñado para unir fácilmente el acero o tubo de aluminio, directamente a una roseta del andamio y crear ángulos de 90 grados. También se encuentra el adaptador giratorio que dará una mayor variedad de ángulos.

Pinza:

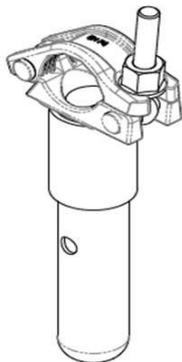


Ilustración 63 (Imporsantander)

Diseñado para fácilmente unirse al tubo de acero o de aluminio, directamente a la parte superior de la norma creando ángulos de 90 grados.

1.19.3 Sistemas de plataforma.

Tablón de acero:

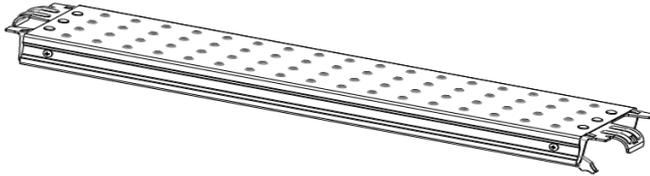


Ilustración 64 (Imporsantander)

El tablón de acero está diseñado para atravesar la bahía mediante la conexión de los elementos horizontales, ofrece una plataforma de trabajo segura.

Características:

Descripción	Peso	
.88m / 2'9"	14.41 lbs	6.55 kgs
.91m / 3'	14.85 lbs	6.75 kgs
1.065m / 3'6"	16.81 lbs	7.64 kgs
1.15m / 3'10"	18.35 lbs	8.34 kgs
1.1219m / 4'	19.00 lbs	8.64 kgs
1.524m / 5'	22.50 lbs	10.23 kgs
1.57m / 5'2"	23.14 lbs	10.52 kgs
1.82m / 6'	25.43 lbs	11.56 kgs
2.13m / 7'	31.84 lbs	14.47 kgs
2.43m / 8'	34.43 lbs	15.65 kgs
3.05m / 10'	43.90 lbs	19.95 kgs

Ilustración 65 (Imporsantander)

Enclavamiento:



Ilustración 66 (Imporsantander)

La junta del dedo del pie de enclavamiento está diseñado para abarcar la bahía en el nivel de la cubierta, esto permite la prevención que se caigan las pequeñas herramientas y otros artículos.

Viga de aluminio:

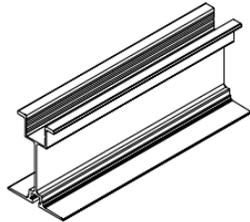


Ilustración 67 (Imporsantander)

La viga de aluminio está diseñada para crear grandes plataformas de los andamios.

Plataformas de aluminio:



Ilustración 68 (Imporsantander)

La cubierta de aluminio está diseñada para unir la bahía mediante la conexión a la horizontal. (Imporsantander)

V. *ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS “HOLLOW CORE”*

Hormigón:

UNPHU	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
TRABAJO DE GRADO					
			ITEM:	Hormigon industrializado 240 kg/cm2	
Corporate Center			UNIDAD:	M3	
I. EQUIPO					
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
Colocacion y bombeo	1.050	MT3	\$ 120.00	\$ 126.00	
				Sub-Total	\$ 126.00
II. MATERIALES EN OBRA					
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
Hormigon industrializado	1.0000	m3	\$ 5,540.30	\$ 5,540.30	
				Sub-Total	\$ 5,540.30
				Total Costo Directo	\$ 5,666.30

Acero de refuerzo:

