



**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS**

**DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN MÓDULO FLOTANTE PARA  
EXPOSICIONES FLUVIALES CON MATERIALES LOCALES.**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para optar por el título de

Tecnólogo en Construcciones y Domótica

**Profesor Guía:**

Msc. Arq. Francisco Zaldumbide

**Autor:**

Alquinga Soria Stalin Omar

**Año**

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN MÓDULO FLOTANTE PARA EXPOSICIONES FLUVIALES CON MATERIALES LOCALES, a través de reuniones periódicas con el estudiante Stalin Omar Alquina Soria, en el semestre 2018, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”

-----  
**Francisco Javier Zaldumbide Zurita**

**Arquitecto**

**C.I. 1718906280**

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado el trabajo, DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN MÓDULO FLOTANTE PARA EXPOSICIONES FLUVIALES CON MATERIALES LOCALES, DEL ESTUDIANTE STALIN OMAR ALQUINGA SORIA, en el semestre 2018 dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

-----

**Patricio Homero Herrera Delgado**

**Arquitecto**

**C.I. 1703577112**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

-----  
**Stalin Omar Alquina Soria**

**C.I. 1717960858**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, que gracias a su constancia y sacrificio me guían a través del camino de la vida.

**DEDICATORIA**

A Elizabeth

## RESUMEN

Los pueblos ecuatorianos necesitan rescatar sus raíces, fomentar el turismo local es un objetivo que se puede llevar a través de este proyecto, ya que la fabricación de este módulo flotante permite aprovechar toda la biodiversidad del lugar donde se lo implante, debido a que este se puede adaptar tanto a un lago en la Sierra o un río de la Costa ecuatoriana.

El aprovechamiento de los materiales locales es una de las principales ventajas para su elaboración ya que se empleara en su mayoría caña de guadua, material noble de gran resistencia estructural comparado con el acero, por lo que es llamado el acero vegetal, esta planta es de rápido crecimiento y su estado óptimo para su uso en construcción es a partir de los 4 años de edad, para tener mejores resultados se debe emplear caña de guadua preservadas, de manera que su tiempo de vida útil sea mayor, eliminado los microorganismos que perjudican el material.

Por otra parte el Manual Constructivo desarrollado. explica cómo se debe realizar esta estructura desde los lineamientos de cálculo necesarios para que la estructura flote, peso total de la estructura, detalles de uniones típicas que se las debe emplear en la conformación de la estructura, así como también un resumen de materiales necesarios para su fabricación.

También se describe el procedimiento de ensamblado del elemento ya que se lo ha dividido en partes para una mejor comprensión del mismo. Aquí se puede encontrar las especificaciones necesarias para adquisición de los materiales, y como se debe realizar los cortes de la caña guadua, además de las especificaciones necesarias para elaborar los elementos de anclajes y finalmente la conservación y mantenimiento de la estructura luego de ser implantado.

Los usos que se le puede dar a la estructura estarán de acorde a las necesidades del lugar donde se lo acople, el principal fin es el turístico.

## ABSTRACT

The Ecuadorian people need to rescue their roots, to encourage local tourism is an objective that can be carried through this project, since the manufacture of this floating module allows to take advantage of all the biodiversity of the place where it is implanted, due to the fact that It can adapt to either a lake in the Sierra or a river in the Ecuadorian Coast.

The use of local materials is one of the main advantages for its production, since bamboo cane is used, a noble material with a great structural resistance compared to steel, which is why it is called vegetal steel. rapid growth and its optimal state for use in construction is from 4 years of age, to have better results should be used preserved bamboo cane, so that its life span is longer, eliminating microorganisms that harm the material.

On the other hand the Constructive Manual developed. explains how this structure should be carried out from the calculation guidelines necessary for the structure to float, total weight of the structure, details of typical joints that should be used in the conformation of the structure, as well as a summary of materials needed to its manufacture.

The assembly procedure of the element is also described since it has been divided into parts for a better compression of the same. Here you can find the necessary specifications for the acquisition of the materials, and how to cut the bamboo cane, in addition to the necessary specifications to prepare the anchoring elements and finally the conservation and maintenance of the structure after being implanted.

**Key Words:** The uses that can be given to the structure will be according to the needs of the place where it is coupled, the main purpose is tourism.



## INDICE

CAPITULO 1. GENERALIDADES .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	4
1.2.1 Desarrollo y aplicación del cubo a través del tiempo .....	4
1.2.2 El Cubo de Rubik.....	6
1.2.3 'Cubo de Totora' en Ecuador .....	7
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3.1 Descripción de las causas.....	11
1.3.2 Descripción de los efectos. ....	12
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	13
1.4.1 Justificación Teórica. ....	13
1.4.2 Justificación Práctica.....	14
1.4.3 Justificación Metodológica. ....	14
1.5 OBJETIVOS.....	15
1.5.1 Objetivo General.....	15
1.5.2 Objetivos Específicos .....	15
1.6 Alcance .....	16
2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 MARCO LEGAL .....	18
2.1.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción Estructuras de guadua.....	18
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES PARA UN MÓDULO FLOTANTE.....	19
2.2.1 Caña guadua.....	20
2.1.2 Madera.....	35
2.2 ELEMENTOS DE LA PLATAFORMA FLOTANTE.....	39
2.2.1 Tanques plásticos .....	39
2.2.2 Cerco de caña de guadua .....	40
2.2.3 Piso entablado de madera teca.....	40

2.3	ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	42
2.3.1	Marcos estructurales.....	42
2.4	ELEMENTOS PARA LA ENVOLVENTE .....	43
2.4.1	Esterillas de bambú preservado para interior y exterior .....	43
2.4.2	Cámara de aire entre esterillas y cañas.....	44
2.4.3	Sistema de iluminación .....	44
3	CAPÍTULO III. DESARROLLO CONSTRUCTIVO .....	45
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DEL MÓDULO.....	45
	Descripción de posibles escenarios para la implantación del módulo flotante.	46
3.2	LINEAMIENTOS PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA	49
3.2.1	Calculo de la plataforma.....	49
3.2.2	Calculo de uniones .....	53
	Cortes tipo para caña de guadua: .....	58
3.3	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	59
	Conformación de la base.....	60
	Conformación del piso del módulo flotante.....	66
	Conformación de la estructura del módulo .....	69
	Conformación de la envolvente .....	77
	Conformación del anclaje del módulo flotante.....	80
	Mantenimiento y conservación del módulo.....	86
3.4	Perspectivas isométricas del módulo. ....	87
4	CAPÍTULO IV. PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	92
5	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	94
5.1	CONCLUSIONES .....	94
5.2	RECOMENDACIONES .....	95
7	Bibliografía .....	96
5.3	ANEXOS.....	99

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Museo sobre el Río Nilo.....	1
Figura 2. Esquema constructivo del Museo sobre el Nilo.....	2
Figura 3. Detalle de elementos constructivos.....	3
Figura 4. Vista interior .....	3
Figura 5. Hexaedro o cubo sólido Platónico.....	4
Figura 6. Aplicación del cubo por los postulantes del movimiento moderno .....	5
Figura 7. Cubo de Rubik desarrollado en base al cubo.....	6
Figura 8. Desarrollo espacial del.....	7
Figura 9. Cubo de totora en Otavalo .....	7
Figura 10. Vinculación con la comunidad proyecto cubo totora .....	8
Figura 11. Guadua castilla .....	20
Figura 12. Guadua Macana.....	21
Figura 13. Guadua cebolla .....	21
Figura 14. Esquema de un guadual. ....	23
Figura 15. Caña de guadua GaK.....	24
Figura 16. Fases de crecimiento de la caña angustifolia kunth.....	25
Figura 17. Corte de guadua con motosierra.....	26
Figura 18. Corte y curado en mata de caña de guadua. ....	27
Figura 19. Curado por inmersión.....	28
Figura 20. Secado al fuego. ....	29
Figura 21. Almacenamiento horizontal de la caña guadua.....	31
Figura 22. Identificación volumétrica del tallo.....	32
Figura 23. Ensayo de compresión de una caña guadua .....	35
Figura 24. Entablado de madera teca .....	35
Figura 25. Madera guayacán.....	36
Figura 26. Madera de algarrobo .....	36
Figura 27. Madera de teca .....	37
Figura 28. Tanques plásticos de 200 litros de capacidad.....	39
Figura 29. Sistema de machihembrado.....	41
Figura 30. Cruz de San Andrés.....	42
Figura 31. Esterillas de guadua.....	43
Figura 32. Rio Guayas en la Costa Ecuatoriana. ....	47
Figura 33. Laguna de Secas en la región Sierra .....	48
Figura 34. Reserva Cuyabeno.....	48
Figura 35. Islas Galápagos.....	49
Figura 36. cortes tipo de la caña de guadua .....	58
Figura 37. Secciones de construcción del prototipo .....	60
Figura 38. Corte recto .....	61
Figura 39. Corte en boca de pescado .....	61

