

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA

Facultad De Ciencia y Tecnología

Escuela De Ingeniería Civil

**“ANTEPROYECTO DE NORMA TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DE
PROYECTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ”.**



Trabajo de Grado presentado por:

Héctor Oniel González Melo
Oscar Alberto García Mañón

Para la obtención de:

Ingeniero Civil

Dirigido por:

Ing. William Read

República Dominicana
Recinto Santo Domingo, 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA

Facultad De Ciencia y Tecnología

Escuela De Ingeniería Civil

**“ANTEPROYECTO DE NORMA TÉCNICA PARA EL DESARROLLO DE
PROYECTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ”.**



Trabajo de Grado presentado por Héctor Oniel González Melo & Oscar Alberto
García Mañón Para la obtención de grado de Ingeniería Civil

Dirigido por:

Ing. William Read

República Dominicana
Recinto Santo Domingo, 2014

Agradecimientos

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminarlo completamente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio. Es válido caerse, pero obligatorio levantarse.

A MI FAMILIA: Por ser mi sustento, apoyarme en cada momento y cada paso que he dado en mi etapa universitaria, por confiar en mí y por la gran educación que he recibido por parte de mis queridos padres, gracias a su entrega y sacrificio incansable. Sin ellos, hoy no estuviera aquí.

A LA UNPHU: Por moldearme y convertirme en un modelo a seguir, inculcándome valores de responsabilidad, compañerismo y respeto, para ser un ente de bien y contribuir a la sociedad utilizando mis conocimientos.

AL ING. WILLIAM READ: Asesor de nuestra tesis, gracias por acompañarnos en este increíble viaje y empaparnos de nuevos conocimientos, orientándonos hacia nuevas ideas en nuestra etapa de investigación.

AL ING. RAMON TAVAREZ: Gracias por tomar de su valioso tiempo, minutos para aconsejarnos, orientarnos, darnos sugerencias y críticas objetivas en el transcurso de nuestra investigación. Muchísimas gracias.

A OSCAR ALBERTO GARCIA: Mi compañero de tesis, por tomar juntos este compromiso como un solo equipo, sirviendo de apoyo uno del otro, por caminar hacia nuestras metas en común y poder ver realizar nuestros sueños.

A MI AMIGA ANABELLE CABRERA: Por los grandes aportes e ideas para este trabajo de investigación, gracias por esos sabios consejos, tu ayuda incondicional y por tu valioso tiempo. Significan mucho para mí.

A PAOLA MITCHELL SERRANO RIVAS: mi querida novia, por apoyarme, darme aliento y acompañarme a lo largo de todo el proceso de investigación y desarrollo de la tesis, gracias por tu apoyo incondicional, por tu ayuda desinteresada y por ser mi talón de Aquiles. Te adoro inmensamente.

Héctor Oniel González Melo (12-1499)

Agradecimientos

En primer lugar A DIOS: por siempre darme la fuerza para seguir, incluso cuando veía lejos este día. Por ser quien me ha guiado en este camino.

LA UNPHU: por ser la alma máter, ya que fue la universidad en la que quise enfrentar este desafío que ya termina. Gracias por la experiencia que siempre estarán en mis recuerdos.

A MIS FAMILIAS: por siempre, siempre estar encima de mí, dándome fuerza y ayudándome en todo lo que necesite, ya sea consejos como en lo económico, por los sacrificio que hicieron para que este día llegara, este logro es mas de ustedes que mío.

A LA FAMILIA KASAHARA: por siempre tratarme como uno más de su familia, y siempre estar atentos a mi progreso en la universidad.

ING RAMON TAVAREZ: por su GRAN ayuda en el desarrollo de este tema, consejos, sugerencias, por su disposición a siempre extender su mano para ayudar.

ING. WILLIAM READ: el asesor de este tema, gracias por los conocimientos

adquiridos en todas las asignaturas y su ayuda en la tesis.

A HECTOR ONIEL GONZALEZ MELO: compañero de tesis, amigo desde el colegio, gracias por realizar esta última etapa conmigo. Ambos sabemos que no fue para nada (ni cerca) fácil pero lo conseguimos. Pero ya podemos decir que llegamos a la meta.

A quienes siempre han estado motivándome, empujándome a seguir adelante entre ellos: Patricia Otero, Alanna Lavandier, Aleini Cruz, Eduard Nin, Jael Solis, Ramses Selman, Rhaymar Matos, Victor Geraldino, Pedro Feliz, Lucas Sanó.

A MIS COMPAÑEROS: a todo aquel con que el que mantengo una relación de amistad (sin importar la carrera), gracias por hacer que estos 5 años hayan sido más ligero, hubo momentos malos, pero los buenos son incalculables. Gracias por Todo.

A FAUSTO FERNANDEZ y al ARQ. EMILIO OLIVO: por toda la disponibilidad para siempre ayudarnos con los que necesitemos, gracias por su ayuda.

Oscar Alberto García Mañón (09-0489)

DEDICATORIA

Antes que todo, primero quiero dedicarle mi trabajo y todo mi esfuerzo a Dios, aquel que me ha dado la fortaleza necesaria para continuar, aun cuando tuve mis desaciertos y momentos de debilidad, por hacerme entender que nada es imposible y hacer de mí una persona conforme a su corazón. Con toda humildad te pido gracias por demostrarme en cada momento que no estoy solo.

De igual forma, a mis Padres, MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ FELIZ y ROSA OLIVA MELO CASTILLO, a quien le debo toda mi vida, les agradezco el cariño y su comprensión recibido todo este tiempo, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me llena de satisfacción y orgullo . Me han ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A mis queridos hermanos. MELANY GONZÁLEZ MELO y MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ MELO, por estar siempre presente en cada etapa de mi vida, gracias por su preocupación, por su cariño y por su ayuda.

A mis abuelos maternos, HÉCTOR MELO y ELIA MARTÍNEZ, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron a lo largo de este camino, que sé que están orgullosos de mí.

A mis abuelos paternos, OSVALDO GONZÁLEZ y MARGARITA FELIZ, que desde el cielo nos llenan de su amor infinito, derramando bendiciones sobre mi familia, siempre los tendré presente en mi corazón.

Héctor Oniel González Melo (12-1499)

DEDICATORIA

Dedicándole A Dios: ya que si no fuera por el esto no se hubiera sido posible, ya que lo destino para mí. A mis Abuelos FERNANDO MAÑON Y JOSEFA CUESTA: por ser más que mis primeros padres, siempre preocupados por mí y pendiente a todos los estudios que tuve, y ser mis modelos a seguir.

A mi Madre JUDITH MAÑON: gracias por siempre intentar darme todo lo que has querido que yo tenga, por darme fuerza, por siempre decirme que siga hacia adelante y por siempre estar ahí.

A mi Padre JHONNY GARCIA: por estar al pendiente de cuanto me faltaba y siempre decirme que siga enfocado en mis estudios que lo demás llega al paso.

A mi Tía y Padrino: MAYRA MAÑON y LUIS TORRES por ser mis 3ros padres, que siempre están para todo lo que necesito sin decirme que No.

A mis hermanos TADASHI, TAKESHI, KOJI Y MINORU: ya que solo soy el primero de 4 ingenieros que están preparándose. Espero que esto les sirva de motivación para que le pongas más esfuerzo y alcancen esta meta también.

A mis primas MELISSA Y MICHELLE: que son como mis hermanas, que sigan esforzándose para que logren los sueños y metas que quieren lograr.

A mi hermana ELISA MARIE: por ser esa nueva luz en la familia y que nos llena a todo de felicidad.

A mis tíos JORGE MAÑON, CARLOS MAÑON Y JOSCAR MAÑON por siempre darme su apoyo y motivación.

Oscar Alberto García Mañón (09-0489)

INDICE

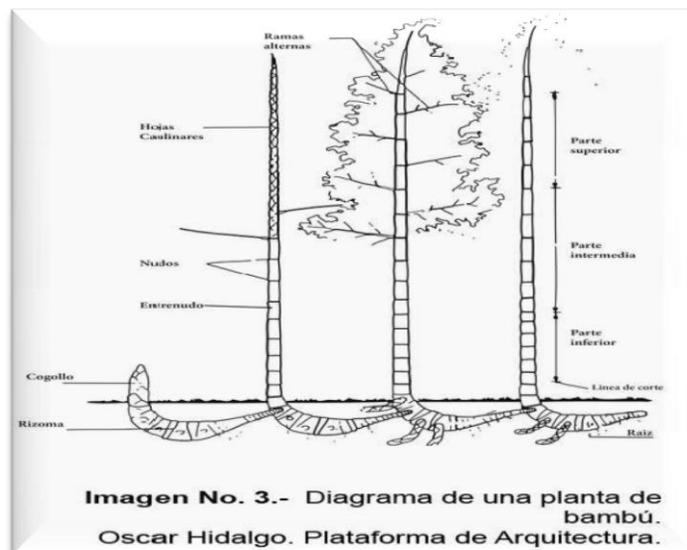
○ 01. Introducción -----	p.1
○ 02. Propuesta de Proyecto de Investigación -----	p.2
2.1 Planteamiento del Problema -----	p.2
2.2 Justificación del Problema -----	p.3
2.3 Antecedentes del Problema-----	p.3
2.4 Preguntas de la Investigación-----	p.4
2.5 Objetivos -----	p.5
○ 03. Marco Teórico -----	p.6
3.1 El Bambú -----	p.6
3.2 Usos del Bambú -----	p.6
3.3 Ventajas y Desventajas del Bambú-----	p. 8
3.4 Implementación del Bambú en otros países -----	p.10
3.5 Bambú en la República Dominicana -----	p.11
3.6 Marco Conceptual -----	p.15
3.7 Hipótesis -----	p.15
○ 04. Diseño Metodológico -----	p. 17
4.1 Enfoque de la Investigación-----	p. 17
4.2 Tipo de Investigación -----	p.17
4.3 Procedimiento -----	p.17
4.4 Técnicas de Investigación -----	p.18
○ 05. Análisis de los datos -----	p.19
5.1 Descripción del Proyecto -----	p.21
5.2 Análisis del Diseño del Mariposario -----	p.24
5.3 Análisis de Cargas de Viento -----	p.28
5.4 Uniones -----	p.31
○ 06. Diseño Tridimensional Del Mariposario (Resultados ETABS) -----	p.38
○ 07. Análisis de Costo (Presupuesto) -----	p.41
○ 08. Conclusiones y Recomendaciones -----	p.44
○ 09. Referencias -----	p.46

1. INTRODUCCIÓN

Como un aporte a la implementación de alternativas eco-amigables en el campo de la construcción, nacional e internacionalmente, y con el fin de llevar a cabo proyectos que promuevan un desarrollo ambientalmente sostenible, surge esta investigación. Con la misma, se tiene la intención de dar a conocer al lector una de las diferentes opciones de materiales renovables y sustentables mundialmente aceptados dentro de esta temática de diseño por las características con las que opera.

Uno de los materiales que se destacó en la etapa de exploración fue el bambú. Este material presenta características mecánicas apropiadas, cuya manipulación pudiera generar construcciones como las que actualmente se llevan a cabo en concreto y acero, en la República Dominicana. Es considerado como una alternativa importante, ya que mezcla un conveniente comportamiento estructural en conjunto con una útil terminación, permitiendo, además, aplicarlo en el campo de la construcción de diversas tipologías arquitectónicas tanto a nivel nacional como internacional.

A nivel nacional se han desarrollado diversas investigaciones en el campo de la construcción, con el fin de conocer acerca de nuevos materiales que confieran al proyecto las características propias de esta temática de sostenibilidad ambiental. Así lo hicieron en el Jardín de Mariposas (Mariposario), ubicado dentro del Jardín Botánico Dr. Rafael María Moscoso, el Arquitecto Emilio Olivo, el Ingeniero William Read, Francina Lama (Directora-Coordinadora del Proyecto) y Fausto Fernández (Coopbambú), implementaron las técnicas constructivas propias del bambú.



2.1 Planteamiento del Problema

En la República Dominicana existen diversos reglamentos de diseño para llevar a cabo la construcción de edificaciones y/u obras civiles en materiales como el acero, el concreto y la madera. Sin embargo, no existe un reglamento que desarrolle de manera específica las técnicas constructivas propias del bambú.

El bambú es un material natural, resistente, duradero. En el ámbito socio-económico es un material de fácil desarrollo y producción, por lo que se entiende que su uso no genera inconvenientes en este aspecto. Además, este proceso genera empleos y/o la creación de microempresas que se dediquen a la comercialización de este material. Esto a su vez, puede beneficiar considerablemente las regiones del país, ya que puede ser aplicado en cualquier obra civil, dígame: puentes, acueductos, viviendas, andamios, mobiliarios, entre otros.

Sin embargo, de la única manera en la que puede emplearse este material correctamente sería trazando las pautas reglamentarias de su uso, tal y como las poseen el concreto, el acero y la madera, tomando en cuenta los estudios internacionales que se han realizado al respecto.



**Imagen No. 5.- Estructura de Bambú.
Tomada por: Jimbawan.
Plataforma de Arquitectura.**

2.2 Justificación del Problema

La importancia de realizar este estudio es que permite evaluar una nueva alternativa constructiva, en donde se trata de reducir los costos de construcción utilizando un material renovable, auto-sostenible y amigable al medio ambiente.

Promover este tipo de sistemas constructivos, reduce la mano de obra y el número de equipos a ser empleados, así como la duración de los proyectos. A su vez, generan un impacto positivo a la sociedad debido a que impulsa el desarrollo económico y sustentable en la República Dominicana y que fomenta, de manera directa, la agricultura.

2.3 Antecedentes del Problema

Desde la llegada del bambú a la República Dominicana, la acogida de este material por parte de la población fue positiva. Esto se debe a que es un recurso natural económico y cuyas principales características y propiedades, le confieren seguridad en términos estructurales. Sin embargo, este material se ha utilizado, mayormente, para la elaboración de mobiliarios y no se ha explotado en el aspecto que conlleva esta investigación. ¿Por qué, si producimos este material, no sacamos de él su provecho en el campo de la construcción, donde puede ser ampliamente empleado?

Es común leer acerca de construcciones que fueron llevadas a cabo en este tipo de material en tiempos pasados en los países orientales. No obstante, en nuestro hemisferio, el bambú no solo ha sido utilizado, sino que se han llevado a cabo investigaciones que sustenten el modo en el que está siendo empleado. Tal es el caso del Manual De Construcción con Bambú (Hidalgo, 1992), trabajo de investigación colombiano. En el mismo, se indican, específicamente, los métodos y las técnicas constructivas que se deben realizar al momento de llevar a cabo una obra civil con dicho material, así como el tratamiento adecuado que conlleva el curado del bambú. Así mismo, (Valero, Reyes, Contreras, 2005) realizaron un “estudio de las propiedades físicas y mecánicas del bambú (*Bambusa vulgaris*), de tres años de edad y proveniente de las plantaciones ubicadas en ribera de la margen derecha del río Chama, municipio Francisco Javier Pulgar, estado Zulia, Venezuela “ en cual pretendió lograr, en el contexto del sector forestal y de la construcción venezolana, difundir las principales fortalezas y debilidades que pueda presentar el bambú (*Bambusa vulgaris*) como material constructivo confiable y seguro estructuralmente.

Sin embargo, conocer las características, propiedades, beneficios y ventajas de este material, no bastará si no fuere regulada la metodología a llevar a cabo en dicha industria dentro de la República Dominicana. Y aunque numerosas obras han sido edificadas bajo el uso de ese material en conjunto con la madera y otros, en esta investigación se hará especial mención al Mariposario (y Jardín de las Mariposas), ubicada en el Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael María Moscoso. Esto, con el objetivo de dar a conocer los resultados obtenidos del diseño estructural, así como los aspectos positivos y negativos que pudieron sobresalir en el proceso constructivo y de estudio del mismo.