UNPHU		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
TRABAJO DE GRADO					
				ITEM:	Malla electrosoldada
Corporate Center				UNIDAD:	M2
I. EQUIPO					
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR (% M.O.)	3%	%	\$ 31.25	\$ 0.94	
			Sub-Total	\$ 0.94	
II. MATERIALES EN OBRA					
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
Alambre dulce	0.3959	Qq	\$ 0.24	\$ 0.10	
Malla electrosoldada	0.0470	Qq	\$ 2,995.80	\$ 140.80	
			Sub-Total	\$ 140.90	
III. MANO DE OBRA					
Trabajador	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
Oficial	0.0174	Hh	\$ 1,200.00	\$ 20.83	
Ayudante	0.0174	Hh	\$ 600.00	\$ 10.42	
			sub-Total	\$ 31.25	
			Total Costo Directo	\$ 173.09	

VI. PRESUPUESTO "HOLLOW CORE"

PRESUPUESTO "Hollow Core"				
Costos Directos				
Descripcion	unidad	cantidad	Subtotal	
Prefabricado				
Placas Hollow core (Incluye transporte e instalacion)	mt2	12942.54	RD\$ 2,714.40	RD\$ 35,131,230.58
Acero				
Malla electrosoldada	mt2	12942.54	RD\$ 173.09	RD\$ 2,240,224.25
Topping				
Hormigon	mt3	679.36	RD\$ 5,666.30	RD\$ 3,849,457.57
Total costos Directos				RD\$ 41,220,912.39

Costos indirectos	%	Valor parcial
Direccion tecnica y responsabilidad	7.00%	RD\$ 2,885,463.87

Total Costos indirectos	RD\$ 2,885,463.87	
Total proyecto	RD\$ 44,106,376.26	Precio * mt2 RD\$ 3,407.86

VII. ANALISIS DE COSTOS FORMALETA INDUSTRIALIZADA

Calculo de acero

Area Losa	11.3	8	90.4	m2
# de espacio entre FOAM		16		un
Longitud		8		m

Total proyecto	12942.54	m2
----------------	----------	----

Item	Diametro	Un	Longitud (m)	Long total (m)	Peso	Und
Acero de refuerzo	1/2	16	8	128	127.488	kg
Acero de refuerzo	3/4	32	8	256	576	kg
Estibos	3/8	272	1.15	312.8	174.2296	kg
Acero de traferencia	3/8	262	3.9	1021.8	569.1426	kg
Peso total					1446.8602	kg
					3183.095623	lb
					31.83095623	Qq
					0.352112348	Qq/m2

	%	Cantidad	Und
TOTAL PESO ACERO		4557.22814	Qq
Malla electrosoldada		796.3	Qq
Desperdicio	1.5%	80.3029222	Qq
GRAN TOTAL		5433.831	Qq

Acero de refuerzo:

UNPHU		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
TRABAJO DE GRADO				
		ITEM:		Acero de refuerzo Fy:4200 psi
Corporate Center		UNIDAD:		Quintal
I. EQUIPO				
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR (% M.O.)	3%	%	\$ 22.77	\$ 0.68
			Sub-Total	\$ 0.68
II. MATERIALES EN OBRA				
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
Alambre dulce	0.0309	Qq	\$ 2,375.00	\$ 73.39
Acero de refuerzo	1.0300	Qq	\$ 1,818.18	\$ 1,872.73
Malla electrosoldada	1.0000	Qq	\$ 2,995.80	\$ 2,995.80
			Sub-Total	\$ 1,946.11
III. MANO DE OBRA				
Trabajador	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
Oficial	0.3300	Hh	\$ 1,100.00	\$ 363.00
2 Ayudante	0.3300	Hh	\$ 1,200.00	\$ 396.00
			sub-Total	\$ 759.00
			Total Costo Directo	\$ 2,705.80