Figura 40. Limpieza de caña de guadua .....	61
Figura 41. Plataforma modular flotante .....	62
Figura 42. Vista frontal del cerco de caña de guadua.....	63
Figura 43. Vista isométrica del cerco de caña de guadua.....	64
Figura 44. Perforación con taladro.....	65
Figura 45. Implantación de la base con tanques plásticos.....	65
Figura 46. Vista en planta con duelas de teca machi- hembradas.....	67
Figura 47. Duelas de teca .....	68
Figura 48. Corte Boca de Pescado .....	70
Figura 49. Corte Pico de Flauta.....	70
Figura 50. Corte transversal de una caña guadua.....	71
Figura 51. Detalle de unión 7, corte a boca de pescado .....	71
Figura 52. Detalle de corte transversal del modulo .....	73
Figura 53. Detalle de unión viga- columna en las esquinas superiores del marco estructural del módulo.....	74
Figura 54. Ejemplo de unión con zuncho .....	74
Figura 55. Detalle de unión en esquina de un marco.....	75
Figura 57. Esterilla de guadua preservada y seca .....	77
Figura 58. Esterilla colocada en paredes .....	78
Figura 59. Colocación de esterilla de guadua.....	79
Figura 60. Dosificación especificad para el dado de hormigón.....	81
Figura 61. Lugar de colocación del extremo superior del tirante de acero.....	83
Figura 62. Tirantes de acero .....	84
Figura 63. Protección de esterillas de guadua .....	86
Figura 64. Conformación de la plataforma .....	86
Figura 65. Vista superior del módulo flotante .....	87
Figura 66. Detalle de los marcos para la plataforma.....	88
Figura 67. Corte transversal del modulo .....	88
Figura 68. Detalle de la sección de corte .....	88
Figura 69. Vistas isometrías de las uniones del cerco de la plataforma.....	90
Figura 70. Corte del entablado.....	90
Figura 71. Detalle del ensamble final .....	91
Figura 72. Prototipo colocado en el agua.....	99
Figura 73. Modulo flotante destinado a descanso de turistas.....	99
Figura 74. Perspectiva lateral del módulo flotante.....	100
Figura 75. Iluminación natural del modulo.....	100
Figura 76. Acercamiento al interior del módulo.....	100
Figura 77. Vista interior.....	101
Figura 78. Modulo usado para protegerse de la lluvia.....	101
Figura 79. Prototipo implantado en un paisaje de la Sierra.....	102
Figura 80. Conjuntos de módulos flotantes.....	102

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Formulación del problema .....	10
Tabla 2 Conicidad admisible del Gak .....	18
Tabla 3 Límite de fisuras .....	19
Tabla 4 Características y desventajas de la caña de guadua .....	22
Tabla 5 Propiedades físicas y mecánicas de la madera.....	38
Tabla 6 Calado mínimo en agua dulce.....	49
Tabla 7 Calado mínimo en agua de mar .....	51
Tabla 8 Peso total de la estructura y los elementos flotantes.....	52

## CAPITULO 1. GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo técnico – constructivo del presente manual se parte del siguiente modelo propuesto en el concurso “MUSEUM OF THE ANCIENT NILE 2017” de los siguientes autores Diego Botella Olaizola, Álvaro Jiménez Zúñiga, Omar Páez Albitre, Yacme Mangrané Sierra, que obtuvieron el primer lugar.

Este prototipo cubista lo tomamos como un modelo base a ser modificado y desarrollado según su función o necesidad.

La selección de este modelo, se dio gracias a su simplicidad formal, la pureza de los elementos que toman en cuenta la versatilidad de los materiales al ser reemplazados.

Este proyecto rescata la gran riqueza cultural del río Nilo, sus monumentos, y riberas a lo largo de un eje fluvial, el cual lo integra de forma lineal. Aborda la liviandad de los elementos fluviales adaptándose a una forma abstracta que reduce al mínimo el impacto sobre el paisaje, manifestándose como una serie de puntos de luz a lo largo del recorrido.



Figura 1. Museo sobre el Río Nilo

Tomado de: (Plataformadearquitectura, 2016)

Acopla técnicas tradicionales de construcción como el papiro convirtiéndola en una envolvente, contenedor y contenido.

La forma abstracta de este proyecto hace que pueda adaptarse a cualquier lugar y aplicarse de distintas formas, por lo cual se ha retomado dentro de nuestro estudio

### ESQUEMA CONSTRUCTIVO DEL MUSEO SOBRE EL RIO NILO

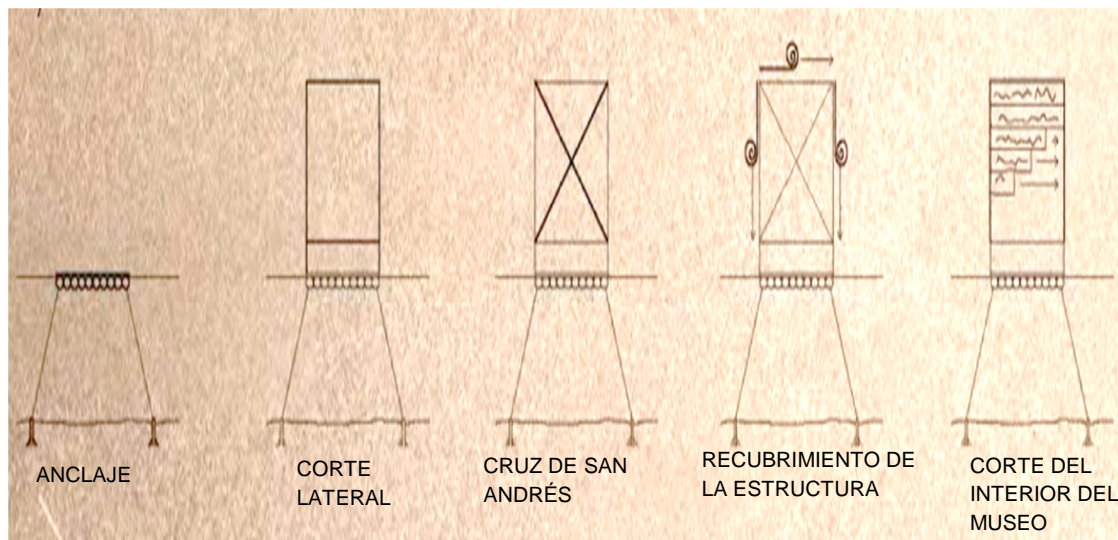
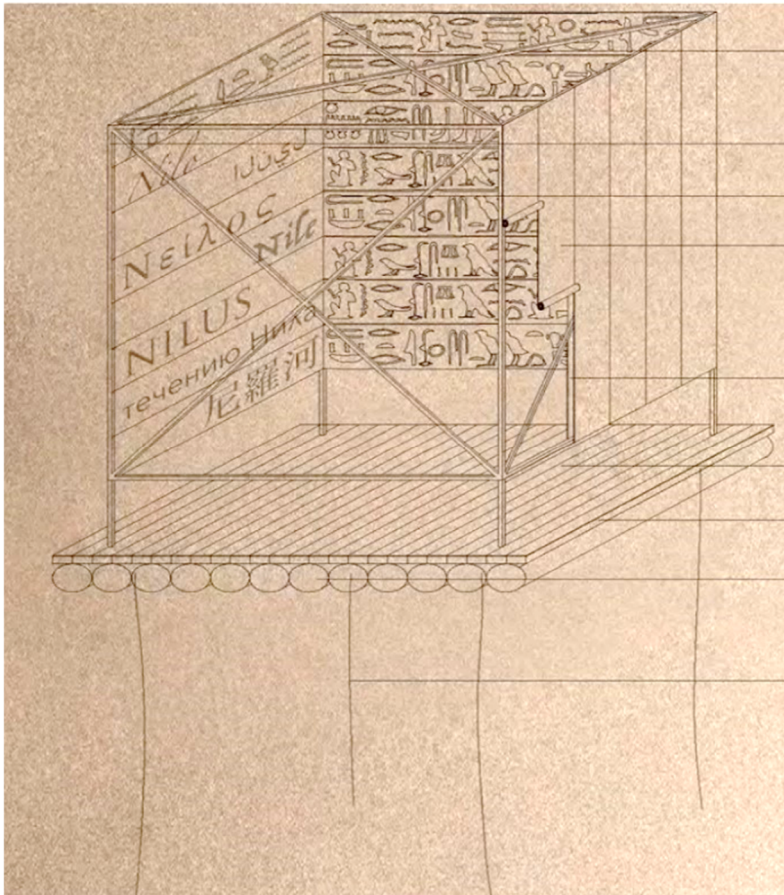


Figura 2. Esquema constructivo del Museo sobre el Nilo

Tomado de: (Plataformadearquitectura, 2016)

## Perspectiva Isométrica



CRUCES DE SAN ANDRÉS  
ARRIOSTRAN EL SISTEMA  
PRINCIPAL

MARCOS ESTRUCTURALES  
LIGEROS Y DE SENCILLO

BANDAS DE TELA  
INTERIOR SERIGRAFIADA.  
EXPLICACIÓN DEL  
PATRIMONIO DE LA ZONA

BANDAS DE TELA  
EXTERIOR, PROYECTAN  
LUZ AL EXTERIOR

CÁMARA DE AIRE ENTRE  
LAS TELAS, ALBERGAN EL  
SISTEMA LUMÍNICO

ACABADO DE MADERA

PLATAFORMA FLOTANTE  
SE ACCEDE POR  
EMBARCACIÓN

ELEMENTOS DE FLOTACIÓN

TIRANTES ANCLADOS AL  
FONDO DEL RIO

Figura 3. Detalle de elementos constructivos  
Tomado de: (Plataformadearquitectura, 2016)



Figura 4. Vista interior

Tomado de: (Plataformadearquitectura, 2016)



## 1.2 ANTECEDENTES

Partiendo de los sólidos platónicos tomamos como referente al Hexaedro o Cubo como una forma básica de la naturaleza, que ha sido utilizada a través de la historia por el hombre, como una unidad de diseño aplicada a la habitabilidad del ser humano.

En palabras de Platón una descripción breve de la ciencia y el hombre. «El fuego está formado por tetraedros; el aire, de octaedros; el agua, de icosaedros; la tierra de cubos; y como aún es posible una quinta forma, Dios ha utilizado esta, el dodecaedro pentagonal, para que sirva de límite al mundo» (Sólidos platónicos y arquimedianos, 2015)

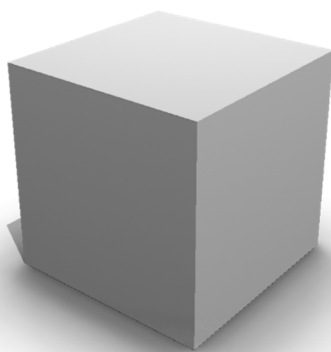


Figura 5. Hexaedro o cubo sólido Platónico  
Tomado de: (Platón, 2015)

### 1.2.1 Desarrollo y aplicación del cubo a través del tiempo

Las formas geométricas simples en la arquitectura siempre han ocupado un lugar especial debido a la combinación única de características como: la sencillez, la racionalidad y la creatividad. El cubo, representa una de esas formas arquitectónicas simples, pero a la vez muy ricas y brillantes.