2.4 Preguntas de la Investigación

- 1) ¿Qué condiciones geográficas y medioambientales posee la República Dominicana que favorece a la implementación del bambú como material constructivo?
- 2) ¿Qué beneficios ofrece el bambú en el ámbito de la construcción en cuanto a mano de obra y tiempo de ejecución para la misma?
- 3) ¿Qué ventajas económicas posee el bambú como material constructivo con respecto al concreto y el acero?
- 4) ¿Qué accesibilidad económica ofrece el bambú hacia la población para la construcción de viviendas?



Imagen No. 8.- Estructura de Bambú
Arturo Vittori
Plataforma De Arquitectura

2.5.1 Objetivo General:

Implementar el bambú como material constructivo, fomentando la construcción de edificaciones eco-amigables, resaltando que el parámetro de esta investigación es tomar una estructura ya realizada y tenerla de modelo para posible desarrollo de normas constructivas.

2.5.2 Objetivos Específicos:

- Indicar las condiciones geográficas y medioambientales que favorecen a la Rep. Dom. para la implementación del bambú como material constructivo. resaltando que el parámetro de esta investigación es tomar un estructura ya realizada y tenerla de iniciativa para posibles desarrollo de normas constructivas.
- Destacar los beneficios que ofrece el bambú en el ámbito de la construcción en cuanto a mano de obra y tiempo de ejecución para la misma.
- Determinar las ventajas que posee el bambú como material constructivo con respecto a otros materiales.
- Demostrar que el bambú está a la altura de los materiales convencionales, siendo económicamente accesible para la población.

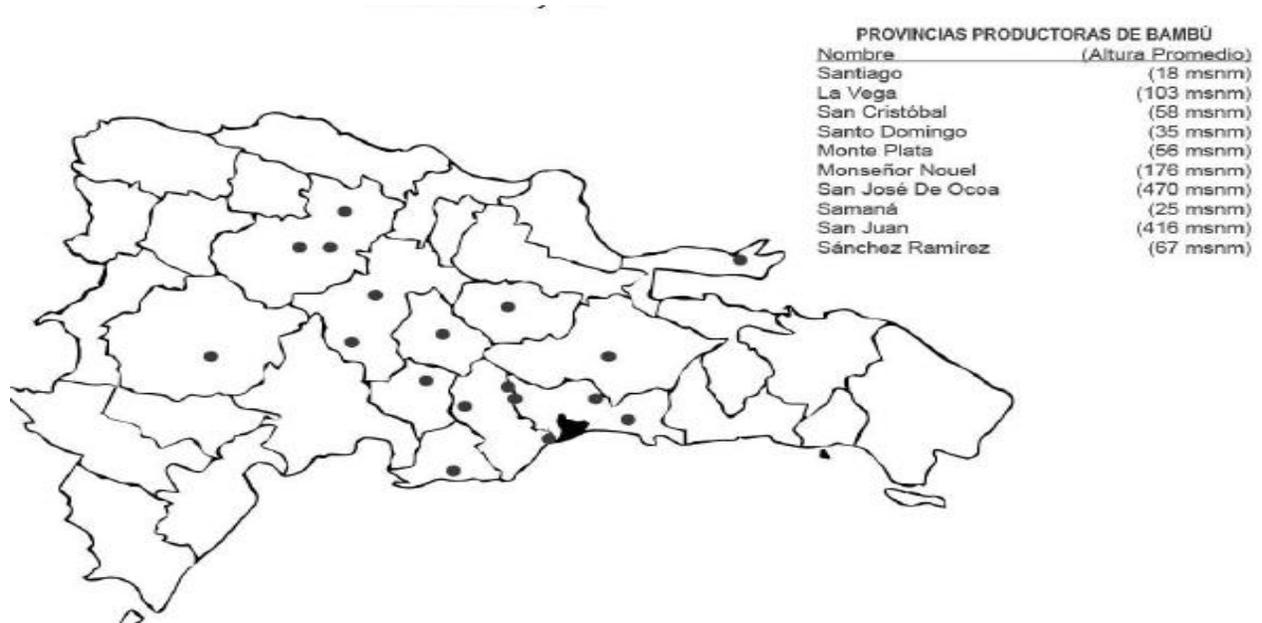


Imagen No. 7.- Distribución Geográfica del Bambú en la Rep. Dom.
Mercedes (2006). Grafico por: Anabelle Cabrera.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 El Bambú

El Bambú es un “pasto gigante” (Obermann & Laude, 2003/2004). Es una planta que crece en regiones tropicales y templadas de Asia y América. Puede encontrarse en numerosas especies, que varían en tamaño y aspectos que les confieren características únicas. Sin embargo, una de las características que resulta común entre estas especies, es su forma tubular y a la vez ligeramente cónica, así como el diámetro exterior, que aunque Obermann & Laude consideran que va desde los tres centímetros hasta los 25 centímetros, otros autores consideran que algunas especies pueden llegar hasta los 30 centímetros. “Algunas especies son tan pequeñas que se las puede comer pero otras son muy grandes y resistentes”. Además, es una planta de rápido crecimiento cuya altura puede variar desde los 10 metros hasta los 20 metros, en un tiempo menor al año.

Este material posee una gran importancia para los residentes de las zonas rurales en diversas regiones del mundo. No obstante, aunque es una planta que se asocia “generalmente con las culturas orientales” (debido al predominio que posee dentro del campo de la construcción), muchas de las especies conocidas se encuentran en el Continente Americano (y aun se continúan identificando nuevas especies en el mismo). Se reporta que en América se han identificado 21 de los 89 géneros del mundo y 345 de las 1035 especies que existen. Estas se encuentran desde “los 39° - 25° latitud norte, en la parte oriental de los Estados Unidos, hasta los 47° latitud sur, en Argentina y Chile; y desde el nivel del mar hasta las regiones más altas de los Andes ecuatoriales.

3.2 Usos del Bambú

El bambú es una planta que ha desempeñado un papel importante en el desarrollo de determinadas culturas, debido a que la mano de obra fomenta la creación de empleos en las zonas rurales con las que ha convivido mutuamente en el transcurso de los años. Es una de las plantas más útiles del mundo, y posee diferentes propiedades según la calidad de su madera. De estas características se derivan sus diferentes usos, ya que puede ser medida su aptitud de ser empleado como elemento estructural en la construcción o para la elaboración de muebles, o la fabricación de la pulpa de papel o la fibra textil (rayón).

El mayor uso del bambú se da en la construcción, en la fabricación de muebles y en la cestería y artesanías. En el Arte, puede ser empleado para arreglos florales, esculturas, instrumentos musicales y de danza, para elaborar herramientas para pintar y en la artesanía. En cuanto a la tecnología, permite ser utilizado para la elevación y conducción de agua, el tratamiento de aguas negras, biodigestores, material para medios de transporte, en aviación y puentes, edificaciones en general, andamios y soportes, la fabricación de papel, fibras y textiles, como alimentos bebidas y otros, y para artefactos para minusválidos. En cuanto al desarrollo físico y recreacional, en herramientas para gimnasia y otros deportes y juegos, en cometas y papalotes. En el ámbito de cultura y religión, es perceptible su uso en la escritura; y es costumbre su uso en la fabricación de pipas y sombreros, pesa artesanal y como apoyo a la agricultura y vida rural.

VIVIENDA	INDUSTRIA	CONSTRUCCIÓN	ZONAS RURALES
Muebles	Medicina	Andamios	Canales de Riego
Jardines	Pulpa para papel	Pisos	Embalses
Cocina	Carbón Activado	Casas	Cercos
Artesanía	Textil	Puentes	Cañas de Pesca

TABLA NO.1: USOS DEL BAMBÚ

Fuente: Elaboración de los autores

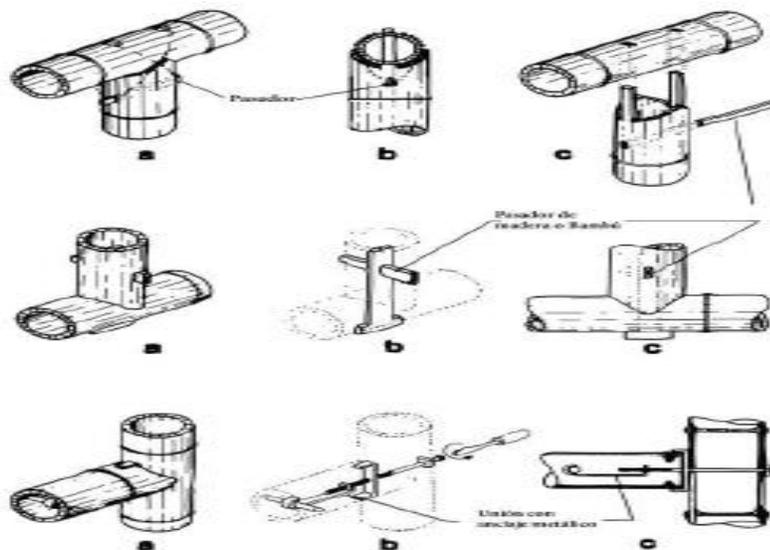


Imagen No. 11.- Conexiones de Bambú con acero.
 Oscar Hidalgo.
 Plataforma de Arquitectura.

3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL BAMBÚ

La planta de bambú está caracterizada por una serie de aspectos que permiten la diversidad de usos para los que puede ser empleada. Entre ellos están que es:

- La planta de más rápido crecimiento en el planeta.
- Un elemento crítico en el balance oxígeno / dióxido de carbono atmosférico.
- Un valioso sustituto para la madera tropical.
- Un recurso versátil con un corto ciclo de producción.
- Un elemento crítico e importante para la economía.
- Un recurso natural renovable para la producción agroforestal.
- Una barrera natural controlable.
- Un recurso natural involucrado con la cultura y el arte.

Según (Obermann & Laude, 2003/2004) entre las ventajas y desventajas del bambú tenemos que:

- Ventajas:

1. “El bambú tiene muy buenas cualidades físicas para un material de construcción”

- Es un material liviano que permite bajarle el peso a la construcción y que es un factor muy importante para construcciones sismo resistente.
- Especialmente sus fibras exteriores la hacen muy resistente a fuerzas axiales.
- La relación entre peso - carga máxima y su forma tubular apto para fuerzas axiales lo convierten en un material perfecto para estructuras espaciales en donde trabajan solamente dichas fuerzas axiales.
- El rápido crecimiento del bambú lo hace económicamente muy competitivo.

2. “En el contexto ecológico el uso del bambú juega un papel muy importante”

- El bambú es un recurso renovable y sostenible.
- Su rápido crecimiento y la alta densidad de culmos por área significa una productividad muy importante de la tierra y una biomasa considerable.
- El bambú se utiliza como planta de reforestación.
- Si el bambú lograra reemplazar la madera o el acero en algunas construcciones, la tala de la selva tropical se disminuiría por una demanda que cambiaría.
- La manipulación del bambú desde el lugar donde crece (guadual) hasta la obra necesita muy poca energía; la diferencia de la cantidad de energía y gastos que se necesita en su proceso es muy grande con respecto al acero u otros materiales en obras parecidas.

- Desventajas:

- La resistencia a fuerzas perpendiculares a las fibras (cortante) es muy baja lo que significa que el bambú tiene tendencia de rajarse fácilmente paralelo a las fibras.
- Una construcción de bambú necesita una protección por diseño que asegura que el bambú no recibe directamente ni humedad, ni rayones directos del sol.
- El comportamiento del bambú puede variar mucho con respecto a la especie, al sitio donde crece, a la edad y al contenido de humedad.
- Se necesita un buen mantenimiento para la durabilidad.

3.4 IMPLEMENTACIÓN DEL BAMBÚ EN OTROS PAÍSES.

En la actualidad, el bambú está siendo empleado por países como el Ecuador, para la construcción de casas para personas de escasos recursos. “El diseño de las casas permite una buena ventilación para refrescar el ambiente durante las épocas más cálidas del año y cuenta con techos amplios para proteger la estructura y paredes del sol y la lluvia. Construir una casa requiere entre 1,000 a 2,000 postes o tallos de seis metros de bambú”, informó el Banco Mundial en su artículo de Enero 24, 2013. Sin embargo, este diseño no solo se enfocó en el aspecto económico de estas personas, sino que además, se tomaron en cuenta las condiciones geográficas en las que vivían. De ahí que el bambú resultó ser ideal para la construcción de viviendas elevadas del suelo, y así proteger a las comunidades de las zonas de inundación.

Una particularidad que permite la construcción de estas viviendas es que el tiempo que conlleva llevar a cabo la obra es de solo dos semanas. Esto es posible ya que las paredes (paneles) y la estructura de la casa, se realizan de manera prefabricada, de modo que solo sea necesario ensamblar las piezas in situ. INBAR fue una de las organizaciones ganadoras del concurso Feria de Desarrollo organizado por el Banco Mundial en el 2009, según mencionan en el mismo artículo. Esta organización es una red internacional, conformada por 28 países con el potencial para producir bambú y ratán, que a lo largo de 40 años han estado financiando proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que han tenido su influencia en el mercado: pisos laminados, muebles modernos, casas de interés social, casas residenciales y hoteles, todo construido a base de bambú.

Los países miembros de esta organización son: Argentina, Bangladesh, Benin, Bhutan, Burundi, Cameroon, Canada, Chile, China, Colombia, Cuba, Ecuador, Ethiopia, Ghana, India, Indonesia, Jamaica, Kenya, Madagascar, Malawi, Malaysia, Mozambique, Myanmar, Nepal, Nigeria, Panama, Peru, the Philippines, Rwanda, Senegal, Sierra Leone, Sri Lanka, Suriname, Tanzania, Togo, Tonga, Uganda, Venezuela, Vietnam. Su trabajo se concentra en el cambio climático, la sostenibilidad ambiental, la reducción de la pobreza, las construcciones sostenibles, y el desarrollo del comercio.

Si investigamos acerca del bambú como planta para la construcción, encontraremos una serie de ventajas entre las que se destaca su rápido crecimiento. Esta hierba cubre el 3% de los bosques del mundo, y su ritmo de crecimiento y maduración permite obtener una cosecha específica cada año. Es una alternativa sostenible para el uso de la madera, y proporciona servicios ecosistémicos que reafirman su valor como recurso a emplear.

En Leipzig Alemania 2004, se completa la realización de un parqueo para el zoológico Leipzig de 16500 m² con capacidad para 527 vehículos, utilizando en dicho parqueo el bambú como material principal. Considerando las estrictas regulaciones concernientes a los materiales de construcción en Alemania, el bambú ni siquiera estaba en la lista de materiales dice Christian Dubberstein, un director de proyecto en el zoológico de Leipzig. Pero los resultados obtenidos de las pruebas realizadas sobre el bambú (que se había obtenido en Sudamérica), lo demostraron estable, resistente al fuego y lo suficientemente fuerte como para utilizar en las fachadas, y las autoridades reguladoras hicieron una excepción al permitir este material. Los garajes de estacionamiento fueron un éxito instantáneo con el público, hoy en día el bambú mantiene su resistencia y se mantiene fuerte.