Colocación de soporte

UNPHU		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
TRABAJO DE GRADO				
		ITEM:		Madera para encostillado
Corporate Center		UNIDAD:		Mt2
I. EQUIPO				
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR (% M.O.)	3%	%	\$ 102.24	\$ 3.07
			Sub-Total	\$ 3.07
II. MATERIALES EN OBRA				
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
Madera 2"4"	1.0000	Mt2	\$ 173.60	\$ 173.60
Madera 2"6"	1.0000	Mt2	\$ 94.73	\$ 94.73
Clavos Dulces 4"	0.0130	lbs	\$ 50.00	\$ 0.65
			Sub-Total	\$ 268.98
III. MANO DE OBRA				
Trabajador	Rendimiento	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
1 oficial instalador	0.0568	Hh	\$ 1,200.00	\$ 68.16
1 ayudante	0.0568	Hh	\$ 600.00	\$ 34.08
			Sub-Total	\$ 102.24
Nota: vida util de la madera estimada a 8 usos recomendable.			Total Costo Directo	\$ 374.29
			Diferido a 8 usos	46.7859

UNPHU		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
TRABAJO DE GRADO				
		ITEM:		ENCOFRADO FORMALETA
Corporate Center		UNIDAD:		MT2
I. EQUIPO				
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR (% M.O.)	3%	%	\$ 81.00	\$ 2.43
			Sub-Total	\$ 2.43
II. MATERIALES EN OBRA				
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
Cuña Flecha	7.6000	Un	\$ 1.80	\$ 13.68
Pasadores Flecha	7.6000	Un	\$ 1.80	\$ 13.68
Laminas	1.0000	mt2	\$ 64.58	\$ 64.58
			Sub-Total	\$ 91.94
III. MANO DE OBRA				
Trabajador	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
Oficial Encofrado losa	0.0450	Hh	\$ 1,200.00	\$ 54.00
Ayudante Encofrado	0.0450	Hh	\$ 600.00	\$ 27.00
			Sub-Total	\$ 81.00
			Total	\$ 175.37

UNPHU		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
TRABAJO DE GRADO				
		ITEM:		Bloque de polietileno Foam
Corporate Center		UNIDAD:		M3
I. EQUIPO				
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
HERRAMIENTA Y EQUIPO MENOR (% M.O.)	3%	%	\$ 30.60	\$ 0.92
			Sub-Total	\$ 0.92
II. MATERIALES EN OBRA				
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
Foam	1.0000	mt3	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
			Sub-Total	\$ 1,750.00
III. MANO DE OBRA				
Trabajador	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
Oficial	0.0170	Hh	\$ 1,200.00	\$ 20.40
Ayudante	0.0170	Hh	\$ 600.00	\$ 10.20
			Sub-Total	\$ 30.60
			Total Costo Directo	\$ 1,781.52

UNPHU		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
TRABAJO DE GRADO				
			ITEM:	Nivelacion topografica
Corporate Center			UNIDAD:	M2
III. MANO DE OBRA				
Trabajador	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL
Cuadrilla topografia (incluye equipo)	0.00333	Hh	\$ 12,000.00	\$ 40.00
			sub-Total	\$ 40.00
			Total Costo Directo	\$ 40.00

UNPHU		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
TRABAJO DE GRADO					
			ITEM:	Hormigon industrializado 240 kg/cm2	
Corporate Center			UNIDAD:	M3	
I. EQUIPO					
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
Colocacion y bombeo	1.050	MT3	\$ 120.00	\$ 126.00	
				Sub-Total	\$ 126.00
II. MATERIALES EN OBRA					
Descripción	CANTIDAD	UM	Vr. UNITARIO	Vr. PARCIAL	
Hormigon industrializado	1.0000	mt3	\$ 5,540.30	\$ 5,540.30	
				Sub-Total	\$ 5,540.30
				Total Costo Directo	\$ 5,666.30

VIII. PRESUPUESTO DE FORMALETA INDUSTRIALIZADA

Presupuesto Formaleta Industrializada				
Costos Directos				
Descripcion	Ud	Cantidad	PrPres	ImpPres
Ring lock	Mt2	12,942.54	\$ 305.66	\$ 3,956,056.33
Elementos de soporte (cargadera)	Mts2	12,942.54	\$ 46.78	\$ 605,452.02
Formaleta	Mt2	12,942.54	\$ 175.37	\$ 2,269,733.24
Foam	Mt3	1,259.90	\$ 1,781.52	\$ 2,244,537.05
Acero de refuerzo	Qq	5,433.83	\$ 2,705.00	\$ 14,698,510.15
Nivelacion topografica	Mt2	12,942.54	\$ 40.00	\$ 517,701.60
Hormigonado	Mt3	2,039.40	\$ 5,666.30	\$ 11,555,852.22