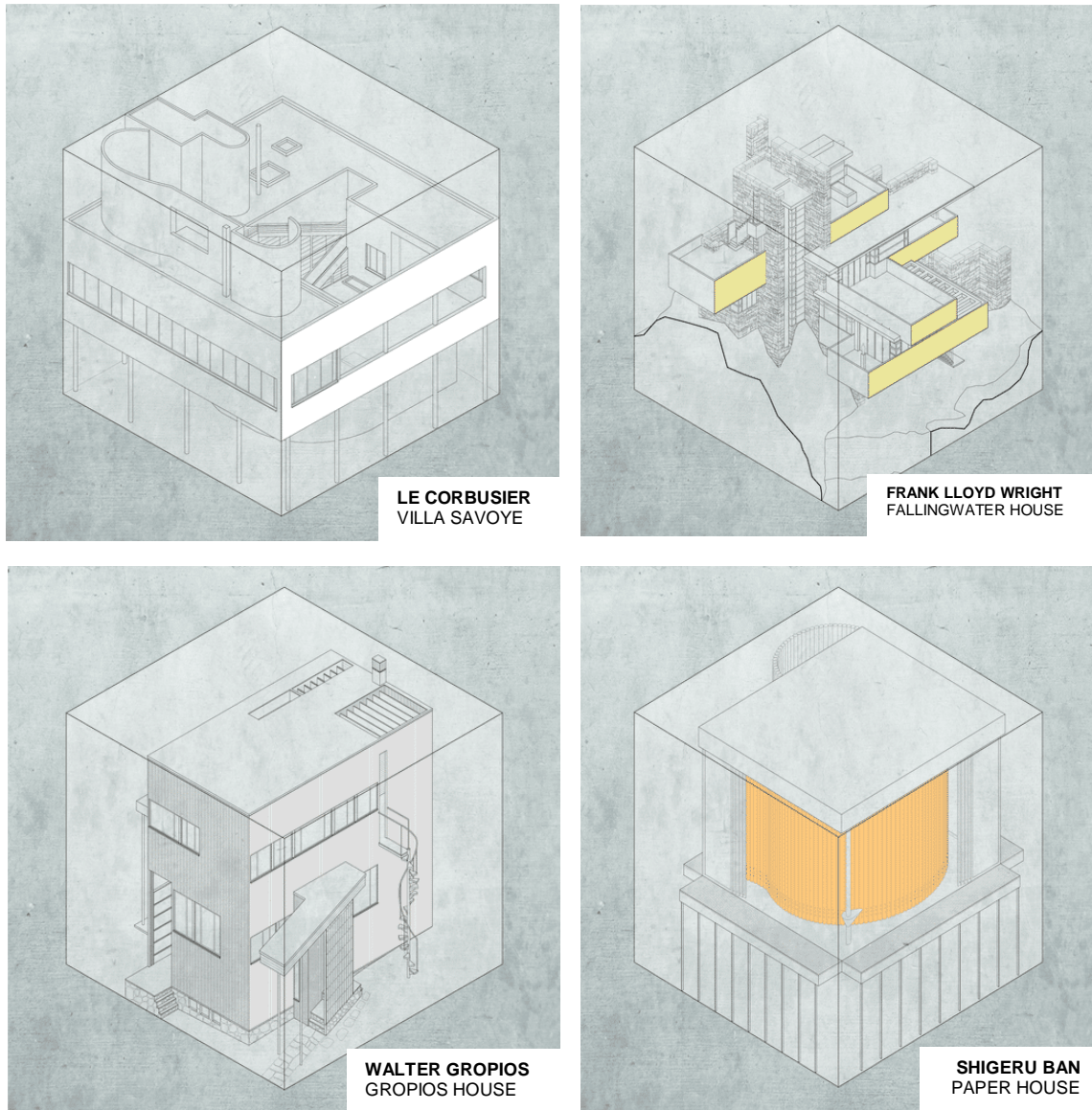


Figura 6. Aplicación del cubo por los postulantes del movimiento moderno  
Tomado de: (Ovancen, 2002)

El uso de formas cúbicas en la arquitectura sirve para una serie de funciones, desde asegurar la durabilidad de la estructura o la máxima eficiencia en la utilización del espacio, hasta las funciones puramente estéticas, como presentar la apariencia del edificio de forma armoniosa o armonizar de forma contundente con su entorno.

### 1.2.2 El Cubo de Rubik

“El original rompecabezas fue inventado en 1974 por Erno Rubik, un escultor y profesor de arquitectura de la Universidad de Budapest. Poco hacía presagiar que esa idea original se convertiría con los años en el juguete más vendido del mundo.

Para Erno, su cubo era más que un juguete, suponía un instrumento para explicar a sus alumnos conceptos académicos como las relaciones espaciales o los contrastes de la condición humana a través de un objeto de arte que exploraba nuevas formas.

Como ya mostramos anteriormente en “El valor de una buena idea, una cosa es idear un producto y otra, registrar la patente para comercializarlo. Después de haber mostrado el prototipo a estudiantes y amigos, Enzo decidió registrar su invento en 1975 en la oficina de patentes de Hungría con el nombre de cubo mágico.” (Tinsa, 2014)

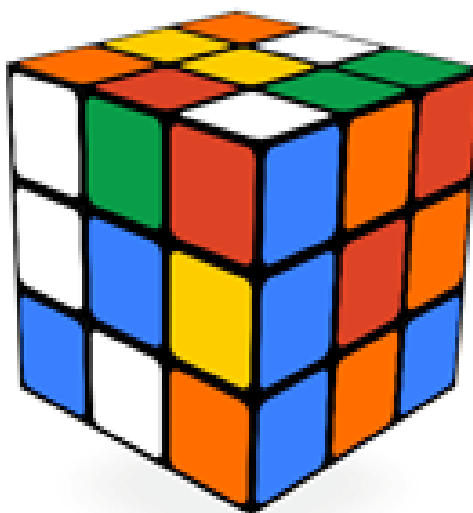


Figura 7. Cubo de Rubik desarrollado en base al cubo

Tomado de: (escapistmagazine, 2018)

### 1.2.3 'Cubo de Totora' en Ecuador



- Proyecto de vinculación del grupo de Arquitectos Archquid think-act tank
- El cubo de Totora, está elaborado con módulos madera y totora a la cual se le dio diferentes colores y se encuentra anclado al suelo.
- El cubo es muy versátil ya que se le puede colocar de diferentes formas como se puede observar en la ilustración.
- Está destinado a ser un sitio de descanso de las comunidades o también como un local para vender diferentes artesanías, siendo una muestra de la cultura del pueblo nativo.

Figura 8. Desarrollo espacial del Cubo de totora en Otavalo  
Adaptado de: (plataformaarquitectura, 2016)

“Desarrollado por los arquitectos de Archquid think-act tank, en vinculación con la comunidad indígena y otras instituciones de la parroquia de San Rafael de la Laguna (Otavalo, Ecuador), este proyecto gira en torno a la investigación material de la Totora, implicando el entendimiento profundo del arte y el oficio con el que han sido trabajadas estas fibras desde tiempos preincaicos.



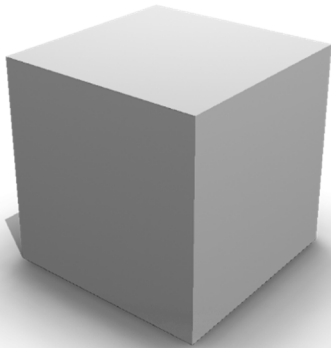
Figura 9. Vinculación con la comunidad proyecto cubo totora  
Tomado de: (plataforma arquitectura, 2016)

“El resultado es una estructura experimental que además de promover las artesanías creadas por la comunidad local y estimular la conciencia sobre su propia cultura, posee un alto grado de flexibilidad que permite el funcionamiento de diferentes programas.” (plataformaarquitectura, 2016)

Atraves del tiempo el hexaedro o cubo ha tenido una infinidad de aplicaciones formas y variaciones.

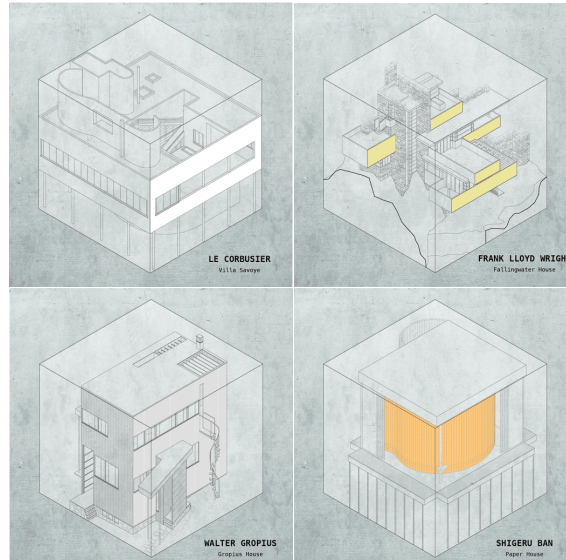
Le relación espacial y el aprovechamiento de su forma pura es uno de los factores que ayudan a determinar al cubo como una de las formas más adecuadas para la concepción de proyectos.

## Figura Platónica



Hexaedro, figura versátil, es la base de grandes obras en el campo de la construcción.

## Aplicación al diseño de una vivienda



Describe la arquitectura moderna, en primer lugar tenemos el modelo de Le Corbusier, luego el modelo de Frank Lloyd Wright, en tercer lugar la casa modelo de Walter Gropius y por último el modelo de casa de Shigeru Ban.

## Tiene aplicación didáctica



Este invento fue patentado en 1975. Fue inventado por Erno Rubik, un maestro universitario y escultor.