3.5 BAMBÚ EN EL REPUBLICA DOMINICANA

3.5.1 HISTORIA DEL BAMBÚ EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

“En la República Dominicana, el bambú no existe en grandes extensiones de manera natural, ni en plantaciones comerciales de tamaño superior a las 250 tareas (16ha). La mayor cantidad de plantaciones fueron establecidas para protección de las orillas de ríos y cañadas o de taludes en las orillas de caminos y carreteras” (Mercedes, 2006). El Bambú es una planta que tiene mucho futuro en nuestro país debido a su rápido crecimiento ya que, en tan solo 4 años, lo cual es poco tiempo para una planta de esa magnitud, la misma este apta para utilizarse en proyectos de construcción. Esta planta ha despertado un gran interés tanto comercial como de utilidad en protección. En la actualidad son de suma importancia el impulso que se está realizando en Sabana de la Mar y Miches para la mejora de las viviendas rurales de la comunidad y consideramos que el reconocimiento que se ha iniciado para el mejoramiento del nivel de vida que tienen esas personas de grato recursos es bastante acertado tanto en las zonas rurales como urbanas.

Aunque el bambú probablemente haya sido introducido en la República Dominicana hace dos o tres siglos atrás, para su uso como planta ornamental y como ejemplar para colecciones de plantas privadas, su introducción como planta de Interés comercial o de utilidad en protección se establece en el siglo XX. Según (Mercedes, 2006) en la República Dominicana la especie “*Bambusa vulgarun*” es la especie que más se ha propagado, encontrándose en las zonas de vida de Bosque húmedo subtropical y bosque muy húmedo subtropical. Se la cultiva como cortina rompe viento en los platanales. Desde Taiwán se han introducido nueve especies de bambú que son las siguientes:

1. *Guadua Angustifolia* (conocida como “Bambú Guadua”)
2. *Phylotachys makinoi* (conocido como “Bambú Makinoi”)
3. *Bambusa Vulgaris Scharad* (conocido como “Bambú común”)
4. *Dendrocalamus latiflorus* (conocido como “Bambú gigante de Taiwan”)
5. *Bambusa Dolichoclada* (conocido como “Bambú Amarillo”)
6. *Bambusa Stenostachya Hack* (conocido como “Bambú Espinoso”)
7. *Bambusa Edulis* (conocido como “Bambú Moso”)
8. *Bambusa Oldhami* (conocido como “Gigante de madera de bambú” o Bambú de Oldham”)
9. *Bambusa Dendrocalamus Latiflorus McClure* (conocido como “Bambú Gigante”, “Sweet Bambú” o “Bambú Betung”)

Todas estas especies son adaptables a condiciones ecológicas presentes en la República Dominicana. En la República Dominicana existe ahora un alto interés en el cultivo e investigación respecto a las labores de silviculturas necesarias para el desarrollo del bambú y se ha iniciado un merecido reconocimiento a su valor en el mejoramiento del nivel de vida de las personas de gratos recursos, tanto en zonas rurales como urbanas” (Mercedes, 2006). Un punto bastante positivo es que todas las especies que han sido importadas desde Taiwán hacia la Republica Dominicana son adaptables a las condiciones ecológicas que existen en nuestro país. Por otro lado, así como ha despertado interés comercial también ha tenido un alto interés en el cultivo e investigación con relación a las labores de silviculturas que son primordiales para el desarrollo del bambú.

“En 1978 bajo el convenio de Cooperación Técnico Agrícola de la República Dominicana y la República de Taiwán, se introdujeron a requerimiento del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI, las especies antes citadas procedentes de condiciones

agroecológicas similares a las nuestras con el objeto de su empleo en el manejo de cuencas” (Mercedes, 2006). “Luego de 4 años de observación, en 1982, se inició la reproducción de las que se habían adaptado a las condiciones ecológicas del país. En el 1984 se iniciaron las plantaciones para la protección de los márgenes de ríos. La mayoría de las plantitas se han establecido en los márgenes de los ríos Yaqué del Norte, Yuna, Haina, y en las presas de Jigüey y Aguacate, en San Cristóbal” (Mercedes, 2006).

3.5.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL BAMBÚ

El bambú representa uno de los recursos naturales más renovables utilizados por el hombre, ya que es capaz de realizar de manera eficaz y con poco esfuerzo múltiples funciones provee una gran variedad de productos de diversos usos de acuerdo a la calidad de los bambúes. La mayor aplicación se encuentra en el área de la construcción, la fabricación de muebles, artesanía y la industria del papel, los cuales desempeñan un rol importante en la economía debido a que se requiere directamente de la mano de obra, generando así, más empleos para la sociedad.

“Los bambúes son fáciles de cultivar, utilizar, transportar, cortar y moldear, tienen un rápido crecimiento y alcanzan la madurez relativamente en un período de tiempo corto” (Mercedes, 2006). Estas características hacen del bambú, un material atractivo para el desarrollo y la aplicación de nuevas ideas, tanto constructivas como artesanales.

En nuestro país, República Dominicana, contamos con un aproximado de 50 talleres artesanales que se encuentran en su mayoría en el tramo de la Autopista Duarte ubicado específicamente entre la provincia de La Vega y Santiago, San Isidro, Soñador, Bani, La Romana, Najayo y Villa Altagracia. También se encuentran algunas plantaciones en otras provincias como son Azua y San Cristóbal. Cabe destacar que los talleres con los que cuenta la República Dominicana están principalmente conformados por egresados de la Escuela de Artesanía de Bambú (Mercedes, 2006).

Por otro lado, los viveros de Bambú están ubicados en las provincias San José de las Matas, Cotuí, Monte Plata, Villa González, Bonao, Constanza, Jánico y San Juan de la Maguana.

En la actualidad, el bambú sigue siendo uno de los materiales más utilizados por los seres humanos. A pesar de que la industria moderna se ha inclinado en los productos tradicionales como el plástico, hormigón y el acero, “Muestra de ello es que en el mundo más de 1,000 millones de personas viven en casas de bambú” (Mercedes, 2006).

Debido a que sus características le confieren una gran versatilidad de aplicaciones, tomando en cuenta su rápido crecimiento, su adaptación a diferentes condiciones ecológicas y considerando el grado de protección que puede ofrecerle a los suelos, podemos afirmar que “el bambú se considera como una especie de mucha importancia para los proyectos de reforestación del país” (Mercedes, 2006). Su poca exigencia tecnológica y bajo costo, hacen del bambú, una de las cualidades que determina su importancia económica.

3.5.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEO-CLIMÁTICA

Se han encontrado bambúes nativos en los 5 continentes: África, Asia, América del Sur, América del Norte y Australia. En otras palabras, todos los continentes excepto la Antártida y Europa tienen bambú.

Los bambúes son reconocidos por crecer en las regiones tropicales y subtropicales de países como Asia, África y América Latina, que comprende toda una extensión desde el norte hasta el sur de Estados Unidos, las regiones de Centroamérica, islas del Caribe, Sudamérica, iniciando en el sur hasta la Patagonia y el centro de China. También crecen en el norte de Australia.

“La historia más conocida del bambú se remonta al comienzo de la civilización en el Asia, tanto es así, que aún hoy día en la China y la India, cada habitante utiliza bambú de diversas formas y para diferentes fines” (Mercedes, 2006).

“La sub-familia Bambusoideae (todos los bambúes verdaderos), han sido divididos en cuatro sub-grupos:

1. Los bambúes de climas templados (Arundinarieae): que habitan en el este de Estados Unidos, África central, sur de la India y gran parte de China, y países aledaños.

2. Los bambúes herbáceos (Olyreae): que habitan principalmente los trópicos americanos desde México hasta Chile y Argentina.

3. Los bambúes leñosos (Neo-tropicales): que son todos los bambúes que crecen silvestres en el continente Americano con excepción de los que viven en Estados Unidos como silvestres.

4. Los bambúes leñosos (Paleo tropicales): que son aquellas especies que viven en los trópicos de la India, China, Japón, las Islas del Pacífico, y todos los bambúes leñosos que crecen en África y norte de Australia. Estos dos últimos grupos juntos forman a las Bambuseae” (Mercedes, 2006).

3.6 MARCO CONCEPTUAL

- Caracterización ambiental: se refiere a la evaluación del ecosistema del lugar de estudio.
- Costo presupuestario: es la valoración monetaria de la suma de recursos financieros necesarios para sufragar el uso de los recursos humanos y materiales, es indispensable en la realización de obras contenidas en proyectos de las dependencias y entidades públicas o privadas.
- Método superlativo: se utiliza para hacer alguna comparación entre dos objetos o más con el fin de demostrar la su superioridad.
- Comprobación de hipótesis: son comprobadas las afirmaciones de la teoría mediante la investigación empírica concreta.

3.7 HIPÓTESIS

El bambú posee las propiedades necesarias para ser considerado como uno de los materiales de uso nacional en la República Dominicana. Generar normativas y ordenanzas que regulen su uso en el campo de la construcción podrían fomentar el desarrollo y construcción de edificaciones eco-amigables.

3.7.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	PREGUNTAS DE LOS INSTRUMENTOS
Destacar la disminución del impacto ambiental negativo mediante la utilización del bambú como un material constructivo en obras civiles.	Caracterización ambiental	Se refiere a la evaluación del ecosistema del lugar de estudio.	Vegetación Clima Suelo	Nominal Nominal Nominal	¿Qué condiciones geográficas y medioambientales posee la República Dominicana que favorece a la implementación del bambú como material constructivo?
Calcular los costos asociados al uso del bambú en comparación a la construcción tradicional.	Costo Presupuestario	Es la valoración monetaria de la suma de recursos financieros necesarios.	Producción del Bambú Consumo Cantidad Presupuesto	Numérica Numérica Numérica Numérica	¿Qué beneficios ofrece el bambú en el ámbito de la construcción en cuanto a mano de obra y tiempo de ejecución para la misma?
Demostrar que el bambú está a la altura de materiales convencionales de la construcción.	Método Superlativo	Se utiliza para hacer alguna comparación entre dos objetos o más con el fin de demostrar la su superioridad.	Resistencia Maniobrabilidad	Numérica Nominal	¿Qué ventajas económicas posee el bambú como material constructivo con respecto al concreto y el acero?
Indicar la factibilidad que tiene el bambú como un elemento estructural resistente.	Comprobación de hipótesis	Son comprobadas las afirmaciones de la teoría mediante la investigación empírica concreta.	Verificación de los datos	Numérica	¿Qué accesibilidad económica ofrece el bambú hacia la población para la construcción de viviendas?

TABLA NO. 2: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Fuente: Elaboración de los autores



Imagen No. 12.- Iglesia Privada.
Arquitecto: Simón Vélez. Fotografía: BBC Worldservice.
Plataforma de Arquitectura.

4.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Es una investigación de enfoque mixto, ya que participa como proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos de un mismo objeto de estudio (el bambú), para demostrar la fiabilidad del material.

4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

- Es una investigación descriptiva porque se fundamenta en la recolección, evaluación y presentación de datos:
- Es una investigación básica: porque parte de la investigación se realiza en laboratorio.
- Es una investigación analítica: ya que se desea comparar con variables o grupo del mismo a donde se quiere aplicar.

4.3 PROCEDIMIENTO

- Para la realización de este trabajo de investigación se ejecutara los siguientes ordenamientos:
- Búsqueda de información bibliográfica (relacionada con la temática).
- Diseño de instrumentos de recolección de datos.
- Organización y análisis de los datos.
- Redacción del informe final.
- También: Demostración de esta teoría en la práctica: Mariposario, Jardín Botánico.

4.4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

4.4.1. TÉCNICAS

- Se utilizó la técnica de observación de campo y laboratorio.

4.4.2. INSTRUMENTOS

- Se empleó software para determinar los parámetros físicos del material de estudio.
- Se aplicó el programa Excel para la realización de presupuestos, gráficos, etc.
- Se dispuso el programa ETABS para el diseño de la estructura planteada.



Imagen No. 13.- Iglesia Privada.
Arquitecto: Simón Vélez. Fotografía: BBC Worldservice.
Plataforma de Arquitectura.

5.0 ANÁLISIS DE LOS DATOS

La metodología empleada en la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del bambú, se basa en las consideraciones técnicas de las normas norteamericanas ASTM y la norma colombiana NSR-10 (Manual de Construcción sísmo resistente de viviendas en Madera y Guadua). El material fue provisto por COOPBAMBÚ ubicados en el municipio de Bonaó, Monseñor Nouel, y los estudios se realizaron en el laboratorio de mecánica de los suelos & de materiales de construcción de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), así como también, en el laboratorio de GEOCONSULT, ubicados en el Distrito Nacional, Santo Domingo, en fecha de 12 de Agosto del 2014, revisado y aprobado por la Ing. (a). Mirla Barranco.

En la preparación de las probetas se implementó el siguiente proceso: las cañas de un promedio de 10 metros, se cortaron en 3 secciones de 3 metros de largo c/u aproximadamente. Estas se subdividieron en 4 subsecciones de 36 cm de largo. Las subsecciones fueron a la vez subdivididas en varias muestras de con un valor promedio de 22.23 cm para las guaduas, un 30.0 cm para las vulgaris y un promedio de 23.0 cm para el makinoi.

TIPO DE BAMBÚ	MUESTRA (#)	D. EXT. (cm)	D. INT. V(cm)	A (cm ²)	H (cm)	PESO (gr)	CARGA (kg)	ESFUERZOS (kg/cm ²)
Guadua	G1	9	6.5	33.43	22	515	14,288.15	427.45
Guadua	G2	9.1	6	36.76	22.5	513	13,607.77	370.13
Guadua	G3	9	6.5	30.43	22.2	468	10,886.21	357.71
Vulgaris	V1	9.5	7	32.40	28	1,178	17,326.51	534.81
Vulgaris	V2	9.2	6.9	29.08	32	1,120	15,422.14	530.27
Vulgaris	V3	9	6.8	27.30	30	1,153	14,525.22	532.05
Makinoi	M1	5.5	4	11.19	24	310	5,669.90	506.61
Makinoi	M2	5.3	3.5	12.44	18	340	5,443.10	437.52
Makinoi	M3	5.5	4.2	9.90	27	261	6,803.88	686.99

TABLA NO. 3: ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE MUESTRAS DE BAMBÚ

Fuente: Elaboración de los autores, en el Laboratorio de la UNPHU.

De igual modo para la elaboración del ensayo del módulo elástico a muestras de bambú a compresión uniaxial se tomó en cuenta la muestra del bambú tipo Guadua No. A1 para dicho

experimento realizadas en el laboratorio GEOCONSULT, arrojando los datos mostrados en las siguientes tablas:

MUESTRAS DE BAMBÚ								
Tipo	Muestra (#)	D Ext. (cm)	D Int. (cm)	A (cm ²)	H (cm)	Peso (gr)	Carga (kg)	Esfuerzos (kg/cm ²)
Guadúa	A1	9.55	6.50	37.9	22.00	553.10	13,169.60	347.16
Guadúa	A2	9.50	4.90	52.0	21.00	602.50	15,391.00	295.84

TABLA NO. 4: ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE MUESTRAS DE BAMBÚ.
Fuente: Laboratorio Geocosult

CARGA	LECTURA DEF.	DEF. AXIAL	ESFUERZO
0.0 0	0	0	0.00
893.60	10	0.00011545	23.56
1262.40	20	0.00023091	33.28
2905.00	30	0.00034636	76.58
5299.00	40	0.00046182	139.69
7693.00	50	0.00057727	202.80
9233.00	60	0.00069273	243.39
10174.00	70	0.00080818	268.20
10930.00	80	0.00092364	288.13
11832.00	90	0.00103909	311.90
12650.00	100	0.00115455	333.47
13142.00	110	0.00127	346.44
13169.60	120	0.00138545	347.16

$$50\% \text{ Esfuerzo máximo} = \frac{347.16}{2} = 173.58 \text{ Kg.}$$

Debido a que no se tomaron lecturas para esta carga, se tomaron la lectura más próxima. La Recta secante partirá desde la primera lectura tomada hasta cortar lo más próximo al 50% de la carga de rotura:

Modulo Elastico

$$= \frac{202.795 - 23.56}{0.00057727 - 0.00011545}$$

$$= \frac{179.24}{0.00046182}$$

$$= 388,115.944 \text{ Kg/cm}^2.$$

TABLA NO.5.-: ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO A MUESTRAS DE BAMBÚ EN COMPRESIÓN UNIAXIAL.
Fuente: Laboratorio Geoconsult.