Total costos Directos \$ 35,847,842.61

Costos indirectos	%	
Direccion tecnica y responsabilidad	7.00%	\$ 2,509,348.98

Total costos Indirectos \$ 2,509,348.98

Total Proyecto	38,357,191.59	\$ 2,963.65
-----------------------	----------------------	-----------------------

Resultados.

	Relacion costos (Mt2)	Diferencia	Formaleta
		Pesos	Mas economica
Hollow core	\$ 3,407.86	\$ 444.21	14.99%
Formaleta	\$ 2,963.65		

	Relacion rendimiento (Dias)	Dias	Rendimiento menor a un
Hollow core	6.5	1.5	18.75%
Formaleta	8		

Análisis Económico

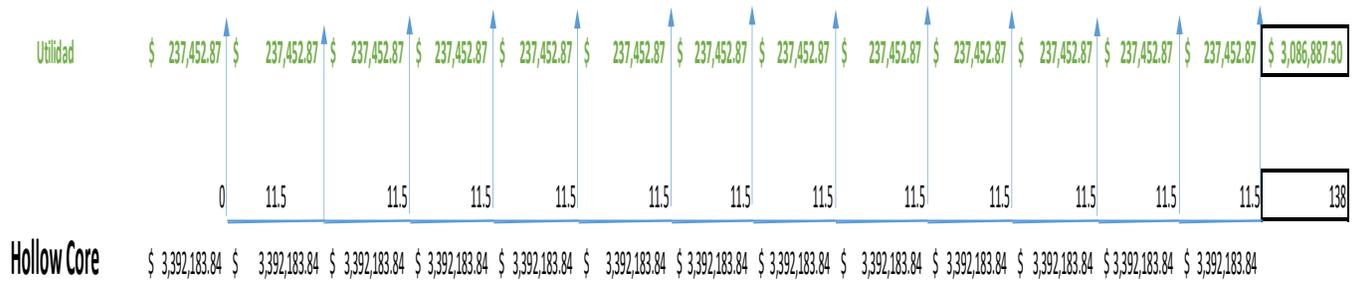


$$Vp = (Vf / ((1+i)^n))$$

Utilidad de contratista	\$ 206,501.20
Tiempo (Dias)	14
% Interes (18% anual) = %/365	0.050684932

Cubicacion	Tiempo (Dias)	Interes	Valor presente
1	0	0.000506849	\$ 206,501.20
2	14	0.000506849	\$ 205,041.45
3	28	0.000506849	\$ 203,592.01
4	42	0.000506849	\$ 202,152.82
5	56	0.000506849	\$ 200,723.81
6	70	0.000506849	\$ 199,304.89
7	84	0.000506849	\$ 197,896.01
8	98	0.000506849	\$ 196,497.09
9	112	0.000506849	\$ 195,108.05
10	126	0.000506849	\$ 193,728.83
11	140	0.000506849	\$ 192,359.37
12	154	0.000506849	\$ 190,999.58
13	168	0.000506849	\$ 189,649.41
Valor presente			\$ 2,573,554.52

Análisis Económico



$$V_p = (V_f / ((1+i)^n))$$

Utilidad de contratista	\$ 237,452.87
Tiempo (Dias)	11.5
% Interes (18% anual) = %/365	0.050684932