## Cubo de Totora, Otavalo



Este cubo fue creado con la finalidad de fortalecer la identidad de las comunidades indígenas, resaltando los materiales propios de la localidad. Consta de elementos vernáculos, conformado por paneles de madera y totora pigmentada que se realizó mediante mingas con la

### 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Tabla 1

Formulación del problema

CAUSA	PROBLEMA	EFEECTO	SOLUCIÓN
Utilización de materiales sintéticos o no biodegradables en la construcción.	No se pueden reciclar con facilidad	Tiempo degradación de los materiales supera los 100 años y un aumento de los niveles de carbono.	Utilizar materiales autóctonos de cada región
Abundancia de reservas acuíferas.	Turismo acuático desaprovechado.	No producen ingresos económicos. Perdida de la arquitectura vernácula que utilizaba técnicas y materiales para su construcción.	Generar mobiliario acuático
Perdida de las técnicas constructivas tradicionales.	No utilización material autóctonos de cada región.	Escasa utilización de las fuentes acuáticas como un escenario de construcción y como un atractivo turístico.	Innovar las técnicas tradicionales de construcción, adaptándolas a las actuales necesidades.
Escases de diseños modulares para un medio acuático.	Es caso desarrollo de una arquitectura acuática.		Diseñar módulos acuáticos que utilicen; materiales y técnicas constructivas locales; que optimicen el tiempo y los procesos al momento de construirlos.

### **1.3.1 Descripción de las causas.**

#### **Utilización de materiales sintéticos o no-biodegradables en la construcción:**

La mayor parte de materiales utilizados en la construcción, son de origen no-biodegradables con altos contenidos de carbono, algunos de estos son el hormigón, acero, y polímeros. Los cuales al momento de desecharlos no pueden ser reciclarlos o reutilizados completamente.

#### **Abundancia de reservas acuíferas.**

Dentro de las tres regiones del Ecuador existe una diversidad de ríos, lagos, lagunas que albergan una gran cantidad de paisajes, comunidades, flora y fauna a lo largo de su trayectoria, la cual no ha sido desarrollada a nivel turístico.

Tradicionalmente los ríos han sido utilizados como un medio de navegación y comercio por los diferentes asentamientos humanos.

Actualmente no vemos en la necesidad de difundir el turismo local utilizando fuentes de agua como escenario de construcción con fines recreaciones y turísticos.

#### **Perdida de las técnicas constructivas tradicionales.**

Actualmente nuestras técnicas tradiciones de construcción se ven extintas. Estas técnicas eran aplicadas en los distintos pisos climáticos de nuestro país, respondiendo adecuadamente a la temperatura topografía y asoleamiento de cada región. Dentro de estas técnicas su materia prima eran los materiales autóctonos de cada lugar.

#### **Escases de diseños modulares para un medio acuático.**

A nivel nacional existe una baja producción de diseños modulares enfocados a un medio acuático, peor aún con materiales locales, actualmente el turismo local se ve enfocado a ser una fuente de ingresos económicos, tal es el caso del “Modulo Totorá” desarrollado en Otavalo, se convirtió rápidamente en un



atractivo turístico exponiendo sus materiales vernáculos y rescatando su técnica constructiva tradicional con totora.

### **1.3.2 Descripción de los efectos.**

#### **Tiempo degradación de los materiales supera los 100 años y un aumento de los niveles de carbono.**

La industria de la construcción es uno de los más grandes receptores de materiales que emiten Co<sub>2</sub> a la atmosfera tal es el caso del hormigón, al utilizar materiales alternativos y de origen vegetal se evitaría este tipo de efectos y su degradación sería más pronta al momento de reciclarlo.

#### **Perdida de la arquitectura vernácula que utilizaba técnicas y materiales para su construcción.**

La arquitectura vernácula es una respuesta al medio donde se la construye, ya que responde a sus condiciones climáticas topográficas y es capaz de alojar a los asentamientos humanos que las construyen.

La construcción de estas edificaciones se utiliza materiales locales ya que pueden ser obtenidos fácilmente y a un costo económico.

Con la llegada del hormigón y el acero este tipo de edificaciones que eran propias de un determinado lugar fueron desapareciendo, los pocos asentamientos que sobraron fueron están declarados patrimonio.

#### **No se utiliza las fuentes acuáticas como un escenario de construcción y como un atractivo turístico.**

La potencialidad de paisajística de nuestro país se ve limitada a una perspectiva desde sus orillas, no se la trata de explotar desde su interior peor aún llevarlo a un atractivo turístico.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.4.1 Justificación Teórica.**

Dentro de este proyecto se aplicará la catedra recibida dentro de la materia de construcción y su aplicación dentro del presente trabajo, la recolección de información, el desarrollo de planos, rendes, maquetas será un reflejo de la aplicación de las materias recibidas dentro de la malla curricular.

- Lenguaje y Redacción Técnica: Fundamental para la redacción y descripción para mi problema de tesis y antecedentes.
- Introducción a la Computación: Básico para la realización de mi tesis al tener que manejar programas como: Excel, Word, Power Point, Acrobat Reader etc.
- Propedéutico Técnico de Matemáticas: Enseñanza básica para la comprensión de la estructura de una empresa (Microempresas).
- Matemáticas Básicas: La estadística tiene un papel fundamental al analizar resultados que tire la humedad.
- Aplicaciones Numéricas: La estadística juega un papel fundamental al analizar resultados que tire la humedad.
- Introducción a la Construcción: Da un entendimiento resumido de cómo está estructurada una edificación y que se debe hacer desde sus cimientos.
- Física de Construcciones: Ayuda a comprender el estado de la edificación después de sufrir de humedad.
- Dibujo para Construcciones:
- Materiales de Construcción: Analiza los diferentes materiales que se utilizan en la mezcla del mortero
- Lectura de Planos:
- Análisis de Costos de Construcción: Para Tener en cuenta los costos totales del proyecto.

### **1.4.2 Justificación Práctica.**

Dentro del ámbito educativo será un aporte al desarrollo del turismo comunitario, desarrollando un manual de construcción y de esta manera generando la transferencia de tecnología de la universidad a la comunidad.

Dentro del campo profesional será un documento dentro de la línea de investigación que servirá para seguirnos especializando profesionalmente dentro del campo de la construcción.

¿Qué personas se beneficiarán directamente de mi proyecto?

El proyecto tendrá como objetivo principal ayudar a comunidades que posean fuentes acuáticas como lagos lagunas ríos que deseen implementar atractivos turísticos dentro de sus escenarios.

¿Qué personas se beneficiarán indirectamente de mi proyecto?

Los profesores e investigadores de otras Universidades, que podrán replicar en sus instituciones los resultados metodológicos del proyecto.

La sociedad en general, ya que el proyecto ayudará a las personas que deseen desarrollar un turismo comunitario desarrollando mobiliario acuático.

### **1.4.3 Justificación Metodológica.**

En el proyecto a ser desarrollado se aplicará:

El proyecto parte desde un modelo base, en este caso el Cubo al cual se lo podrá aplicar a diversos sistemas constructivos y formas.

Fase 1: Elaboración de planos detalles constructivos y especificaciones técnicas.

Fase 2: Recopilación de información referente al escenario a aplicar

- Análisis geográfico de posibles escenarios a ser utilizados (afluentes de las tres regiones).
- Análisis de las condiciones climáticas.

- Características de los afluentes: profundidad, Caudal máximo mínimo, sección, vegetación.
- Selección de un módulo tipo.
- Selección de sistemas constructivos.

Fase 3: Dentro de esta fase se busca demostrar la viabilidad económica y constructiva del prototipo.

- Clasificación de materiales según los sistemas constructivos.
- Análisis de viabilidad económica.
- Modelado del prototipo
- Modelo a escala

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General:**

Generar un manual de construcción de un módulo flotante para exposiciones fluviales con materiales propios de cada lugar.

### **1.5.2 Objetivos Específicos:**

- Establecer los materiales a emplearse y sus dimensiones
- Establecer los parámetros para la fabricación de la plataforma flotante:
  - Acabado piso de madera
  - Sistema de machihembrado
  - Anclaje a los sistemas de flotación
  - Elementos de impermeabilización
- Describir los elementos estructurales:
  - Marcos estructurales
  - Cruz de San Andrés
  - Anclaje de piezas
- Establecer lo elementos necesario para la Envolvente
- Desarrollar de la información técnica
  - Planos Arquitectónicos

- Planos Estructurales
- Detalles Constructivos
- Renders
- Perspectivas
- Maqueta Virtual
- Prototipo a escala

## **1.6 Alcance:**

El presente trabajo tiende a ser un aporte al desarrollo constructivo de un módulo enfocado a la difusión turística, cultural utilizando técnicas tradicionales y no tradicionales.

- El manual de construcción muestra el desarrollo modular de dimensiones y la utilización de diversas técnicas constructivas.
- Este trabajo tiende ser una guía de construcción de módulos flotantes, por lo cual generará planos, detalles constructivos, perspectivas y renders.
- No se llegará a un cálculo estructural si no a una aproximación estructural.
- No se llegará a construirlo en una primera instancia, pero si a una réplica a escala.

## 2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Este capítulo describe el módulo flotante que se presenta como parte de este proyecto tiene su base en el proyecto del museo sobre el Rio Nilo.

La idea principal de este proyecto es fortalecer la riqueza cultural de un pueblo, mostrando a los visitantes su identidad.

Para su instalación sobre un cuerpo hídrico, este debe tener una profundidad mínima de tres metros, esta profundidad garantiza la flotación de este elemento, provocando un equilibrio de fuerzas entre el peso propio y el empuje del agua.

Este módulo deberá ser una estructura multifuncional, su uso lo debe definir la comunidad, puede ser un sitio de descanso o un sitio de abastecimiento de artesanías y alimentos para turistas. Se lo fabricara con materiales de la zona y mano de obra propia del sector.

Los elementos principales que conforman el módulo flotante son:

- Elementos flotantes.
- Caña de guadua de la variedad Guadua Angustifolia Kunth (GaK)
- Madera de tipo Teca
- Esterilla de guadua
- Pernos
- Tirantes para anclaje

Para la realización de este proyecto se debe cumplir con la norma vigente para estructuras en caña de guadua, que también se hará referencia en este capítulo.

## 2.1 MARCO LEGAL

En el marco legal se establece la Normativa que se empleara en el proceso del desarrollo constructivo del módulo flotante para exposiciones fluviales con materiales locales.