Carga Máxima (kg)	13,169.60
Esfuerzo Máximo (kg/cm ²)	347.16
Módulo Elástico axial secante al 50% carga máxima (kg/cm ²)	388,115.944
Esfuerzo →	$\sigma = P/A$
hhMódulo →	$E_s = \sigma/\epsilon$

TABLA NO.6: RESULTADOS FINAL DE ESTUDIOS A MUESTRA A1.
Fuente: Laboratorio Geoconsult.

Debido a que no se pudieron realizar los ensayos de tracción a las muestras de bambú, y dado los satisfactorios resultados de la compresión (semejantes a estudios ya realizados en otros países), se citaron estudios correspondientes a ensayos aplicados al bambú vulgaris y phyllostachys que se implementó en Venezuela, donde describe los diferentes resultados que dieron las secciones de las cañas, a su vez una comparación entre el bambú vulgaris y el bambú phyllostachys:

“ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ (*Bambusa vulgaris*), DE TRES AÑOS DE EDAD Y PROVENIENTE DE LAS PLANTACIONES UBICADAS EN LA RIBERA DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHAMA, MUNICIPIO FRANCISCO JAVIER PULGAR, ESTADO ZULIA, VENEZUELA”. Styles W. Valero; Elio Reyes; Wilver Contreras.*

PROPIEDADES MECÁNICAS						
Sección	Flexión (kg/cm ²)		Compresión (kg/cm ²)		Tracción (kg)	
	MOR-v	MOR-sa	CP-v	CP-sa	T-v	T-sa
A (BASAL)	1.135,74	1.389,29	489,42	685,87	428,41	534,61
B (MEDIA)	831,09	1.063,56	433,65	536,20	305,90	413,80
C (APICAL)	653,57	673,79	400,00	392,18	195,00	310,00
Promedio	873,46	1042,21	441,02	538,08	309,77	419,47

TABLA NO.7: VALORES PROMEDIO OBTENIDOS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS POR CADA UNA DE LAS SECCIONES DEL BAMBÚ DE LA ESPECIE BAMBUSA VULGARIS.

*T-v: Tracción bambú verde

*T-sa: Tracción secado al horno

*Cp-v: compresión condición verde

*Cp-sa: compresión secado al horno

*MOR-v: flexión bambú verde

*MOR-sa: Flexión secado al horno.

**Ver Imagen No. 57: Secciones de la caña de Bambú. (Anexo)

PROPIEDADES FISICAS						
Especie	Bambusa vulgaris			<i>Phyllostachys bambusoides</i>		
	Flexión (MOR) verde (kg/cm ²)			Flexión (MOR) verde (kg/cm ²)		
Sección	A	B	C	A	B	C
X =	1.135,74	831,09	653,57	658,80	712,73	755,41
	Flexión (MOR) seca al aire (kg/cm ²)			Flexión (MOR) seca al aire (kg/cm ²)		
Sección	A	B	C	A	B	C
X =	1.389,29	1.063,56	673,79	928,39	1.065,07	1141,18
	Compresión verde (kg/cm ²)			Compresión verde (kg/cm ²)		
Sección	A	B	C	A	B	C
X =	489,42	433,65	400,00	288,20	317,87	344,87
	Compresión seca al aire (kg/cm ²)			Compresión seca al aire (kg/cm ²)		
Sección	A	B	C	A	B	C
X =	685,87	536,20	392,18	366,61	443,00	480,18
	Tracción verde (kg)			Tracción verde (kg)		
Sección	A	B	C	A	B	C
X =	428,41	305,90	195,00	955,44	1.044,67	1.075,11
	Tracción seca al aire (kg)			Tracción seca al aire (kg)		
Sección	A	B	C	A	B	C
X =	534,61	413,80	310,00	1.129,58	1.205,27	1.336,19

TABLA NO.8: VALORES PROMEDIO OBTENIDOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA ESPECIE BAMBUSA VULGARIS PLANTADO EN VENEZUELA COMPARADAS CON LA ESPECIE PHYLLOSTACHYS BAMBUSOIDES POR CADA UNA DE LAS SECCIONES DEL BAMBÚ.

Finalmente, con los ensayos ya vistos anteriormente que se llevaron a cabo a las muestras de bambú (con las prácticas ya realizadas en países como en Venezuela, Colombia, entre otros), podemos afirmar que los valores arrojados son eficientes para tomar una decisión objetiva al momento en el cual se está desarrollando un diseño de edificación, tal como es el caso.

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Jardín de las Mariposas del Jardín Botánico Nacional, República Dominicana. Se tiene el interés de crear el jardín de las mariposas como destino nacional con exhibición para visitantes locales y extranjeros, donde se pueda disfrutar de una bella muestra de las mariposas de nuestro país. Agregando un nuevo atractivo al Jardín Botánico donde se desarrollará la cría de mariposas y mostrar la mayor cantidad de especies existente en la República Dominicana, obteniendo así, un espacio educativo, donde se persigue estimular al visitante a la protección y preservación de nuestra biodiversidad.

El jardín de las mariposas es un proyecto sostenible con diferentes vertientes de impacto social: tienda de recuerdos, suplida por productos artesanales dominicanos, producidos por integrantes de diferentes instituciones y fundaciones Educativas, sin fines de lucro del país.

Este proyecto se incorporará a los diferentes pabellones que tiene nuestro Jardín Botánico Nacional y al amplio programa de educación ambiental y de biodiversidad que ha ido desarrollando exitosamente, con la intención de mostrar el proceso de metamorfosis de las mariposas, su cuidado, reproducción y su interacción con las plantas.

- ❖ El Jardín De Las Mariposas será un espacio conformado básicamente por dos áreas:
 1. Áreas Verdes para el Jardín de Mariposas: donde estarán las fincas, senderos, espacios de descanso, eventos, juegos, etc...
 2. El Jardín de Mariposas o Mariposario: con la entrada a través de la tienda de recuerdos, área de laboratorio, área de reproducción y esparcimiento.

El mismo se desarrollara en un lote del jardín botánico nacional con un área aproximada de unos 6,600m² para un 100% del terreno, él 90 % será destinado a la vegetación ya existente y a las fincas que se van a crear para el desarrollo del jardín de las mariposas, solo se usara alrededor de unos 520m² divididos en dos: área de tienda para el Mariposario, el Laboratorio para la reproducción y conservación de las especies; los baños con un área de 180m²; y un pabellón al sol de 340m² del Mariposario, ocupando solo el 10% del terreno.

Los materiales predominantes serán el bambú en la estructura y cierre, usado como acero vegetal, y la cana como material de la cubierta, esto es para el área de reproducción y en el caso del mariposario se usara hierro de estructura, serán de cierre y cubierta.

Entre los objetivos que se trazaron el Arquitecto Emilio Olivo, el Ingeniero William Read, Francina Lama (Directora-Coordinadora del Proyecto) y Fausto Fernández (Coopbambu), para el Mariposario, en el Jardín Botánico Dr. Rafael María Moscoso, están:

1. Un lugar para el disfrute de todos.
2. Que la vegetación del jardín y las fincas, el agua y la naturaleza de los materiales puedan crear el ambiente del lugar.
3. El proyecto no busca una estética específica, sino la de los materiales que utilizaremos y la vegetación creada para las mariposas.
4. Edificio de rápida fabricación.
5. Ventilaciones cruzadas.
6. Iluminación natural en su mayor parte.
7. El uso de energías renovables.
8. Un edificio sostenible.
9. Una nueva forma de ver el espacio público dentro del jardín botánico nacional.
10. Un espacio para las expresiones culturales, científicas y artísticas.

5.2 ANÁLISIS DEL DISEÑO DEL MARIPOSARIO.

Luego de haber obtenido de manera positiva y satisfactoria los resultados del laboratorio de las muestras del bambú Guadua, se quiso realizar y comprobar que es un material confiable, resistente y duradero el cual no presentara daño alguno estructuralmente.

Para esto se tomó la iniciativa de realizar una réplica, específicamente, de la parte estructural hecha de bambú del proyecto: *Él Jardín De Las Mariposas (Mariposario)*, que está siendo desarrollado en el Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael María Mocosó, estando este localizado en la República Dominicana en el archipiélago de las Antillas Mayores, en la ciudad de Santo Domingo, Distrito Nacional, utilizando como herramienta el programa de análisis tridimensional extendido y diseños de edificaciones, o más bien conocido por su abreviación en inglés ETABS. Específicamente la versión del año 2013.

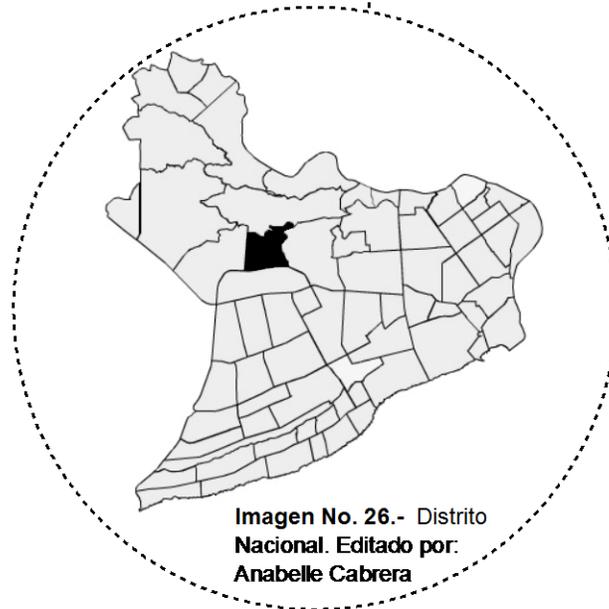
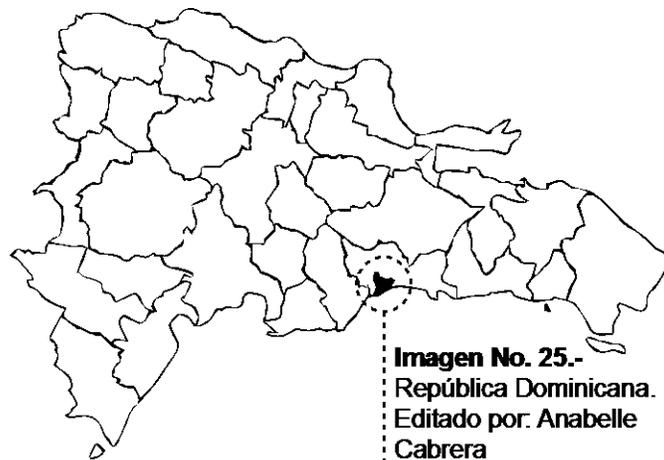




Imagen No. 27.- Ubicación del Mariposario, del Jardín Botánico Nacional (1).
Francina Lama (Encargada del Proyecto) y Colaboradores.

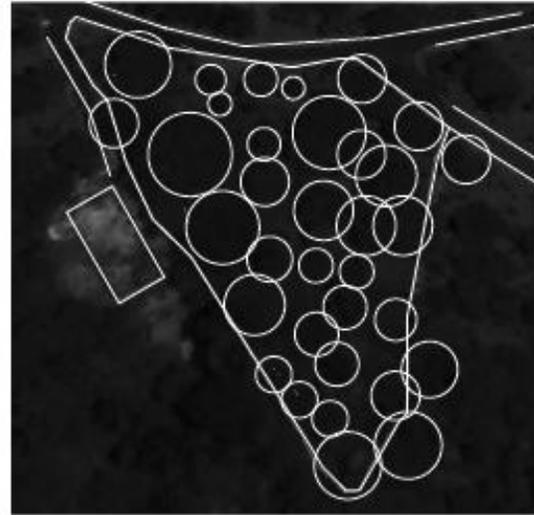
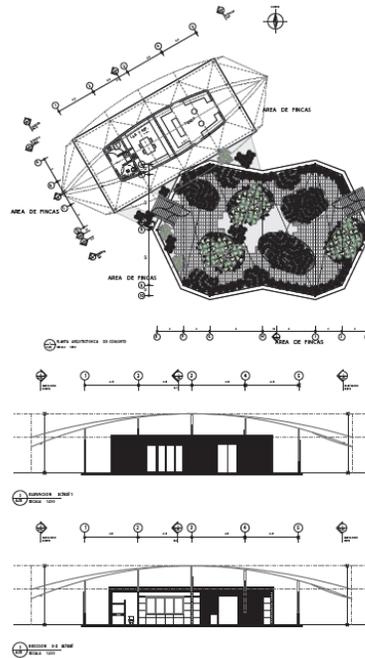
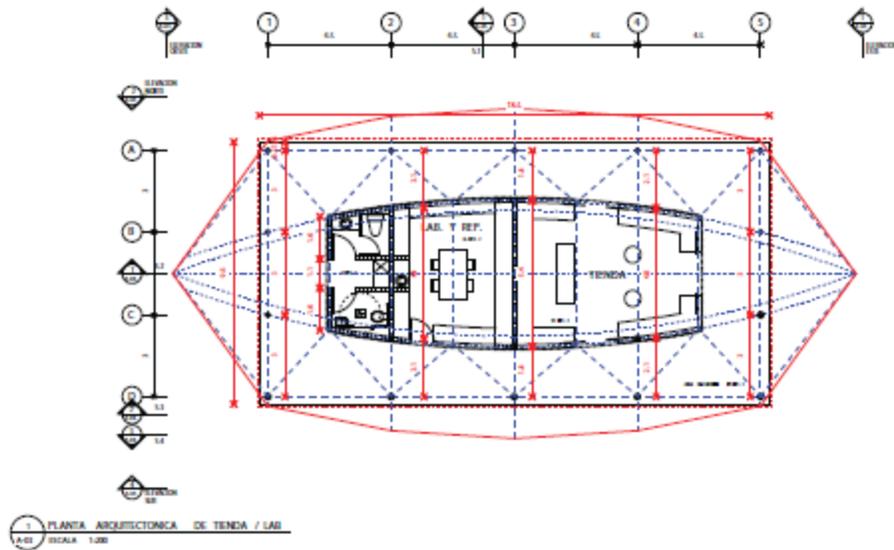
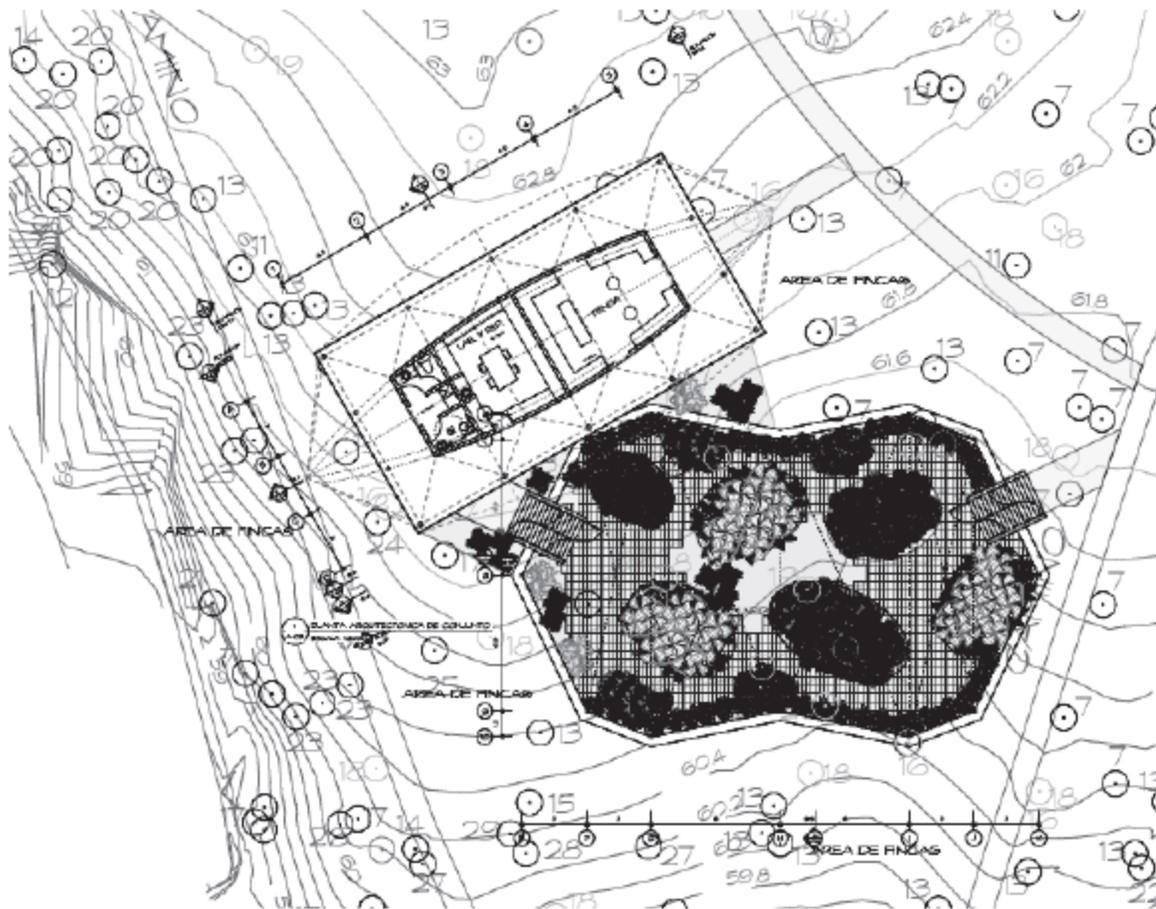