Cubicacion	Tiempo (Dias)	Interes	Valor presente
1	0	0.000506849	\$ 237,452.87
2	11.5	0.000506849	\$ 236,073.19
3	23	0.000506849	\$ 234,701.52
4	34.5	0.000506849	\$ 233,337.82
5	46	0.000506849	\$ 231,982.05
6	57.5	0.000506849	\$ 230,634.15
7	69	0.000506849	\$ 229,294.09
8	80.5	0.000506849	\$ 227,961.81
9	92	0.000506849	\$ 226,637.28
10	103.5	0.000506849	\$ 225,320.43
11	115	0.000506849	\$ 224,011.25
12	126.5	0.000506849	\$ 222,709.66
13	138	0.000506849	\$ 221,415.64
Valor presente			\$ 2,981,531.76

Conclusión de resultados

	Hollow core	Formaleta	Diferencia	
Valor presente neto correspondiente al ingreso obtenido	\$ 2,981,531.76	\$ 2,573,554.52	\$ 407,977.24	13.68%
Dias	138	168	30	

A través del análisis económico realizado, ratificamos el resultado del presupuesto, lo cual indica que la formaleta, es más económica en un 14.99%. Pero su rendimiento es menor a un 18.75% comparándolo con el sistema prefabricado “Hollow Core”.

Ahora, viendo todo el panorama con ojos de contratista. Conviene más el sistema las placas “Hollow core”. Ya que tenemos un margen de beneficio mayor de 13.68% y con tiempo menor de 30 días.

Cuadro comparativo:

	SISTEMAS	
	Hollow core	Encofrados industrializados
Reapuntalamiento	En este sistema, no se requiere ningun tipo de reapuntalamiento, ya que las placas obtienen su resistencia en fabrica.	Se utilizara el sistema multidireccional Ring Lock, el cual posee un numero de piezas que se adaptan para obtener cualquier altura y dimension.
Encofrado	No aplica	las laminas prefabricadas sera el equipo el cual le dara la forma a la estructura, Con su debida utilizacion, los elementos quedaran totalmente a plomo.
Placas	Este sistema es pretensado y prefabricado. Llega a obra con su resistencia maxima, lo cual sera ventaja para su colocacion inmediata.	No aplica
foam	No posee Foam pero tiene unos alveolos longitudinales, la cual hace la placa mucho mas liviana comparada a un bloque totalmente maziso.	Se utilizara bloques de poliestireno expandido para instalarlos en la superficie de la losa a las medidas que especifique el plano estructural.
acero	El acero es pretensado en fabrica, este es realizado con un gato hidraulico a una tension aproximada de 25,000 PSI	Se utilizara el acero según especificaciones de planos estructurales.
hormigonado	El hormigon es vaciado en fabrica y fraguada antes de salir de la misma.	Se solicitara a una concretera, la cual proveera la cantidad de hormigon solicitada y se encargara de su colocacion en obra.

IX. CONCLUSIÓN

El Sistema más rentable para el contratista es el Sistema prefabricado “Hollow Core”, ya que se obtienen mayores beneficios en menor tiempo.

Tomando en cuenta el tema de seguridad del personal, los sistemas industrializados nos brindan mayor rendimiento con menos mano de obra; Esto quiere decir que mientras más industrializado sea el Sistema a utilizar tenemos menos personal y menos materiales involucrados en el proceso de construcción y por ende existe un menor riesgo de accidentes laborales.

Mientras más industrializados sean los sistemas de construcción, existe menos contaminación ambiental, debido a la disminución que se tendría en desechos sólidos y contaminación sonora.

Al tener en cuenta factores determinantes como materiales, mano de obra, tiempo de ejecución, el costo del Proyecto y la disponibilidad de los equipos. Se puede lograr la correcta selección del Sistema y los procesos constructivos a utilizar.

Recomendaciones

La eficiencia en el tiempo al utilizar sistemas de construcción industrializados, obliga a que los países en vías de desarrollo inviertan cada día más en este tipo de tecnologías para disminuir el déficit de viviendas. Por ende se recomienda que el estado apoye a los constructores de viviendas que aportan a la disminución de este déficit por vía de exoneración de impuestos o dándole facilidades de financiación para que los mismos, puedan incursionar en sistemas más industrializados.