### 2.1.1 Norma Ecuatoriana de la Construcción Estructuras de guadua

La norma ecuatoriana de la construcción tiene establecido varios parámetros acerca de la realización de las estructuras con guadua. Los cuales van desde el corte, secado, preservado, transporte y almacenamiento.

Establece los parámetros idóneos para la selección de un elemento de caña adecuado para la construcción.

Los parámetros de solicitaciones de carga y resistencia mínima, así también como el mantenimiento de las mismas.

Tabla 2

Conicidad admisible del Gak

PARTE DE LA GUADUA	CONICIDAD
CEPA	0.17%
BASA	0.33%
SOBRE BASA	0.50%

**Nota.** Tomado de: Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras en Guadua

Tabla 3

Límite de fisuras del GaK

TIPO	SE PERMITE	LIMITES	RECOMENDACIÓN
GRIETA LONGITUDINAL	SI	La grieta debe estar contenida entre dos nudos, si la grieta pasa al canuto siguiente no debe tener una longitud superior a 20% del culmo.	Si los culmos presentan fisuras después de instalados, estos pueden ser tratados por medio de abrazaderas o zunchos metálicos

**Nota.** Tomado de: Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras en Guadua

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES PARA UN MÓDULO FLOTANTE

A continuación, se describe las características principales de los componentes necesarios para la fabricación del módulo.

Se describe las características que debe cumplir la caña de guadua según lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras realizadas con guadua. Como son el corte, secado, preservación, entre otros.

También describe las características de la madera que se requiere para la conformación del piso del módulo.

Y las características de los elementos flotantes que permitirán que el módulo flote sobre un río, lago o laguna.



### 2.2.1 Caña guadua

Se empleará este material para la realización del cerco del elemento flotante y para la elaboración de la estructura modular, así también la esterilla de la misma caña servirá como material para la envolvente del proyecto.

Científicamente se la conoce como: *Guadua angustifolia* Kunth. Su nombre vulgar: caña brava (con espinas) ó caña mansa (sin espinas)

Su crecimiento va desde los 0 m.s.n.m. hasta 2600 m.s.n.m., en temperaturas variables entre los 16 y 36 grados centígrados; soporta alta humedad ambiental.

Se presenta en dos tipos: Guadua Bicolor Verde rayada y amarilla; Guadua Negra.

Sus formas son: Guadua Castilla, Macana y Cebolla:

- Guadua Castilla: De gran diámetro: 180 mm – 350 mm; crece en suelos húmedos, ricos en nutrientes.



Figura 10. Guadua castilla

Tomado de: Mejia, 2010, pág. 6

- Guadua Macana: su diámetro va de: 70 mm – 150 mm; espesor de 12mm, crece en suelos de bajos nutrientes con humedad baja y de pendientes pronunciadas.



Figura 11. Guadua Macana  
Tomado de: Mejia, 2010, pág. 6

- Guadua Cebolla: diámetros pequeños y uniformes: 100 mm; espesor de 10mm, crece en suelos ricos en nutrientes con alta humedad y pendientes bajas. Como se muestra en la siguiente figura.

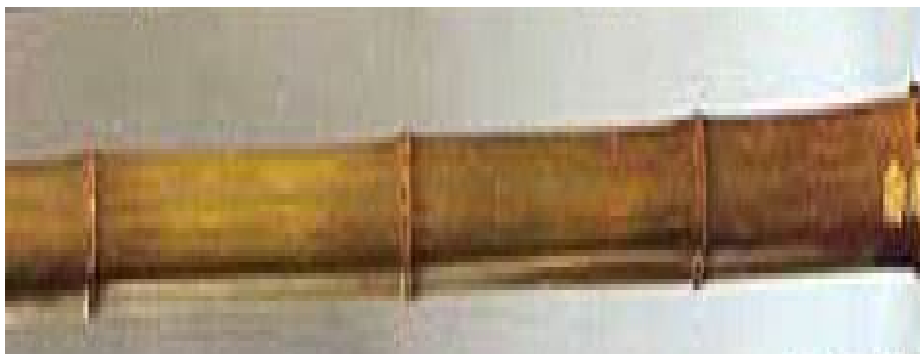


Figura 12. Guadua cebolla  
Tomado de: Mejia, 2010, pág. 6

La caña guadua es cilíndrica hueca, con entrenudos que en la base son cortos y a medida que crece se van extendiendo. En cada nudo existe una doble raya blanca que sirve para identificar a las guaduas de otro tipo de caña.

Tabla 4

*Características, ventajas y desventajas de la caña de guadua*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Propiedades estructurales optimas comparadas con las del acero.	El Módulo de Ruptura (MOR) oscila de 54.5 a 81.7 N/mm <sup>2</sup> y el módulo de elasticidad (MOE) va de 13.793 a 23.005 N/mm <sup>2</sup> .	Resistencia a la compresión baja, por carecer de fibras radiales o ser hueco.
Es fijador de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).	Tiene más fibras longitudinales que la madera, dándole mayor resistencia a la tracción.	La compresión en los entrenudos no se debe hacer sin antes haber rellenado el culmo con un cilindro de madera, o con una mezcla de mortero.
Crecimiento acelerado puede crecer hasta 20 cm diarios.	Ideal para sustituir maderas en vías de extinción por su rápido crecimiento.	La resistencia a fuerzas perpendiculares a las fibras es baja, por lo que tiende a rajarse fácilmente en el sentido paralelo a las fibras
En cuatro años puede ser cosechada.	Ideal para estructuras antisísmicas.	Vulnerable a la presencia de hongos por humedad,
Se siembra una sola vez, y produce brotes indefinidamente.	El contenido de silicio le da resistencia al fuego	

2.2.1.1 *Aplicaciones de la caña guadua según la sección de corte.*

Se puede realizar desde papel hasta grandes estructuras, particularmente la especie *Guadua Angustifolia* Kunth posee gran versatilidad, sin embargo, éstos se diferencian de acuerdo con las características propias de cada sección de la planta, tal como se observa en la ilustración N° 13

El rizoma es también llamado como “caimán” y su uso es en decoración, muebles y juegos infantiles.

La cepa es la de mayor diámetro de la guadua y debido a que sus entrenudos son más cortos brinda mayor resistencia por lo que es usada comúnmente

como elemento estructural de construcciones, cerramientos y particiones.

La basa de diámetro intermedio es empleada para esterillas y también como elemento estructural de edificaciones.

La sobrebasa es utilizada como andamios, encofrados y postes para cultivos.

El varillón o ramas alternas es la sección de menor diámetro y es usado como correas de cubiertas de paja o tejas.

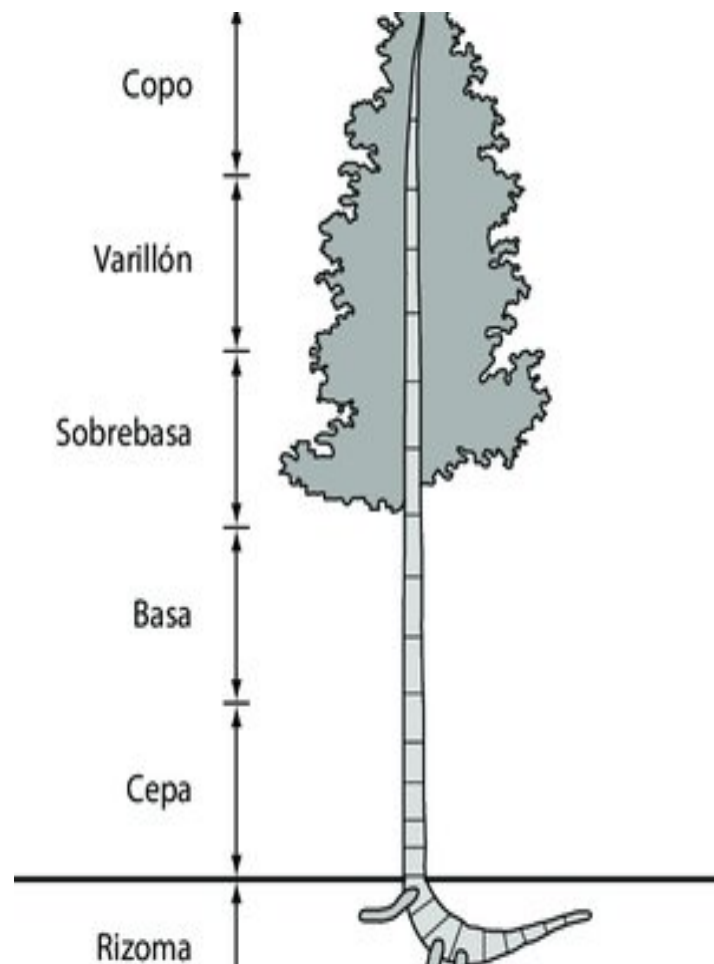


Figura 13. Esquema de un guadual.

Tomado de: Mejia, 2010, pág. 6



En esta imagen se observa la sección de la cepa de la caña de guadua, esta es la sección que es mayormente usada como elemento estructural.

Figura 14. Caña de guadua GaK

Fuente: (Mendoza, 2014, pág. 19)

#### 2.2.1.2 *Características del estado de madurez ideal*

Brote es la primera fase del desarrollo de la planta, seis meses puede transcurrir desde que la planta germina y alcanza su altura máxima para empezar a crecer sus hojas, las mismas que protegen al culmo del ataque de los insectos.