Imagen No. 28.- Ubicación del Mariposario, del Jardín Botánico Nacional (2).
Francina Lama (Encargada del Proyecto) y Colaboradores.

Para la realización del diseño tridimensional de la estructura de bambú, fue necesario recurrir a los planos arquitectónicos suministrados por el encargado del proyecto, el arquitecto Emilio Olivo para una mejor comprensión de la misma al momento de realizar en el software el diseño de la estructura en tercera dimensión.





El interés por el proyecto está enfocado en la estructura conformada en su totalidad del material bambú (área de la tienda Mariposario donde se encontrara el laboratorio, reproducción y baños con un área de 180m²). Compuesto por 20 pilares (formado de cuatro columnas de Guadua cada pilar) que soportan toda la cargas transmitidas por el techo, donde la cana se utilizará como el material de la cubierta. El techo presenta una abertura en el centro de forma ovalada, dejando así, los laterales del techo a una sola agua.

5.3 ANÁLISIS DE CARGAS DE VIENTO

Se tomaron en consideración ciertos parámetros estructurales: como fueron los reglamentos y normativas de la República Dominicana. En primer lugar utilizamos la norma No. 9-80 de "Recomendaciones Provisionales Para El Análisis Por Viento De Estructuras", este fue promulgado en Octubre de 1980 y fue puesto en vigencia el 1ro. De Enero de 1981. Cabe destacar que no ha recibido modificaciones y que siguen siendo los parámetros tomados en cuenta al momento del diseño. A continuación los datos y fórmulas que empleadas:\

5.3.1 EMPUJES ESTÁTICOS

Donde las presiones o succiones debidas al viento se supondrán perpendiculares a la superficie sobre la cual actúan. Su intensidad se calculara con la expresión:

$$p = 160 ZUKC \quad (\text{Kg/m}^2)$$

Dónde:

Z, se tomara de la tabla No. 1, pág. 6 **

U, se tomara de la tabla No. 2, pág. 8 **

K, se tomara de la tabla No. 3, pág. 9 **

C, se tomara de la tabla No. 4, pág. 10 **

**** Norma No. 9-80 Recomendaciones provisionales para el análisis por viento de estructuras.**

La fuerza resultante de la acción del viento se calculara con la expresión:

$$P = p \cdot A$$

Dónde:

p, empuje estático

A, Área del techo

5.3.2 ZONIFICACIÓN

A los efectos de estas recomendaciones, la República Dominicana se considerara dividida en 3 zonas de acuerdo a los niveles de velocidad de viento. Santo Domingo se encuentra incluida dentro de la Zona 1 denominada “Zona de alta velocidad” con vientos de hasta 250 km/h, tomando como coeficiente $(Z) = 1$.

5.3.3 CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS SEGÚN SU FUNCIÓN O USO

El jardín de las Mariposas será clasificada dentro del Grupo A, que abarcan construcciones cuyas funciones sean importantes para la sociedad y que, por lo tanto, no deban de sufrir daños estructurales o de otro tipo que las hagan inoperables. El coeficiente (U) que se tomó por el grupo al cual pertenece es de 1.1.

5.3.4 VELOCIDAD DEL VIENTO EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Se ha observado que la velocidad del viento incrementa en función de la altura sobre el nivel del suelo. Por tal motivo, se introduce el coeficiente (K), el cual afecta el empuje estático producido por el viento. La estructura tiene una altura de 5m, por lo tanto adquiere un coeficiente de 1.

5.3.5 FORMA DE LA ESTRUCTURA O EDIFICACIÓN

La presión real que actúa sobre una edificación depende de la forma que esta tenga. El tipo estructura seleccionada fue la 1.1, para la cual se dice que: “para superficies perpendiculares a la dirección del viento, en edificaciones cerradas cuya relación de altura al ancho mínimo sea inferior a 5”. Es por esto que, el coeficiente (C) que se tomó fue de 1.2.

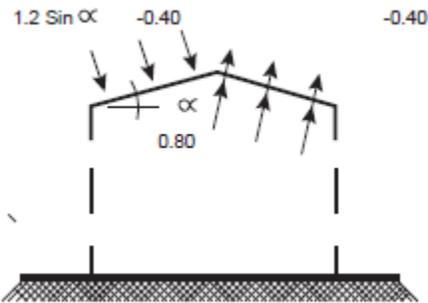
5.3.6 PRESIÓN PRODUCIDA POR EL VIENTO

Un viento de velocidad “V” produce una presión en los puntos de la superficie sobre la cual actúa, expresada por:

$$P = V^2/16 \quad (\text{Kg/m}^2)$$

Donde V se expresa en metros por segundos. Debido a fenómenos que han ocurrido en el país desde 1980 hasta el momento, se tomó como velocidad para la Zona 1= 250km/h. Dándonos así una presión de hasta 301.37 kg/m²

5.3.7 ESTRUCTURAS QUE AMERITAN LA DESCOMPOSICIÓN DE LA PRESIÓN DEL VIENTO



CUBIERTA A DOS AGUAS CON ABERTURA LATERAL MAYOR DE UN 30 PORCIENTO DEL ÁREA TOTAL EXPUESTA.

GRÁFICO NO.2: DESCOMPOSICION DE LA PRESION DEL VIENTO

Cuando las dimensiones y distribución de los elementos portantes de una estructura demanden la descomposición del viento en compresión y succión, se utilizan las indicaciones siguientes: Utilizando la siguiente fórmula: $P \cdot 1.2 \sin \alpha - 0.40$ y $P \cdot -0.40$ correspondiente a la succión y compresión arrojaron los siguientes datos:

Succión: -105.22 kg/m²

Compresión: -124 kg/m²

5.4 UNIONES

En el capítulo G.12.11.1, del Manual NSR-10, de Colombia, se constata lo siguiente:

Estas disposiciones son aplicables a las uniones contenidas en la NTC 5407 “Uniones de estructuras con Guadua Angustifolia Kunth”. Todo elemento constituyente de una unión debe diseñarse para que no falle por tensión perpendicular a la fibra y corte paralelo a la fibra. En el caso de usar cortes especiales en la guadua se deben tomar las medidas necesarias para evitar que estos induzcan la falla de la unión.

5.4.1 TIPOS DE CORTES

Los tres tipos de cortes más utilizados para la fabricación de uniones con Elementos de guadua, son: corte recto, corte boca de pescado y corte pico de flauta.

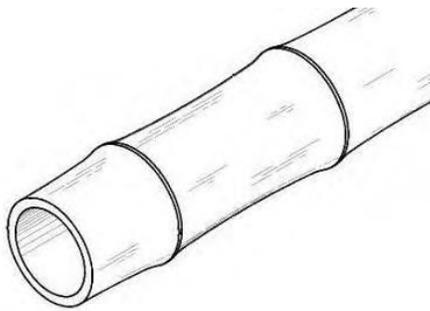


Imagen No. 29: G.12.11-1 - Corte Recto

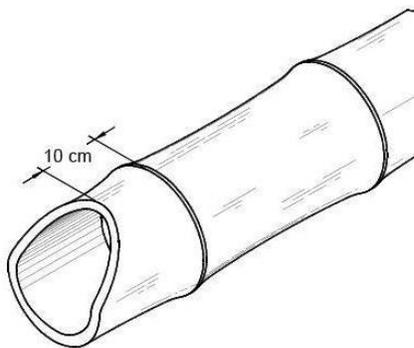


Imagen No. 30: G.12.11-2 - Corte Boca de pescado

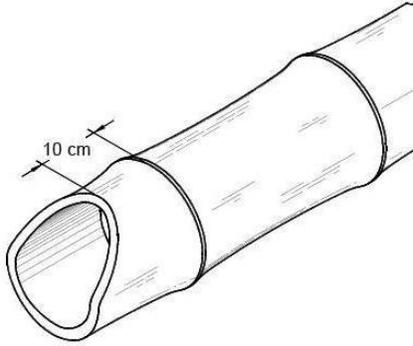


Imagen No. 31: G.12.11-3 - Corte Pico de flauta

5.4.2 UNIONES EMPERNADAS

Estas disposiciones son aplicables a uniones empernadas de dos o más elementos de guadua o a uniones de elementos de guadua con platinas metálicas o para la fijación de guadua a elementos de concreto por medio de platinas y anclas. Las uniones empernadas se utilizan generalmente cuando las solicitudes sobre una conexión son relativamente grandes, requiriendo por lo tanto el uso de pernos, normalmente acompañados de platinas de acero.

Los pernos y platinas usados en las conexiones empernadas deben ser de acero estructural con esfuerzo de fluencia no menor de 240 MPa; el diámetro mínimo permitido para los pernos es de 9.5 mm (#3) y el espesor mínimo de las platinas será de 4.8 mm. (3/16"). Todos los pernos y demás elementos metálicos de la unión deben estar diseñados de acuerdo a los requisitos estipulados en el Título F de la presente norma y en el caso en que la unión sea entre un elemento de guadua y otro de concreto, la longitud e anclaje debe ser tal que cumpla con las exigencias del Título C de la misma norma. Todos los elementos metálicos usados en uniones empernadas que estarán expuestas a condiciones ambientales desfavorables deben tener algún tipo de tratamiento anticorrosivo.

Es permitido el uso de abrazaderas o zunchos metálicos dentro del diseño de las conexiones, siempre y cuando se tomen las precauciones pertinentes para evitar el aplastamiento y la falla por compresión perpendicular a la fibra en elementos individuales, así como la separación y el deslizamiento entre elementos conectados.

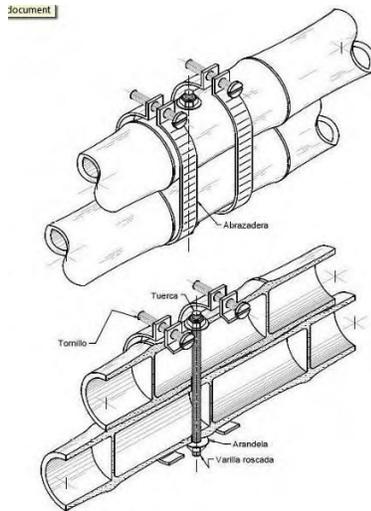


Imagen No. 32: G.12.11-4 – Zunchos

En el caso de uniones en las cuales los culmos de guadua estén sometidos a cargas de aplastamiento, se hace necesario rellenar los entrenudos adyacentes a la unión y por donde pasen pernos con una mezcla de mortero de cemento en relación 1 a 3, preferiblemente con un aditivo plastificante que garantice la fluidez de la mezcla.

En toda unión empernada que carezca de platinas, se deben utilizar arandelas metálicas entre la tuerca y la guadua o entre la cabeza del perno y la guadua, de acuerdo con la tabla G.12.11-1.

Diámetro del perno (mm)	9.5	12.7	15.9
Espesor de la arandela (mm)	4	5	6
Diámetro externo arandelas (mm)	45	50	65

Tabla No. 9: G.12.11-1 > Dimensiones mínimas de arandelas para uniones empernadas
Fuente: Norma NSR-10

Todos los elementos metálicos utilizados en uniones emperradas, construidas con elementos de guadua húmeda ($CH > 30\%$), o sometidos a ambientes húmedos o con alto contenido de salinidad deben tener un tratamiento anticorrosivo.

Las cargas admisibles para uniones emperradas sometidas a cizallamiento doble se determinarán a partir de los valores P , Q y T dados en la tabla G.12.11-2, en función del diámetro exterior de la guadua (D_e) D_e y del diámetro del perno (d).

Los valores de P indicados serán utilizados cuando la fuerza en la unión sea paralela a las fibras, tanto del elemento central como de los elementos laterales si los hubiese.

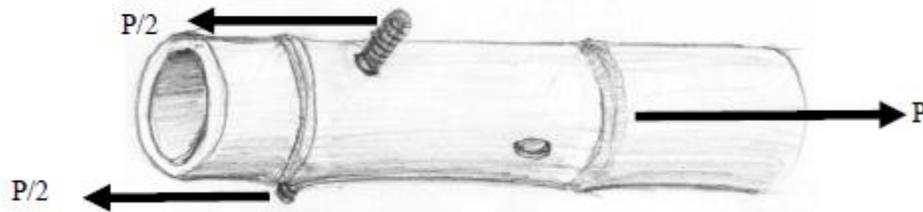


Imagen No. 33: G.12.11-5 carga p

Carga P

Las cargas admisibles cuando la fuerza es paralela a las fibras del elemento central pero perpendicular a las fibras de los elementos laterales, o viceversa, se indican como Q , siempre y cuando el elemento central y los elementos laterales se encuentren en planos paralelos.

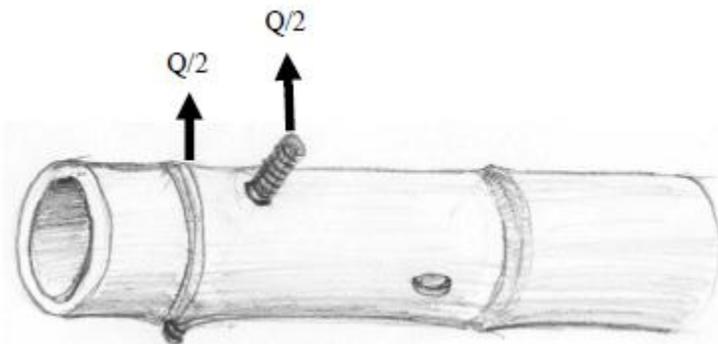


Imagen No. 34: G.12.11-6 - Carga Q

Las cargas admisibles cuando la fuerza es perpendicular a las fibras de uno de los elementos y paralela a las fibras en el otro se indican como T, siempre y cuando los elementos de guadua estén en el mismo plano.