Que el estado apoye a los pequeños y medianos constructores para que estos tengan un acercamiento mayor a las nuevas tecnologías constructivas a través de facilidades de tipo económico para asistir a congresos de construcción en el exterior o incluso realizar eventos en nuestro país.

X. ANEXOS



PLACA ALVEOLAR
SIN CAPA DE COMPRESIÓN
ESPESOR = 80mm ANCHO =1200mm

CARGA DE SERVICIO MUERTA SOBREPUESTA [kN/m ²] - USO OFICINAS C.V. = 2.00kN/m ²									
Acero de refuerzo			Luces de Diseño Simplemente Apoyadas [m]						Longitud mínima de placa [m]
Tipo	Diámetro [mm]	Cantidad	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.20	
Alambre	4.0	12	6.20 ⁵¹	4.10 ⁵¹	2.80 ⁵¹	1.85 ⁵¹	1.25 ⁵¹	0.85 ⁵¹	1.20
			8.25 ^c	6.00 ^c	4.35 ^c	3.15 ^c	2.35 ^c	1.95 ^c	
Alambre	5.0	8	6.50 ⁵¹	4.35 ⁵¹	3.00 ⁵¹	2.05 ⁵¹	1.35 ⁵¹	0.95 ⁵¹	1.40
			9.05 ^c	6.65 ^c	4.90 ^c	3.60 ^c	2.55 ^c	1.95 ^c	
Alambre	4.0	16	6.65 ⁵¹	4.50 ⁵¹	3.10 ⁵¹	2.15 ⁵¹	1.45 ⁵¹	1.05 ⁵¹	1.25
			9.75 ^c	7.20 ^c	5.35 ^c	3.90 ^c	2.85 ^c	2.15 ^c	
Alambre	5.0	11	7.15 ⁵¹	4.90 ⁵¹	3.40 ⁵¹	2.40 ⁵¹	1.65 ⁵¹	1.20 ⁵¹	1.45
			11.05 ^c	8.20 ^c	6.15 ^c	4.60 ^c	3.45 ^c	2.65 ⁵²	
Alambre	5.0	16	8.25 ⁵¹	5.75 ⁵¹	4.10 ⁵¹	2.95 ⁵¹	2.15 ⁵¹	1.65 ⁵¹	1.45
			14.05 ^c	9.90 ⁵²	7.10 ⁵²	5.25 ⁵²	3.90 ⁵²	3.10 ⁵²	

CONSIDERACIONES:

1. Superíndices muestran el criterio de diseño que controla la carga máxima admisible:

^c = resistencia a cortante

^f = resistencia a flexión

⁵¹ = Deflexión máxima admisible igual a L/480

⁵² = Deflexión máxima admisible igual a L/240

2. La carga muerta es adicional al peso propio del elemento

3. Las luces de diseño son medidas entre centros de los apoyos de la placa

4. Para luces intermedias puede realizarse interpolación lineal

5. La longitud mínima de placa está basado en el desarrollo de los torones y/o alambres de preesforzado.

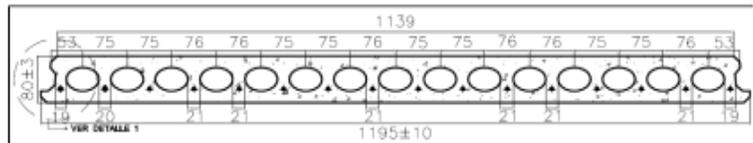
NOTAS:

1. La tabla presentada debe ser usada como guía para un diseño preliminar.

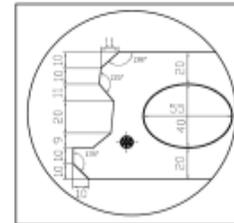
2. Normas aplicables: NSR-10, ACI-318-08.