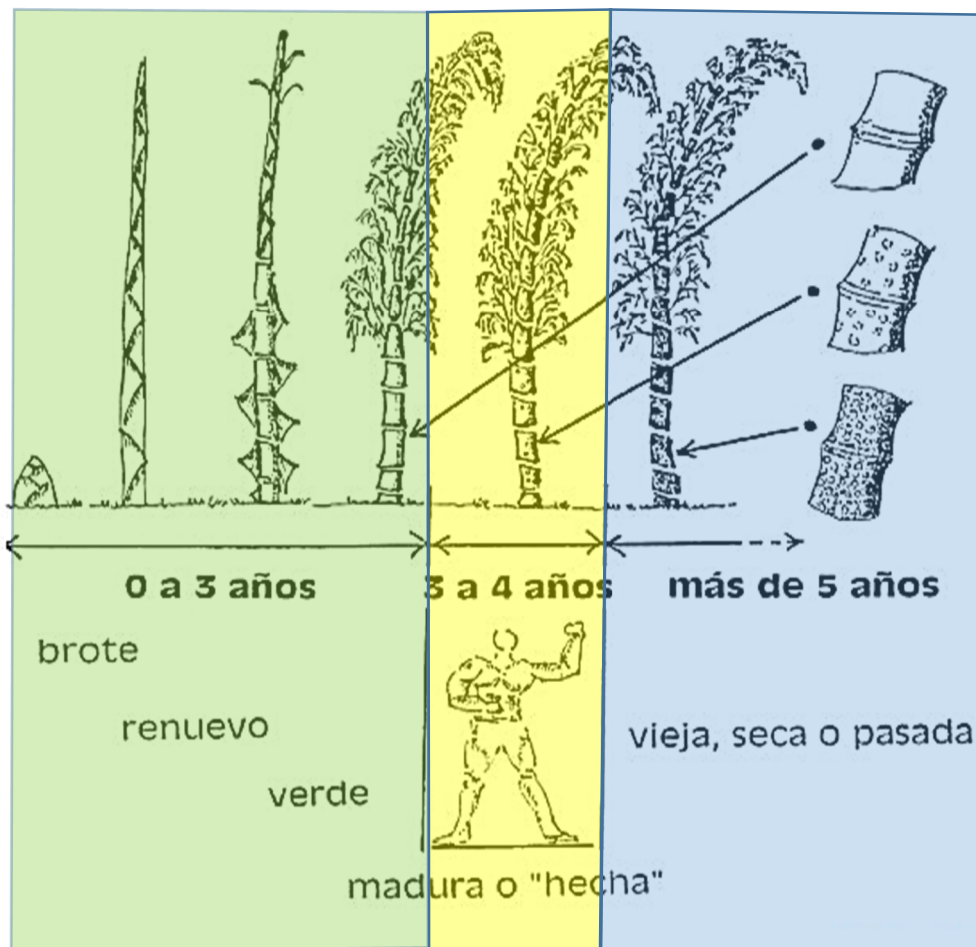


Figura 15. Fases de crecimiento de la caña angustifolia kunth

Tomado de: (Tenorio Tacuri, 2015, pág. 24)

Cuando el crecimiento del brote ha llegado a su máximo tamaño, empiezan a formarse las yemas laterales que originarán nuevas ramas dejando expuesto al culmo, mostrándose totalmente. Como se muestra en la ilustración anterior.

A la edad de 1 a 2 años la caña guadua aun esta verde y su madera todavía no obtienen resistencia físico-mecánica, en esta etapa se la usa para fabricar canastos y esterillas.

Cuando en el tallo comienza a mostrar manchas de color blanquecinas, es cuando está empezando el proceso de maduración.

Una caña madura está en la edad de 3 y 6 años, adquiere un color verde oscuro y líquenes en los nudos, para su máximo rendimiento se las debe usar a los 3 o 4 años de edad, ya que en este tiempo alcanza resistencias máximas.

### 2.2.1.3 *Características necesarias para el corte de la caña*

También llamado tumbado en el Ecuador, este se lo debe realizar en un tiempo establecido para que la caña de guadua alcance resistencias mayores.

El corte óptimo se lo realiza ras del primer o segundo nudo, la persona que lo realiza debe tener conocimiento en guadua y usar una herramienta de corte apropiada. Como se muestra en la siguiente ilustración.



Figura 16. Corte de guadua con motosierra

Tomado de: (ArmeldeasenGuadua, 2017)

Para el corte los campesinos piensan que la luna influye en la acumulación de agua en la caña, por eso el cuarto menguante es la fase lunar adecuada para realizar los cortes ya que al tener menor humedad tiene menor riesgo a pudrirse o contraer hongos.

Para lograr humedades bajas los campesinos de las zonas rurales del país acostumbran a cortar las cañas en horas de la noche o a la madrugada antes de que el sol aparezca.

La estación ideal para realizar cortes es la de verano debido a que la época invernal ayuda a la proliferación de hongos e insectos perjudiciales para la caña.

#### 2.2.1.4 *Preservación de la caña*

La preservación de la caña de guadua tiene pretende disminuir el contenido de humedad, haciéndolo indeseable para los microorganismos, esto se logra aplicando preservantes químicos o tratamientos no químicos que son normalmente utilizados por los agricultores.

- **CURADO EN LA MATA**

Una vez que se corta, se conservan las ramas y hojas y se le coloca en posición vertical, encima de otras guaduas y separándoles del suelo mediante una piedra. En esta posición se la conserva por un tiempo no menor de cuatro semanas, para después cortar sus ramas y hojas y se los pone a secar dentro de una zona cubierta con buena ventilación. Este método es el más empleado por los campesinos, pues los tallos no se manchan y conservan su color. Como se muestra en la siguiente ilustración:

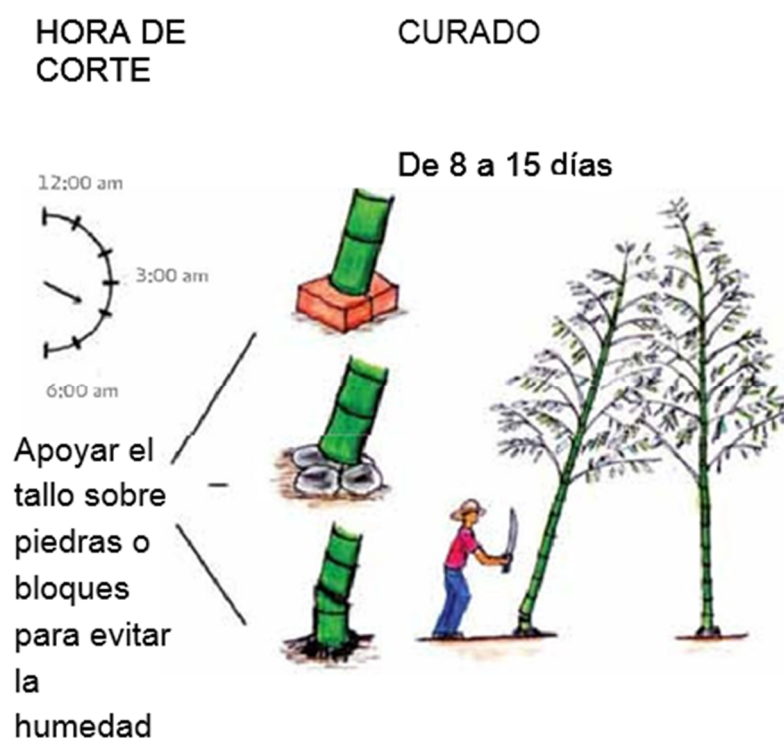


Figura 17. Corte y curado en mata de caña de guadua.

Tomado de: (ConstruccionesenGuadua, 2017)



- CURADO POR INMERSIÓN EN AGUA

Los culmos recién cortados se sumergen en agua, puede ser en una piscina o en un río, por un lapso de tiempo no mayor a 4 semanas. Luego se dejan secar por algún tiempo. Este procedimiento ha sido hasta ahora el más empleado pero es el menos recomendable por no ser muy efectivo. Uno de los principales inconvenientes es que los tallos se manchan y si permanecen mucho tiempo en el agua pierden resistencia y se vuelven frágiles. Como se muestra en la siguiente ilustración.



Figura 18. Curado por inmersión.

Tomado de: (Espinel, 2014, pág. 38)

- CURADO AL HUMO

Consiste en ahumar la guadua la cual previamente deberá estar colocada en forma horizontal sobre un fogón u hoguera, hasta que queden cubiertas por fuera de hollín.

- CURADO AL CALOR

A las cañas se la coloca en posición horizontal sobre brasas a una separación adecuada de tal manera de que el fuego no las queme, girándolas constantemente. Este procedimiento se lo realiza a campo abierto. Las brasas se colocan a 30 a 40 centímetros de profundidad, este método también es empleado para enderezar guaduas torcidas. Es considerado muy efectivo; sin embargo, se corre el riesgo de que el calor genere contracciones y estas generen a su vez agrietamientos y fisuras en la guadua.



Figura 19. Secado al fuego.

Tomado de: (EcuadorForestal, 2012)

- PRESERVADO QUÍMICO

Es más costoso que los anteriormente mencionados, ya que requiere de infraestructura especial, personal calificado y los preservantes no tóxicos, ya que ante la elevada demanda de cañas de guadua estructural, se han visto obligados los productores a utilizar este método.

El método más utilizado es el de emplear piscinas con una solución de ácido bórico bórax en la cual se puede sumergir varias cañas al mismo tiempo por un mínimo de 8 horas para posteriormente dejarlas secar al ambiente.

- SECADO

El secado más económico es dejarlas al aire libre levemente inclinadas en la sombra hasta que estas tengan una humedad del 12 al 14%.

- ALMACENAMIENTO

Según (MIDUVI, 2017, pág. 20) previo a la utilización de los culmos de GaK, estos deben ser almacenados de forma adecuada, para evitar que sufran daños, por ello, se puede realizar dos tipos de almacenamiento: vertical y horizontal, procurando que en los dos casos el material quede aislado de la humedad del suelo, esté protegido de la radiación solar y se halle en sitios ventilados.

- VERTICALMENTE: Cuando se almacenen los culmos de GaK de esta forma, se debe tener en cuenta lo siguiente:

a) Se colocarán recostados e intercalados a los dos lados de un caballete. Los extremos inferiores deben estar separados del suelo.

b) El caballete debe ser  $\frac{2}{3}$  de la longitud de los culmos a almacenarse.

c) Los culmos ubicados al inicio del caballete, al centro y al final del mismo, deben estar sujetos con cuerdas al caballete para prevenir su deslizamiento lateral.

d) Si los caballetes son dejados al aire libre, los ejes de los caballetes se deben orientar de este a oeste, para disminuir la exposición solar.