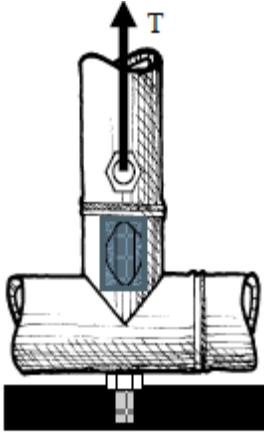


Imagen No. 35: G.12.11-7 - Carga T

Las cargas admisibles P y Q corresponden a dos situaciones límites. Si la fuerza en la unión sigue la dirección del elemento central pero forma un ángulo α con la dirección de las fibras de los elementos laterales, o viceversa, la carga admisible se determinará mediante la ecuación de Hankison:

$$N = \frac{PQ}{P \sin^2 \alpha + Q \cos^2 \alpha} \quad (\text{G.12.11-1})$$

Los valores de la tabla G.12.16, corresponden a uniones con un solo entrenudo entre el perno y el extremo del elemento. Si hay dos o más entrenudos entre el perno y el extremo del elemento, los valores de la tabla G.12.11-2 se podrán incrementar en un 30%, es decir el coeficiente de modificación por este concepto es de 1.3. Los valores de Q y T no se pueden modificar.

Las cargas admisibles dadas en la tabla G.12.11-2 son representativas de guaduas con un contenido de humedad inferior al 19% y que se mantendrán secas durante su tiempo de servicio. En conexiones de 4 o más miembros cada plano de corte será evaluado como una conexión de cizallamiento simple. El valor de la conexión se calculará con el valor nominal más bajo así obtenido, multiplicado por el número de planos de corte

Perno	De	P	Q	T
	(mm)	(N)	(N)	(N)
#3	80	7212	2885	2000
	90	8008	3203	2100
	100	8804	3522	2200
	110	9601	3840	2300
	115	10041	4016	2400
	120	10481	4193	2500
	125	10922	4369	2600
	130	11362	4545	2700
	135	11802	4721	2800
	140	12242	4897	2900
	150	13039	5216	3000
#4	80	9710	3884	2000
	90	9916	3966	2100
	100	10943	4377	2200
	110	11970	4788	2300
	115	12521	5009	2400
	120	13072	5229	2500
	125	13623	5449	2600
	130	14174	5670	2700
	135	14725	5890	2800
	140	15276	6110	2900
	150	16303	6521	3000
#5	80	11540	4616	2000
	90	12806	5122	2100
	100	13250	5300	2200
	110	14515	5806	2300
	115	15185	6074	2400
	120	15855	6342	2500
	125	16525	6610	2600
	130	17195	6878	2700
	135	17865	7146	2800
	140	18535	7414	2900
150	19800	7920	3000	

Tabla No. 10: G.12.11-2 > Cargas admisibles para uniones empernadas con doble cizallamiento. Fuente: Norma NSR-10

5.4.3 CARGAS ADMISIBLES PARA UNIONES EMPERNADAS CON DOBLE CIZALLAMIENTO

Las cargas admisibles de la tabla G.12.11-2 corresponden a uniones con un solo perno.

Cuando una unión requiera más de dos pernos en línea paralela a la dirección de la carga, la carga admisible de la unión se obtendrá multiplicando los valores admisibles por perno obtenidos de dicha tabla, por el número de pernos y por un coeficiente de reducción por grupo, C_g , de acuerdo a la tabla G.12.11-3.

Clase de unión	Numero de pernos				
	2	3	4	5	6
Uniones con elementos de guadua	1.0	0.97	0.93	0.89	0.82
Uniones con elementos de acero	1.0	0.98	0.95	0.92	0.90

Tabla No. 11: G.12.11-3 > Clase de unión
Fuente: Norma NSR-10

Coeficiente de reducción por grupo C_g

El coeficiente de reducción por grupo solo puede aplicarse a la carga P, la carga Q y T no se pueden modificar.

Si se utilizan arandelas de forma cóncava que permitan una mejor distribución de la carga en las paredes de la guadua y siempre y cuando los cañutos donde estas estén ubicadas estén rellenos de mortero de cemento se podrán incrementar las cargas de la tabla G.12.16 en un 25%, los valores de Q no se pueden incrementar.

El espaciamiento entre los pernos no debe ser inferior a 150 mm ni superior a 250 mm, en todo caso debe existir un entrenudo entre cada perno. La distancia desde el perno hasta el extremo libre del elemento debe ser superior a 150 mm en uniones sometidas a tracción y 100 mm en uniones sometidas a compresión

5.4.4 OTRAS UNIONES

Se permitirán otros tipos de uniones, siempre y cuando estas sean verificadas por un estudio científico con no menos de 30 ensayos, que permita verificar que la capacidad de la unión propuesta es equivalente o superior a las expuestas en la presente norma.

06 DISEÑO TRIDIMENSIONAL (RESULTADOS ETABS)



Imagen No. 36.- Marposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (10). Fotografía por: Los Autores. Edición por: Añabele Cabrera

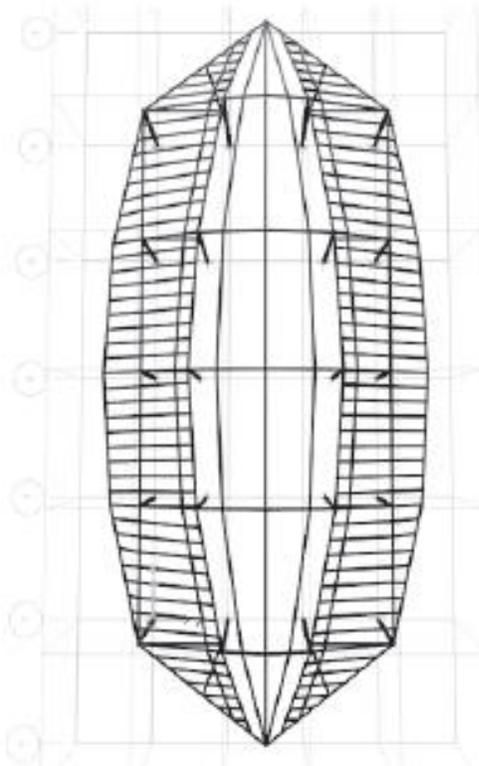


Imagen No. 37.- Vista en Planta de la Estructura Propuesta para el Marposario, Jardín Botánico de Santo Domingo. Fuente: Elaboración de los autores.

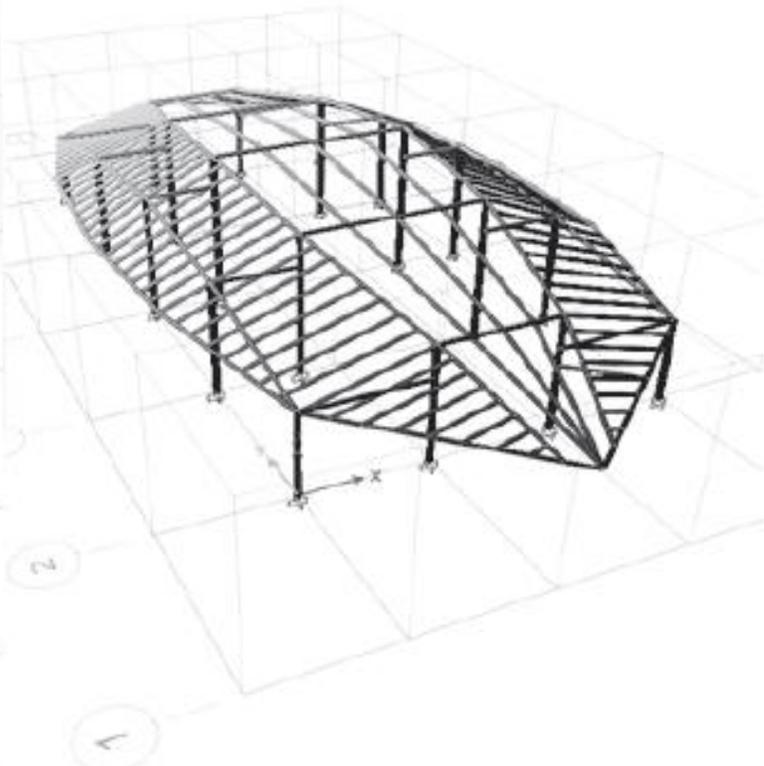


Imagen No. 38.- Perspectiva (1) de la Estructura Propuesta para el Marposario, Jardín Botánico de Santo Domingo. Fuente: Elaboración de los autores.



Imagen No. 36.1: Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (8).
Fotografía por los Autores.
Edición por: Anabelle Cabrera.



Imagen No. 36.2: Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (9).
Fotografía por los Autores.
Edición por: Anabelle Cabrera

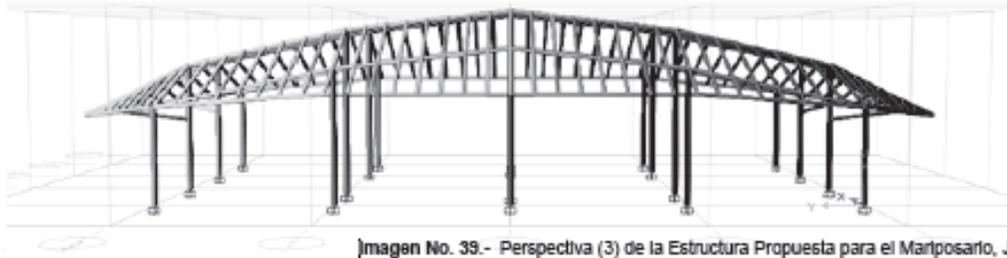


Imagen No. 39.- Perspectiva (3) de la Estructura Propuesta para el Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo. Fuente: Elaboración de los autores.

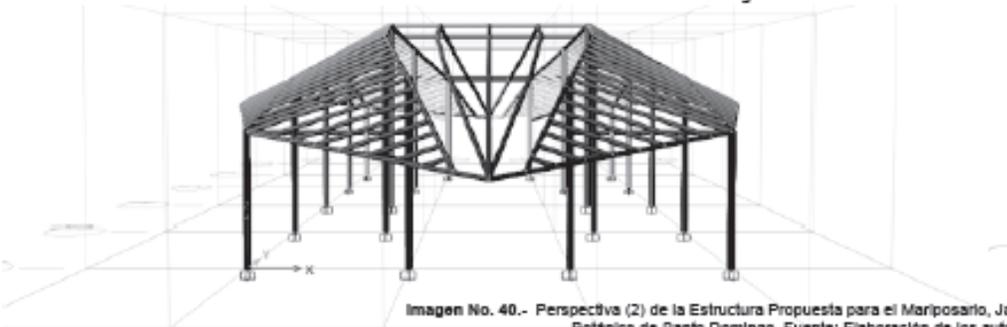


Imagen No. 40.- Perspectiva (2) de la Estructura Propuesta para el Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo. Fuente: Elaboración de los autores.

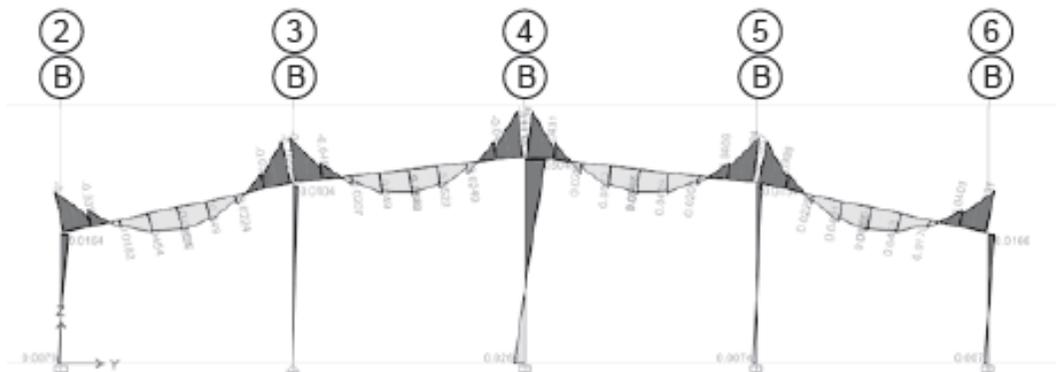


Imagen No. 41.- Diagrama de Momento Actuante (1).
MOM 3-3 COMB. UD CON 15.
Fuente: Elaboración de los autores.

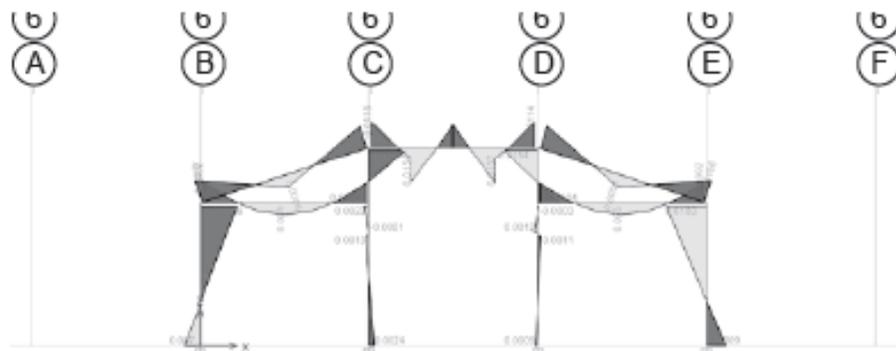


Imagen No. 42.- Diagrama de Momento (2).
MOM 3-3 COMB. UD CON 15.
Fuente: Elaboración de los autores.