3. Para mayor información consultar con el Departamento Técnico de Manufacturas de Cemento.

4. Para condiciones de luces o carga viva mayores consultar con el Departamento Técnico de Manufacturas de Cemento.



VISTA FRONTAL



DETALLE 1

MATERIALES:

Concreto: $f'_c = 40\text{MPa}$, $f'_{ct} = 25\text{MPa}$

Acero: $f_{yt} = 167\text{DMPa}$, Alivio de esfuerzos

GEOMETRÍA:

Área = 670 cm²

Inercia = 4727 cm⁴

PESO PROPIO:

$W_p = 135.2\text{kg/m}^3$

Ilustración 69 (titan edificaciones)



**PLACA ALVEOLAR
SIN CAPA DE COMPRESIÓN
ESPESOR = 80mm ANCHO =1200mm**

CARGA DE SERVICIO MUERTA SOBREPUESTA [kN/m ²] - USO VIVIENDA C.V. = 1.80kN/m ²									
Acero de refuerzo			Luces de Diseño Simplemente Apoyadas [m]						Longitud mínima de placa [m]
Tipo	Diámetro [mm]	Cantidad	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.20	
Alambre	4.0	12	6.25 ^{f1} 8.50 ^c	4.20 ^{f1} 6.25 ^c	2.85 ^{f1} 4.65 ^c	1.95 ^{f1} 3.40 ^c	1.30 ^{f1} 2.60 ^c	0.90 ^{f1} 2.25 ^c	1.20
Alambre	5.0	8	6.55 ^{f1} 9.35 ^c	4.45 ^{f1} 6.95 ^c	3.05 ^{f1} 5.15 ^c	2.10 ^{f1} 3.85 ^c	1.45 ^{f1} 2.80 ^c	1.05 ^{f1} 2.25 ^c	1.40
Alambre	4.0	16	6.75 ^{f1} 10.00 ^c	4.60 ^{f1} 7.45 ^c	3.15 ^{f1} 5.60 ^c	2.20 ^{f1} 4.20 ^c	1.50 ^{f1} 3.10 ^c	1.10 ^{f1} 2.40 ^c	1.25
Alambre	5.0	11	7.20 ^{f1} 11.30 ^c	4.95 ^{f1} 8.50 ^c	3.45 ^{f1} 6.45 ^c	2.45 ^{f1} 4.90 ^c	1.75 ^{f1} 3.70 ^c	1.30 ^{f1} 2.70 ^c	1.45
Alambre	5.0	16	8.35 ^{f1} 14.20 ^{f2}	5.85 ^{f1} 9.95 ^{f2}	4.20 ^{f1} 7.20 ^{f2}	3.05 ^{f1} 5.35 ^{f2}	2.20 ^{f1} 3.95 ^{f2}	1.70 ^{f1} 3.15 ^{f2}	1.45

CONSIDERACIONES:

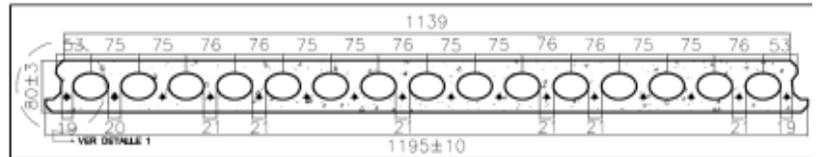
1. Superíndices muestran el criterio de diseño que controla la carga máxima admisible:

- ^c - resistencia a cortante
- ^f - resistencia a flexión
- ^{f1} - Deflexión máxima admisible igual a L/480
- ^{f2} - Deflexión máxima admisible igual a L/240

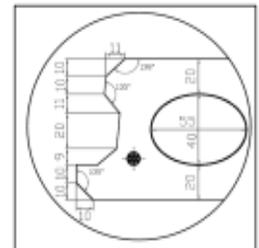
2. La carga muerta es adicional al peso propio del elemento
3. Las luces de diseño son medidas entre centros de los apoyos de la placa
4. Para luces intermedias puede realizarse interpolación lineal
5. La longitud mínima de placa está basado en el desarrollo de los torones y/o alambres de preesforzado.