Almacenamiento Horizontal: Cuando se almacenen los culmos de GaK de esta forma, se debe considerar lo siguiente:

- a) Se las colocará sobre soportes de madera dura y preservada, para evitar que la primera parrilla se apoye en el suelo. (MIDUVI, 2017, pág. 20)
- b) Deberá tener una separación de 20 a 30 cm (vertical y horizontalmente), para facilitar la circulación del aire.



Figura 20. Almacenamiento horizontal de la caña guadua  
Tomado de: (Guaduabambucolombia, 2015)

#### 2.1.1.5 *Propiedades físicas y mecánicas de la GaK*

Estas propiedades están dadas en función de la edad del bambú, su contenido de humedad y la altura de la misma, aunque se presenta como una madera sus propiedades no son iguales.

#### CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH

Se presenta como un cono truncado ahuecado, cruzado por secciones transversales llamadas diafragmas como se muestra en la siguiente figura:

El culmo o tallo de la guadua se divide en tres segmentos; basal, medio y apical y el número de internodos a lo largo del tallo.

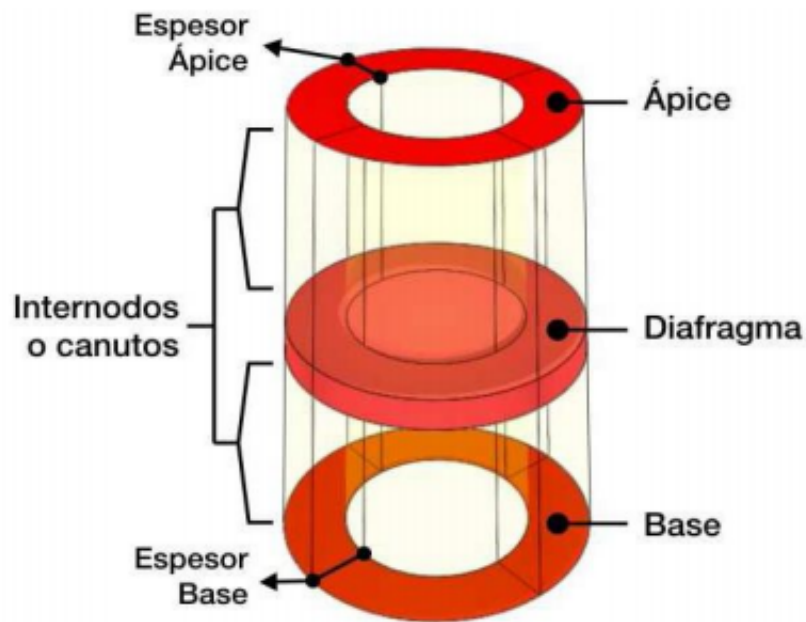


Figura 21. Identificación volumétrica del tall

Tomado de: (Cobos & Leon , 2007, pág. 44)

## CONTENIDO DE HUMEDAD

Indica el comportamiento mecánico de la guadua que depende del grado de humedad de la muestra. La humedad del culmo de guadua disminuye con la altura y con la edad. La humedad varía de acuerdo con la época del año, si hay lluvia hay mayor humedad; y menos durante los tiempos de verano.

La contracción del tallo en su longitud se puede pasar por alto; pero la contracción del diámetro puede ser del 5 hasta el 15%, cuando se disminuye la humedad del tallo, (del 70% hasta el 20%).

La contracción de troncos verdes o tiernos es mayor que en los troncos maduros; estos últimos tiene buena resistencia a la tracción y flexión. Además, el aumento de la resistencia a la presión está de acuerdo con la disminución de la humedad, similar al proceso de endurecimiento de la madera.

## DURABILIDAD

La guadua presenta una alta resistencia contra el ataque de los insectos, moho y la putrefacción. Pero se debería considerar ofrecer una protección contra estos tres factores, cuando la caña guadua este en contacto directo con la tierra o suelo.

## DENSIDAD

Esta varía entre 600 a 800 kg/m<sup>3</sup>

## TENSIÓN PARALELA A LA FIBRA

La pared externa de la caña presenta mayor resistencia ya sea por su constitución física o química, debido a que la red de fibras paralelas se encuentra en su mayoría al exterior y su contenido de sílice la hace mucho más resistente.

El valor aproximado de la tensión es de 183,54 kg/cm<sup>2</sup> considerando un factor de seguridad de  $F_s = 200$  y un Factor de Duración de Carga  $FDC = 1,50$  y un factor de reducción de  $FC = 0,50$ .

## FLEXIÓN

Los esfuerzos máximos de tensión y compresión producidos por flexión serán calculados para la sección de máximo momento. Estos esfuerzos no deben exceder al máximo esfuerzo admisible por flexión  $F_b$  de la Tabla 2, establecida para los culmos de GaK, modificado por los coeficientes de duración de carga y redistribución de carga, según el caso. (MIDUVI, 2017, pág. 32)

## CORTANTE

Según (MIDUVI, 2017, pág. 32) Los esfuerzos máximos de corte se los calculará a una distancia del apoyo igual a la altura ( $h$ ) del elemento. Para lo tanto se debe considerar lo siguiente:

a) Para vigas conformadas por un solo culmo de GaK, dicha altura será igual al diámetro exterior ( $D_e$ ) de la misma, a excepción de los voladizos, donde el esfuerzo máximo de corte será calculado en la cara del apoyo. b) Para vigas

conformadas por dos culmos de GaK, la altura (h) corresponde a la altura real del elemento. c) El máximo esfuerzo cortante debe ser determinado teniendo en cuenta la distribución no uniforme de los esfuerzos en la sección, y debe ser inferior al máximo esfuerzo admisible para corte paralelo a las fibras  $F'_v$ , establecido para los culmos de GaK rolliza (Tabla 2), modificado por los coeficientes a los que corresponda.

### MOMENTO RESISTENTE

El esfuerzo a flexión actuante ( $f_b$ ) sobre cualquier sección de GaK rolliza, no debe exceder el valor del esfuerzo a flexión admisible ( $F'_b$ ) modificado por los coeficientes  $b$  correspondientes, de acuerdo a la siguiente fórmula: (MIDUVI, 2017)

$$f_b = \frac{M}{S} \leq F'_b$$

Dónde:

$f_b$ : Esfuerzo a flexión actuante, en MPa

M: Momento actuante sobre el elemento en N mm

$F'_b$ : Esfuerzo admisible modificado, en MPa

S: Módulo de sección en mm<sup>3</sup>

El módulo de sección S, para un culmo de GaK se expresa con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\pi(D_e^4 - (D_e - 2t)^4)}{32D_e}$$

Donde:

S: Módulo de sección en mm<sup>3</sup>

$D_e$ : Diámetro promedio exterior del culmo en mm

t: Espesor promedio de la pared del culmo en mm



Figura 22. Ensayo de compresión de una caña guadua

Tomado de: (Viera, 2017)

### 2.1.2 Madera

Se empleará una madera que tenga como propiedad principal la resistencia al agua y la intemperie, para realizar el entablado de la base del módulo flotante, ya que este necesita una base firme que soporte a las personas que lo visiten.



Figura 23. Entablado de madera teca

Tomado de: (TeoriadeConstruccion, 2013)

Para establecer qué tipo de madera es la adecuada para este proyecto, existen dos factores esenciales que definen si una madera es apta para uso exterior, estos son su durabilidad natural y la densidad que poseen. Para lo cual se puede establecer los siguientes maderas.



- **Guayacán, polvillo:** Se la considera una madera altamente resistente cuando es usada en el exterior, debido a que puede durar más de 15 años. Además, es resistente al ataque de hongos e insectos. Principalmente es empleada en la construcción de puentes, carretería, postes y construcciones pesadas que se encuentran a la intemperie.



Figura 24. Madera guayacán

Tomado de: (MaderaselTilo, 2016)

- **Algarrobo:** Es considerado de durable a muy durable en contacto con el suelo y es muy resistente a los hongos e insectos. Se utiliza para muebles a la intemperie.



Figura 25. Madera de algarrobo

Tomado de: (MaderaselTilo, 2016)

- **Teca:** Se la considera una de las maderas más finas que existe en el mercado y se puede utilizar para la construcción de botes, así también como para la realización de obras civiles. Cuando su uso es exterior alcanza una duración de entre 10 y 15 años y es muy resistente a la intemperie, razón por la cual es muy demandada para la fabricación de muebles y la construcción de decks. (Angel, 2015)



Figura 26. Madera de teca

Tomado de: (Zoubi, 2017)

#### 2.1.2.5 *Propiedades físicas y mecánicas de la madera:*

A continuación, en la siguiente tabla se describe las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Tabla 5

*Propiedades físicas y mecánicas de la madera*

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Propiedades mecánicas</b>
<p><b>PESO ESPECIFICO APARENTE:</b> considerarse el contenido de humedad.</p> <p><b>HUMEDAD:</b> al contenido de agua de la madera que se presenta bajo tres formas: Libre - Imbibición - Constitución.</p> <p><b>CONTRACCIÓN O HINCHAMIENTO:</b> Se lo denomina así al desplazamiento de la madera cuando reduce o aumenta su tamaño</p> <p><b>CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA:</b> es directamente proporcional al contenido de humedad y a la densidad. La cantidad de calor conducida por la madera varía con la dirección de la fibra, la presencia de nudos. <b>(Cat, 2014)</b></p> <p><b>ACUSTICIDAD:</b> La madera presenta buena capacidad para absorber sonidos.</p>	<p>La madera se comporta de manera distinta a otros materiales desde el punto de vista mecánico.</p> <p>Esencialmente debido a su anisotropía (variaciones de la resistencia mecánica).</p> <p>En la madera se pueden reconocer tres direcciones entre sí denominadas: longitudinal, tangencial y radial.</p> <p>Se consideran dos direcciones principales: la longitudinal o paralela al grano y la transversal o perpendicular al grano.</p>

## 2.2 ELEMENTOS DE LA PLATAFORMA FLOTANTE

La plataforma la conformaran los tanques plásticos entramados por medio de bandas de caucho resistentes a los cambios climáticos, ya que este módulo se puede adaptar a cualquier región del país que posea una fuente de agua.