**Ver Imagen No. 59: Diagrama para la viga B136 (Anexo). Fuente: Elaboración de los autores.

07 ANALISIS DE COSTO (PRESUPUESTO)

PROYECTO: "Tienda/laboratorio Mariposario"						
15 de Noviembre del año 2014						
ORDEN	PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL
1	Trabajos Preliminares					82,671.61
1.1	Replanteo y control topografico	1.00	Pa	30,000.00	30,000.00	
1.2	Charranchar	32.10	ml	56.91	1,826.81	
1.3	Furgón para almacenar materiales	1.00	Pa	25,000.00	25,000.00	
1.4	Sereno	2.00	Mes	12,500.00	25,000.00	
1.5	Fumigación fundaciones	12.80	M ²	66.00	844.80	
2	Movimiento de tierra					17,904.10
2.1	Corte y carguo de material inservible	25.00	m ³	106.14	2,653.50	
2.2	Bote de material inservible	30.00	m ³	153.90	4,617.00	
2.3	Excavación a mano de zapatas	12.80	m ³	250.00	3,200.00	
2.4	Relleno compactado	27.52	m ³	125.00	3,440.00	
2.5	Bote material excavado	15.38	m ³	260.00	3,993.60	
3	Estructuras de hormigon					97,714.26
3.1	Losa de hormigón	18.00	m ³	5,428.57	97,714.26	
4	Estructuras de Bambú					65,453.16
4.1	Bambú guadua para columnas C-1	84.00	ml	150.00	12,600.00	
4.2	Bambú Makinói para estructura de techo y vigas	781.32	ml	60.00	46,879.20	
4.3	Zapatas para columnas de bambú Guadua	20.00	ml	150.00	3,000.00	
4.4	5% Material sobrante y desperdicios (Guadua)	4.20	ml	150.00	630.00	
4.5	5% Material sobrante y desperdicios (Makinói)	39.07	ml	60.00	2,343.96	
4.6	Material total utilizado	885.32	ml	0.00	0.00	
5	Cubierta de techo					40,870.00
5.1	Techo de cana	134.00	m ²	305.00	40,870.00	
6	Acero					2,240.00
6.1	Acero grado 40 Ø3/8	1.00	qq	2,240.00	2,240.00	
7	Mortero					2,593.74
7.1	Mortero 1:4	9.83	m ²	263.86	2,593.74	
8	Muros de Bambu					1,818.00
8.1	Fibras de bambú para muro	121.20	m ²	15.00	1,818.00	
9	Encofrado Y desencofrado					20,779.57
9.1	Encofrado y Desencofrado de Muro	96.96	ml	129.50	12,556.32	
9.2	Encofrado y Desencofrado de Losa	63.50	ml	129.50	8,223.25	
10	Terminacion de superficie					11,570.58
10.1	Pañete	24.34	m ³	263.86	6,422.35	
10.2	Cantos	48.48	ml	62.93	3,050.85	
10.3	Fraguache	12.07	m ³	74.50	899.22	
10.4	Mochetas	19.88	m ²	60.27	1,198.17	
11	Revestimientos de muros					10,680.00
11.1	Ceramica blanca 0.25x0.40mt baños	20.00	m ²	270.00	5,400.00	
11.2	Bambú decorativo para muros	88.00	m ²	60.00	5,280.00	
12	Terminacion en pisos					43,002.15
12.1	Cerámica 0.45x0.45 mt para Laboratorio	128.00	m ²	295.00	37,760.00	
12.2	Cerámica 0.45x0.45 mt para Baños	18	m ²	295	5242.15	
13	Pinturas					13,050.84
13.1	Pintura exterior	2.00	Cubetas	3,262.71	6,525.42	
13.2	Pintura interior	2.00	Cubetas	3,262.71	6,525.42	

14	Puertas, ventanas					44,358.12
14.1	Ventana Corredera Aluminio y Cristal	3.50	m ²	6,216.36	21,757.26	
14.2	Puertas en madera para baños	2.00	Ud	11,300.43	22,600.86	
15	Muebles y ebanisteria					84,300.50
15.1	Gabinetes aereo y de pared para laboratorio	1	Ud	40000.00	40,000.00	
15.2	Muebles y Gabinetes para Tienda Mariposario	1	Ud	34000.00	34,000.00	
15.3	Puerta Principal del Laboratorio	1	Ud	10300.50	10,300.50	
16	Herramientas y utilidades					64,638.89
16.1	Kit de equipo para Laboratorio Mariposario	1	ud	30000.00	30,000.00	
16.1	Mesa de Trabajo	1	ud	7500.00	7,500.00	
16.2	Computadora	1	ud	13450.47	13,450.47	
16.3	Extintor de Fuego	2	ud	6844.21	13,688.42	
17	Instalacion electrica					20,216.08
17.01	Interruptor Simple Levinton	8.00	ud	81.62	652.96	
17.02	Interruptor Doble Levinton	2.00	ud	126.14	252.28	
17.03	Cajas electricas 2x4	25.00	ud	32.00	800.00	
17.04	Cajas octagonales	18.00	ud	39.00	702.00	
17.05	Semi-curvas	95.00	ud	3.28	311.80	
17.06	Tubos electricos	33.00	pies	68.00	2,244.00	
17.07	Rocetas de porcelanas con bombillas	12.00	ud	68.00	816.00	
17.08	Salidas coaxial	5.00	ud	100.17	500.85	
17.09	Salidas de teléfonos	1.00	ud	122.43	122.43	
17.10	Alambre electrico 2.5 mm	1,200.00	pies	4.75	5,700.00	
17.11	Alambre electrico 4.0 mm	50.00	pies	8.00	400.00	
17.12	Caja braker 2-4 C	1.00	ud	800.00	800.00	
17.13	Bombillos	12.00	ud	49.00	588.00	
17.14	Bticino Tomacorriente doble	5.00	ud	95.00	475.00	
17.15	Abanicos de techo con luminaria	2.00	ud	3,377.12	6,754.24	
17.16	Tape	3.00	ud	65.00	195.00	
18	Instalacion sanitaria					45,913.85
18.01	Accesorios de baño	2.00	ud	4,639.83	9,279.66	
18.02	Espejos de baños	2.00	ud	843.22	1,686.44	
18.03	Inodoro Blanco	2.00	ud	2,360.17	4,720.34	
18.04	Lavamanos de Pedestal Blanco	2.00	ud	1,394.07	2,788.14	
18.05	Llave de 1/2 Roca manguera pesada	1.00	ud	156.78	156.78	
18.06	Llave angular de 1/2 americana	3.00	ud	134.75	404.25	
18.07	Niple de 1/2 x 2 niquelado	5.00	ud	75.42	377.10	
18.08	Cubrefalta 1/2 bola	6.00	ud	6.36	38.16	
18.09	Llave de paso de 1/2 Bola	1.00	ud	139.83	139.83	
18.10	Tubo Flexible para inodoro de metal conflex	2.00	ud	84.75	169.50	
18.11	Tubo flexible para lavamano metal conflex	2.00	ud	82.20	164.40	
18.12	Rejillas de piso de 1 1/2 Niquelada	4.00	ud	51.69	206.76	
18.13	Fregadero Doble	1.00	ud	2,368.64	2,368.64	
18.14	Boquilla de fregadero de metal	2.00	ud	167.80	335.60	
18.15	Mezcladora de fregadero Tipo Sayco	1.00	ud	843.22	843.22	
18.16	Desague doble de fregadero	1.00	ud	59.32	59.32	
18.17	Cola para boquilla de fregadero de 8"	1.00	ud	16.95	16.95	
18.18	Sifone para lavamanos	3.00	ud	57.63	172.89	
18.19	Reducciones de 2 a 1 1/2 PVC	3.00	ud	12.71	38.13	
18.20	Mezcladora para lavamano Tipo Sayco	2.00	ud	919.49	1,838.98	
18.21	Desague automatico para lavamano de metal	3.00	ud	422.88	1,268.64	
18.22	Junta de cera para inodoro conguia	2.00	ud	38.98	77.96	
18.23	Juego de tornillo de piso para inodoro	2.00	ud	16.95	33.90	
18.24	Tarugo de 3/8 Mamey	6.00	ud	0.81	4.86	
18.25	Tomillo de 1 1/2 tirafondo	6.00	ud	1.91	11.46	
18.26	Cola de tension de 1 1/4 niquelada	8.00	ud	108.47	867.76	

18.27	Couplin de 1/2 HG	4.00	ud	14.41	57.64	
18.28	Adaptador macho PVC	8.00	ud	3.39	27.12	
18.29	Codo galvanizado	5.00	ud	16.95	84.75	
18.30	Niple Galvanizado	8.00	ud	11.44	91.52	
18.31	Tubo de drenaje PVC SDR-41 4" x 19'	4.00	ud	953.39	3,813.56	
18.32	Tubo de drenaje PVC SDR-41 3" x 19'	4.00	ud	584.75	2,339.00	
18.33	Tubo de semi-presion PVC SDR-26 2" x 19'	2.00	ud	415.25	830.50	
18.34	Tubo de semi-presion PVC SDR-26 3/4" x 19'	2.00	ud	93.22	186.44	
18.35	Tubo de presion SCH-40 1.1/2" x 19'	3.00	ud	491.53	1,474.59	
18.36	Tubo de semi-presion PVC SDR-26 3" x 19'	5.00	ud	1,076.27	5,381.35	
18.37	Tubo de presion SCH-40 1/2" x 19'	2.00	ud	156.78	313.56	
18.38	Tubo de semi-presion CPVC SDR-11 1/2" x 10'	9.00	ud	97.46	877.14	
18.39	Cemento PVC	1.00	ud	440.68	440.68	
18.40	Cemento CPVC naranja	1.00	ud	416.10	416.10	
18.41	Codo de drenaje PVC 4" x 90°	5.00	ud	57.63	288.15	
18.42	Tee de drenaje PCV 4"	3.00	ud	92.37	277.11	
18.43	Tee de drenaje PCV 3"	3.00	ud	58.47	175.41	
18.44	Codo de drenaje PVC 3" x 90°	4.00	ud	35.59	142.36	
18.45	Codo de drenaje PVC 2" x 90°	4.00	ud	12.71	50.84	
18.46	Tee de drenaje PVC 2"	3.00	ud	23.73	71.19	
18.47	Codo de presion PVC 3/4" x 90°	5.00	ud	8.47	42.35	
18.48	Tee de presion PVC 3/4"	5.00	ud	7.63	38.15	
18.49	Codo de presion CPVC 1/2" x 90°	3.00	ud	10.17	30.51	
18.50	Tapon CPCV 3/4"	3.00	ud	13.52	40.56	
18.51	Codo de presion CPVC 3/4" x 90°	5.00	ud	11.87	59.35	
18.52	Codo de presion CPVC 1.1/2" x 90°	5.00	ud	19.49	97.45	
18.53	Tee de presion PVC 1.1/2"	5.00	ud	28.81	144.05	
18.54	Codo de presion PVC 1/2" x 90°	5.00	ud	4.62	23.10	
18.55	Tee de presion PVC 1/2"	5.00	ud	5.93	29.65	
19	Obras exteriores: Cisterna					24,782.79
19.1	Movimiento de tierra					7,768.40
19.1.1	Excavacion de material	13.82	m³	250.00	3,455.00	
19.1.2	Bote de material	16.59	m³	260.00	4,313.40	
19.2	Estructura de hormigon					13,245.71
19.2.1	Losa de fondo cisterna	0.97	m²	5,428.57	5,265.71	
19.2.2	Viga amarre 0.20x0.20	0.35	m²	5,428.57	1,900.00	
19.2.3	Columnas de amarre	0.35	m²	5,428.57	1,900.00	
19.2.4	Losa de techo cisterna	0.77	m²	5,428.57	4,180.00	
19.3	Muros					1,920.00
19.3.1	Blocks de 6"	96.00	ud	20.00	1,920.00	
19.4	Terminacion de superficie					69.02
19.4.1	Pañete	0.23	m²	163.86	37.69	
19.4.2	Fino de fondo	0.12	m²	261.06	31.33	
19.5	Miscelaneo					1,779.66
19.5.1	Tapa hierro	1.00	ud	1,779.66	1,779.66	
SUBTOTAL						694,558.24
20.0	Costo indirecto RD\$					150,024.58
20.1	Beneficios		10.00%		69,455.82	
20.2	Transporte		3.00%		20,836.75	
20.3	Seguros		2.50%		17,363.96	
20.4	Imprevistos		5.00%		34,727.91	
20.5	Codia		0.10%		694.56	
20.6	Ley 6-86		1.00%		6,945.58	

TABLA NO. 12: PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MARIPOSARIO, JARDÍN BOTÁNICO DE SANTO DOMINGO.
Fuente: Elaboración de los autores.

Total RD\$	844,582.82
ITBIS 18%	15,202.49
Total Gal. RD\$	859,785.31
Costo por m² (RD\$)	4,776.59

08 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de esta investigación permitió constatar que el bambú, como producto forestal no maderable, ha ido acaparando en los últimos años credibilidad necesaria para garantizar su uso como materia prima en el campo de la construcción. Es posible percibir esto con la aceptación de dicho material en el mercado internacional. Sus características le han otorgado el soporte necesario, y han servido de palanca para su desarrollo, denominándose, a su vez, como un material que favorece la sostenibilidad medioambiental (aspecto de suma relevancia, conociendo la visión actual que ha forjado el mercado con el fin de generar productos finales eco-amigables).

Las pruebas registradas en esta investigación constituyen una respuesta a las preguntas a partir de las cuales surgen los objetivos demostrados anteriormente. Ha sido gracias al ejercicio, que se ha determinado la veracidad y la factibilidad de los conceptos planteados respecto a este material (los cuales, de antemano, expusieron las propiedades mecánicas con las que cuenta este material y que fueron tomadas en cuenta al momento diseñar la estructura). A su vez, implementando las pruebas de manera práctica y tomando como base los conocimientos adquiridos a lo largo del programa académico, se llevó a cabo una simulación del diseño de la estructura. Los resultados del desarrollo de este trabajo ofrecen una respuesta satisfactoria a las preguntas planteadas en el problema de investigación.

En noción de esto, se recomiendan los siguientes puntos:

1. La determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la especie bambú (Bambú Guadua) por la muestra otorgada por Coopbambú, ubicada en Bonao, Provincia Monseñor Nouel, República Dominicana, es la primera investigación que se realiza en el país, obteniéndose resultados muy satisfactorios casi similares a estudios ya realizados en diversos países.

2. Los resultados arrojados de las propiedades físicas y mecánicas obtenidas en el presente estudio, dada la calidad y rigor técnico de los ensayos, nos permiten indicar que al momento de diseñar y calcular una edificación con el bambú en República Dominicana, los valores obtenidos pueden ser tomados en consideración, de forma segura, para el cálculo de un sistema estructural.

3. Los valores más altos en las propiedades mecánicas se produce, de manera descendente, desde la base (A) de la caña, luego la parte media (B) y por último en la parte superior (C). Por ende, se recomienda que los elementos estructurales de una edificación, como las vigas, columnas y correas de techo, sean elaborados con mayor proporción de cañas provenientes del área de la base.

4. Se concluyó que las especies de bambú evaluadas es un producto “lignocelulósico” que presenta valores de propiedades físicas y mecánicas aceptables, y que previamente conservadas contra el ataque de “xilófagos” con sustancias amigables con el medio ambiente y secados las cañas por proceso de horno o aire libre, puede ser usado de manera segura por ingenieros y arquitectos, para la construcción de edificaciones.

5. A su vez se concluyó que por sus propiedades físicas y mecánicas, puede desarrollarse para ser utilizados: cerramientos, artesanías, cielos rasos, puertas, ventanas, tabiquerías, pisos, cercas, entre otras.

6. Se debe de hacer estudios de las propiedades físicas-mecánicas y su relación con las características y propiedades químicas de diferentes tipos y edades, con el propósito de establecer la edad en la cual es mejor aprovechar el bambú.

7. Para una mejor conservación del bambú, para que sea más duradero y menos propenso al ataque de insectos y hongos, el bambú después de cortado, debe someterse a un tratamiento de curado, que tiene como reducir o descomponer contenido de almidón (causa por el cual los insectos se sienten atraídos el material), o a un tratamiento con preservativos químicos contra los insectos y hongos.

8. Para el uso de este material en vigas y columnas, es recomendable utilizar un bambú con una edad mayor a los 3 años, para que este pueda adquirir su mayor tamaño y resistencia, con cortes y uniones apropiadamente bien hechas (cortes de nudo a nudo).

9. Para evitar el aplastamiento en los extremos de las vigas, se deberán cortar en tal forma que quede un nudo en cada extremo o próximo a él, de lo contrario las cargas verticales transmitidas por las columnas pueden producir un aplastamiento.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Botero, L. Manual de Industrialización del Bambú. Proyecto Compymefor. Obtenido a través de: http://issuu.com/javoc/docs/000006-curso_sobre_industrializacio_n_de_bambu_-_

Hidalgo, O. (). Manual de Construcción con Bambú. Estudios Técnicos Colombianos Ltda. – Editores. Universidad Nacional de Colombia. Centro de Investigaciones de Bambú y Madera (CIBAM). Obtenido a través de: <http://issuu.com/gestiondediseno/docs/manual-de-construccion-con-bambu-guadua>

Krauczuk, K. (2013). Bamboo as a Sustainable Material for Future Muilding Industry. Capítulos 1, 2, 3 y 5. Obtenido a través de: <http://issuu.com/katarzynakrawczuk/docs/bamboo>

López, O. H. (2010). Manual De Construcción Con Bambú. Universidad Nacional de Colombia. Colombia: Estudios Técnicos Colombianos Ltda.