NOTAS:

1. La tabla presentada debe ser usada como guía para un diseño preliminar.
2. Normas aplicables: NSR-10, ACI-318-08.
3. Para mayor información consultar con el Departamento Técnico de Manufacturas de Cemento.
4. Para condiciones de luces o carga viva mayores consultar con el Departamento Técnico de Manufacturas de Cemento.



VISTA FRONTAL



DETALLE 1

MATERIALES:

Concreto: $f'_{c} = 40\text{MPa}$, $f'_{ct} = 25\text{MPa}$

Acero: $f_{pu} = 1670\text{MPa}$, Alivio de esfuerzos

GEOMETRÍA:

Área = 670 cm²

Inercia = 4727 cm⁴

PESO PROPIO:

Wp.p = 135.2 kg/m²

Ilustración 70 (titan edificaciones)

Cotización Hollow Core:

PREFABRICADOS DEL CARIBE



11 de enero del 2017

Señores:
CONSTRUCTORA GARCIA RIVERA

Atención:
Ing. Mateo García

Asunto: COTIZACION LOSAS MULTITUBULARES ENTREPISOS

Distinguidos Señores:

Le presentamos la cotización realizada por nuestra empresa por la fabricación, transporte y colocación de losas hollow core a instalar en un entrepiso de un edificio habitacional en Santo Domingo.

La misma fue realizada en base a planos proporcionados por ustedes.

Elemento	Cantidad	U.M.	Precio unitario	Valor USD\$
Losas Hollow Core 0.20 m de espesor	995.00	m2	\$ 58.00	\$ 57,710.00

Características:

Losas multitubulares de **0.20 m.** de espesor, longitudes desde 4.20 m. hasta 7.80 metros, con apoyo mínimo en los extremos de 7.5 cm sobre cada viga principal. Anchos de 1.20 m. Hormigón extruido $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$. Cables de baja relajación 270 Grade ASTM A416

Carga de diseño **600 kg/m²**.

Todas las losas instaladas concebidas en esta Cotización, incluso, losas menores de 1.20 m. de ancho, serán consideradas como losas de 1.20 m para fines de facturación. Todos los trabajos posteriores al montaje, incluido el colado de mortero en juntas de losas, preparación y vaciado de topping (sobre capa estructural) corren a cargo del Contratista.

El lugar donde se ejecutarán los trabajos debe reunir todas las condiciones necesarias para que una grúa telescópica de 90 ton o en su defecto una Grua Torre, pueda operar a su capacidad con total seguridad. Tenemos ambas opciones para definir entre las partes, la más adecuada al proyecto.

Carretera Manoguayabo, Sto. Dgo., R.D. Tel.: (809)560-2525 ext. 2377, Fax: (809)561-1924, RNC 130-66015-8



Ilustración 71 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 72 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 73 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 74 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 75 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 76 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 77 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 78 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 79 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 80 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 81 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 82 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 83 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 84 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 85 (fuente prop. Hormigones del caribe)



Ilustración 86 (fuente prop. Hormigones del caribe)

XI. BIBLIOGRAFIA

chamba, d. y. (2010). *clasificacion, utilizacion e importancia del encofrado como elemento provisional en el area de la construccion*. ecuador.

FORSA. (2015). *Encofrado de formaleta acero- madera*.

fuelle prop. Hormigones del caribe. (s.f.).

Imporsantander. (s.f.). *Andamios multidireccionales Ringlock*.

Pérez, C. E. (2003). *EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN*.

Sampieri, H. (2006). *Diseño metodologico*.

SILVA, O. J. (2014). *formaletas para la construccion con sistemas industrializados*. Bogota, Colombia.

titan edificaciones. (s.f.). *sistemas de placas alveolares titan*.

zorrilla. (1993). *tipos de investigacion*.