Mercedes, J. R. (2006). Guía Técnica Cultivo Del Bambú. Santo Domingo, República Dominicana: CEDAF 2006.

Obermann, T. M., & Laude, R. (2003/2004). Bambú: recurso sostenible para estructuras espaciales. Medellín, Colombia: Universidad Nacional De Colombia.

Valero, S. W., Reyes, E., & Contreras., W. (2005). ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ (*Bambusa Vulgaris*), DE TRES AÑOS DE EDAD Y PROVENIENTE DE LAS PLANTACIONES UBICADAS EN LA RIBERA DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO CHAMA, MUNICIPIO FRANCISCO JAVIER PULGAR, ESTADO ZULIA, VENEZUELA. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.

IMÁGENES

Imagen No. 1.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (1). Fotografía por: Los Autores. Edición por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 2.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (2). Fotografía por: Los Autores. Edición por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 3.- Diagrama de una planta de bambú. Oscar Hidalgo. Plataforma de Arquitectura. Obtenido a través de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-345367/en-detalle-las-uniones-en-bambu>

Imagen No. 4.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (3). Fotografía por: Los Autores. Edición por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 5.- Estructura de Bambú. Tomada por: Jimbawan. Plataforma de Arquitectura. Obtenido a través de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-345367/en-detalle-las-uniones-en-bambu>

Imagen No. 7.- Distribución de las Plantaciones de Bambú en la República Dominicana. Fuente: Mercedes (2006). Grafico por: Anabelle Cabrera.

Imagen No. 8.- Estructura de Bambú. Arturo Vittori. Plataforma de Arquitectura. Obtenido a través de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-351457/proyecto-warka-torres-de-bambu-que-recogen-agua-potable-desde-el-aire>

Imagen No. 9.- Distribución Geográfica del Bambú. (Krauczuk, K.) "Bamboo as a sustainable material for future industry". Pág. 12. Obtenido a través de: <http://issuu.com/katarzynakrawczuk/docs/bamboo>

Imagen No. 10.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (4). Fotografía por: Los Autores.
Edición por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 11.- Conexiones de Bambú con acero. Oscar Hidalgo. Plataforma de Arquitectura. Obtenido a través de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-345367/en-detalle-las-uniones-en-bambu>

Imagen No. 12.- Iglesia Privada. BBC Worldservice. Plataforma de Arquitectura. Obtenido a través de: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-265878/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez>

Imagen No. 19.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (5). Fotografía por: Los Autores.
Edición por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 21.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (6). Fotografía por: Los Autores.
Edición por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 25.- República Dominicana. Editado por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 26.- Distrito Nacional. Editado por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 27.- Ubicación del Mariposario, del Jardín Botánico Nacional (1). Francina Lama (Encargada del Proyecto) y Colaboradores.

Imagen No. 28.- Ubicación del Mariposario, del Jardín Botánico Nacional (2). Francina Lama (Encargada del Proyecto) y Colaboradores.

Imagen No. 29.- Corte Recto. Fuente: NSR-10.

Imagen No. 30.-Corte Boca de Pescado. Fuente: NSR- 10.

Imagen No. 31.- Corte Pico de Flauta. Fuente: NSR-10.

Imagen No. 32.- Zunchos. Fuente: NSR-10.

Imagen No. 33.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (7). Fotografía por: Los Autores.
Edición por: Anabelle Cabrera.

Imagen No. 34.- Carga P. Fuente: NSR-10.

Imagen No. 35.- Carga Q. Fuente: NSR-10

Imagen No. 36.- Carga T. Fuente: NSR-10

Imagen No. 37.- Vista en Planta de la Estructura Propuesta para el Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo. Fuente: Elaboración de los autores.

Imagen No. 38.- Perspectiva (1) de la Estructura Propuesta para el Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo. Fuente: Elaboración de los autores.

Imagen No. 39.- Perspectiva (2) de la Estructura Propuesta para el Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo. Fuente: Elaboración de los autores.

Imagen No. 40.- Perspectiva (3) de la Estructura Propuesta para el Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo. Fuente: Elaboración de los autores.

Imagen No. 41.- Diagrama de Momento (1). Fuente: Elaboración de los autores.

Imagen No. 42.- Diagrama de Momento (2). Fuente: Elaboración de los autores.

Imagen No. 43.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (11). Fotografía por: Los Autores. Edición por: Anabelle Cabrera.

Imagen No. 44.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (12). Fotografía por: Los Autores. Edición por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 45.- Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo (13). Fotografía por: Los Autores. Edición por: Anabelle Cabrera

Imagen No. 46: Resultado de las Muestras Guadua a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 47: Resultado de las Muestras Vulgaris a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 48: Resultado de las Muestras Phylotachys a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 49: Resultado de las Muestras Phylotachys a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 50: Resultado de las Muestras Vulgaris a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 51: Resultado de las Muestras phylotachys a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 52: Resultado de las Muestras phylotachys a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 53: Resultado de las Muestras Guadua a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 54: Resultado de las Muestras guadua a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 55: Resultado de las Muestras guadua a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 56: Resultado de las Muestras Vulgaris a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

Imagen No. 57: Resultado de las Muestras Vulgaris a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores

TABLAS

Tabla No.1: Usos del Bambú. Fuente: Elaboración de los Autores.

Tabla No. 2: Operacionalización de las Variables. Fuente: Elaboración de los Autores.

Tabla No. 3: Ensayos De Compresión Simple Muestras de Bambú. Fuente: Elaboración de los Autores.

Tabla No. 4: Ensayos de Compresión Simple. Muestras de Bambú. Fuente: Laboratorio Geoconsult.

Tabla No. 5: Ensayo De Módulo Elástico A Muestras De Bambú En Compresión Uniaxial.
Fuente: Laboratorio Geoconsult.

Tabla No. 6: Resultado Final de muestra A1. Fuente: Laboratorio Geoconsult.

Tabla No. 7: Dimensiones mínimas de arandelas para uniones empernadas. Fuente: Norma NSR-10

TABLA NO.8: Valores promedio obtenidos de las propiedades mecánicas por cada una de las secciones del bambú de la especie bambusa vulgaris.

Tabla No. 9: Cargas admisibles para uniones empernadas con doble cizallamiento. Fuente: Norma NSR-10.

Tabla No. 10: Coeficiente de reducción por grupo Cg. Fuente: NSR-10.

Tabla No. 11: Clase de Unión. Fuente: NSR-10

Tabla No. 12: Presupuesto para la construcción del Mariposario, Jardín Botánico de Santo Domingo.
Fuente: Elaboración de los autores.

GRÁFICOS

GRÁFICO NO.2: DESCOMPOSICIÓN DE LA PRESIÓN DEL VIENTO. FUENTE: norma no. 9-80 recomendaciones provisionales para el análisis por viento de estructuras.

Planos Arquitectónicos y Técnicos del Proyecto “Mariposario (Tienda y Laboratorio)” en el Jardín Botánico Metropolitano. Fuente: Francina Lama (Encargada del Proyecto) y Colaboradores.

ANEXO:



**Imagen No. 46: Resultado de las Muestras Guadua a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores.**



**Imagen No. 47: Resultado de las Muestras Vulgaris a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores.**



**Imagen No. 48: Resultado de las Muestras Phylotachys a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores.**



**Imagen No. 49: Resultado de las Muestras Phylotachys a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores.**



**Imagen No. 50: Resultado de las Muestras Vulgaris a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores.**



**Imagen No. 51: Resultado de las Muestras Phylotachys a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores.**



Imagen No. 52: Resultado de las Muestras Phylotachys a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores



Imagen No. 53: Resultado de las Muestras Guadua a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores



Imagen No. 54: Resultado de las Muestras Guadua a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores



Imagen No. 55: Resultado de las Muestras Guadua a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores



**Imagen No. 56: Resultado de las Muestras Vulgaris a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores**



**Imagen No. 57: Resultado de las Muestras Vulgaris a Compresión.
Fuente: Elaboración de los Autores.**

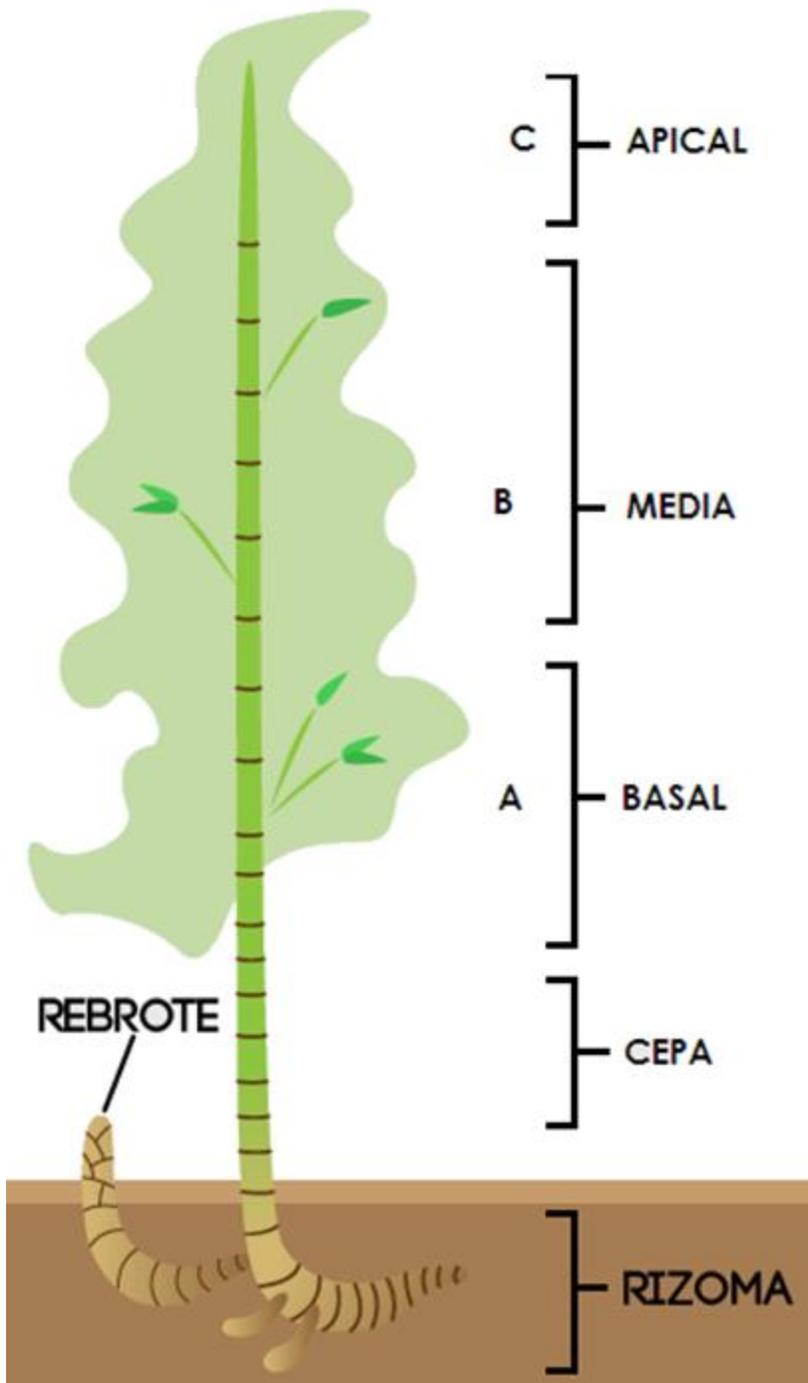


Imagen No. 58: Secciones de la Caña de Bambú.
Fuente: Bambuterra.com.mx

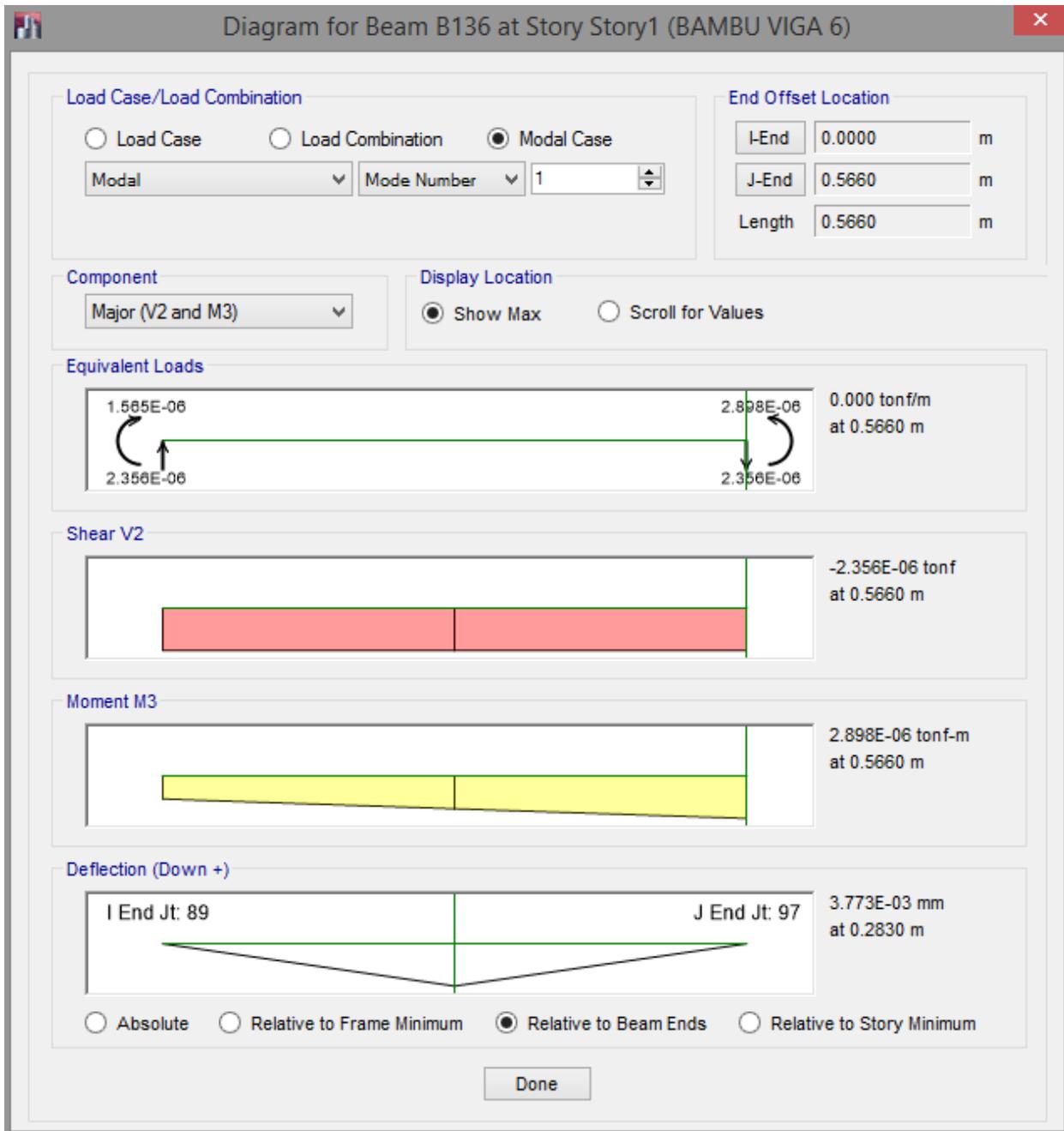


Imagen No. 59: Diagrama para la viga B136.

Fuente: Elaboración de los autores.