Los tanques deben estar contenidos en un marco de cañas de guadua que permitan darle mayor estabilidad a la plataforma. Para cubrir todo se debe colocar un piso de madera que presente resistencia a exteriores.

El requisito mínimo para que la plataforma pueda flotar en un cuerpo hídrico, es que tenga una profundidad de al menos tres metros para lograr conseguir el equilibrio de fuerzas entre el peso y la fuerza de empuje.

Para conformar la plataforma del módulo se requiere de los siguientes elementos:

### 2.2.1 Tanques plásticos

Los tanques que serán usados para realizar la base del módulo están hechos a base polietileno de buena calidad, lo que garantiza que sean livianos.



Figura 27. Tanques plásticos de 200 litros de capacidad

Tomado de: (Cat, 2014)

Estos tanques no se corroen, no sueltan partículas, con superficies lisas y fáciles de limpiar. El material de los tanques está especificado para estar expuesto a la intemperie, resistir fuertes cambios de clima y ataques de agentes atmosféricos.

Se presentan en diferentes modelos y tamaños, este último depende la capacidad en litros que el usuario requiera.

### **2.2.2 Cerco de caña de guadua**

Para la realización del cerco de la plataforma se usarán cañas de guadua que sean preservadas previamente. Para preservar perforar la guadua a dos dedos del cada anillo irregularmente (nunca en línea recta pues fisura la guadua con el tiempo). Debe inyectarle 14-20 cm de inmunizante, puede ser con una jeringa ganadera 50cm o con una fumigadora en chorro (cuatro aplicaciones por cada perforación). La dosificación de los inmunizantes será:

a) sales de bórax y ácido bórico 3 kilos de cada uno \* 50 litros de agua = 6\*50.

b) Con Inmunestan Carpintero es 1 litro \* 100 litros de agua.

c) El uso de DIESEL con aceite de linaza el cual se mezcla 1x1 en la misma proporción. Al final de esto deja la guadua verticalmente durante 24 a 48 horas que el inmunizante penetre las fibras de la guadua. No se requiere tapar los huecos. Este proceso repetirlo cada 3 años hasta los 15 años.

### **2.2.3 Piso entablado de madera teca**

El piso de madera se lo debe proteger del calor, la suciedad, la humedad.

Hay dos tipos de acabados para proteger la madera los cuales son:

- El uretano a base de agua.
- El uretano a base de aceite.

Los dos acabados permiten que el piso sea más resistente al agua, más duradero y son fáciles de mantener.

Para la selección de un piso de madera se debe considerar los siguientes aspectos:

El grado, el corte, la dimensión, el patrón, el color y la naturaleza del suelo de madera.

#### 2.2.3.5 Realización de juntas por machi-hembrado

La junta se la realiza mediante el ensamblaje de una lengüeta o “macho” y una ranura o “hembra”, denominándose a este conjunto machihembrado. Esta unión es comúnmente utilizada en carpintería. Para obtener una unión segura entre dos piezas se puede usar pernos roscables para mayor sujeción entre piezas.

Su resistencia está dada primordialmente por su diámetro, largo y por la estructura de las partículas del tablero a ensamblar. Cuando se utilizan tarugos o clavijas es importante perforar en la pieza un hueco del mismo diámetro del tarugo para asegurar que éste se ajuste firmemente las partículas. Es recomendable instalar un tarugo por cada 10 cm. de superficie a unir.



Figura 28. Sistema de machihembrado

Tomado de: (Lopez, 2015)

## 2.3 ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

### 2.3.1 Marcos estructurales

- *Cruz de San Andrés*

El procedimiento de arriostramiento más antiguo, en la conceptualización de una estructura, es la llamada `Cruz de San Andrés`.

Como elemento de análisis, cabe resaltar la resolución estructural del punto central de la cruz, el cual garantiza la independencia entre ambas diagonales. Es decir que las dos participan de la estructura, pero son independientes entre sí.

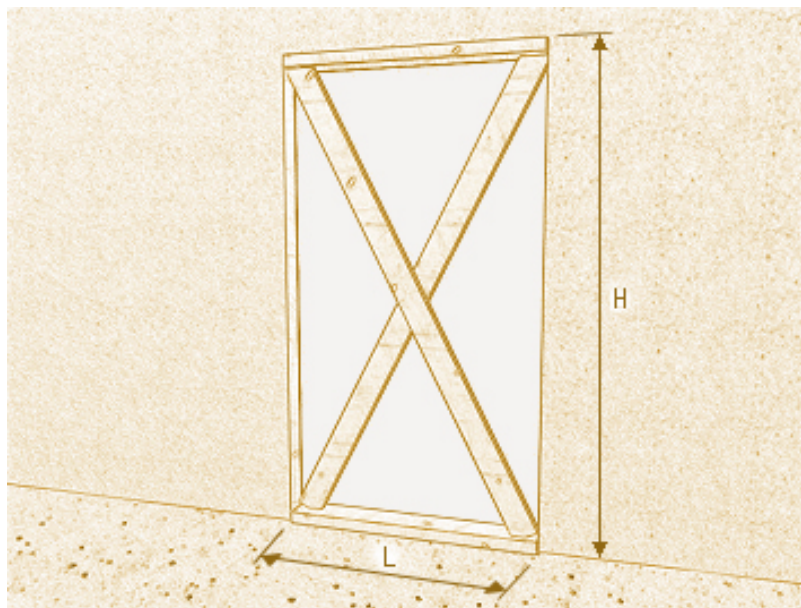


Figura 29. Cruz de San Andrés

Tomado de: (Madel, 2018)

- *Anclaje de piezas en caña guadua:*
  - Anclajes poco resistentes

Este tipo de anclaje se lo realiza al amarrar dos piezas de guadua mediante cuerdas, alambre galvanizado, nylon u otro material que sea resistente.

- Anclaje mecánico

Este tipo de anclaje puede resistir esfuerzos de tracción, este tipo consiste en colocar una lámina de acero de 0.018m de espesor y 0.05 m de largo, la cual aportara rigidez a la pared del culmo como elemento conector se debe usar pernos de 5/8", este diámetro puede variar en función del número de cañas que se requiera anclar.

## **2.4 ELEMENTOS PARA LA ENVOLVENTE:**

Se denomina envolvente al material que recubrirá el módulo, permitiendo que los usuarios se protejan del sol y de la lluvia.

### **2.4.1 Esterillas de bambú preservado para interior y exterior**

Para los acabados del módulo se puede utilizar esterillas de guadua preservada que permiten la circulación de luz y una adecuada ventilación.



Figura 30. Esterillas de guadua  
Tomado de: (Maderincocr, 2016)



### **2.4.2 Cámara de aire entre esterillas y cañas**

Las esterillas permiten que el aire circule libremente, permitiéndole ser más funcional y siendo no necesario el uso de ventilación artificial.

### **2.4.3 Sistema de iluminación**

En el día se puede conseguir iluminación natural, para noche una opción ya que este sistema es flotante es el uso de lámparas de batería recargable que permita dar iluminación a los usuarios del módulo.

### **3      CAPÍTULO III. DESARROLLO CONSTRUCTIVO**

En el presente capítulo se describirá los pasos necesarios para la realización del módulo flotante. Desde la identificación y las características que debe cumplir la zona a implantarse, como la forma de construcción del cerco de caña de guadua y la colocación correcta de los tanques dentro del mismo.

Luego como ensamblar el piso de madera de la plataforma, el cual es la base para que los visitantes puedan circular con seguridad sobre la plataforma.

También se describirá la forma de construir la estructura del módulo en sí, en este paso se establece como realizar los marcos estructurales y su refuerzo mediante riostras basadas en las cruces de san Andrés, para que la estructura goce de mejor estabilidad.

Después de tener el módulo ensamblado por completo es necesario darle un recubrimiento, para el presente proyecto se usará esterillas de la misma caña, ya que este material es resistente y permite tener iluminación y ventilación de manera natural.

Por último, cuando ya esté la estructura del módulo completamente construida, además que se haya establecido el lugar de implantación se debe colocar un anclaje al cuerpo hídrico, el cual tendrá profundidad variable ya que esta depende de la profundidad del río, lago o laguna.

#### **3.1      CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DEL MÓDULO**

Para iniciar la construcción del módulo previamente se debe realizar un análisis de la zona.

Debe contar con distribuidores autorizados de caña de guadua GaK., en lo posible que las cañas se encuentren preservadas y en buenas condiciones para su uso posterior.

La zona de implantación debe contar distribuidores de tablillas o tablas de madera resistente a exteriores como se aconsejó al inicio las maderas recomendadas son: el guayacán y la teca aunque el sistema puede adaptarse al uso de madera propia del lugar.

Los pernos deben ser colocados de acuerdo a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras con caña guadua GaK.

La estructura debe ser realizada por personal calificado y con las herramientas apropiadas, para el corte de la guadua se debe usar una sierra y este debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la norma.

Considerar el empuje del agua, ya que esta empuja hacia arriba todos los objetos que se colocan en ella. La fuerza del empuje es igual al peso del agua que el cuerpo desaloja al sumergirse. Por lo tanto, para que un cuerpo flote, su peso deberá ser menor al peso del agua que desaloja. Por último, para que un objeto flote, lo principal es su forma, no de qué material esté hecho.

La profundidad del calado deberá ser mínimo de 3 metros para garantizar que la estructura flote.

### **Descripción de posibles escenarios para la implantación del módulo flotante.**

Los escenarios posibles utilizados para la implantación del módulo son las regiones del Ecuador como lo son:

- Costa
- Sierra
- Oriente
- Insular

**Costa:** para esta región se considera parámetros de temperaturas elevadas que superan los 35°C, vientos moderados al estar al nivel del mar, por esta región cruzan ríos que vienen desde las montañas de la Sierra y desembocan en el mar, la exposición del módulo al agua de mar provocara que este tenga menor vida útil ya que las sales deterioran con mayor facilidad los elementos que constituyen al elemento.



Figura 31. Rio Guayas en la Costa Ecuatoriana.

Tomado de: (Casañas, 2018)

**Sierra:** Para esta región se considera temperaturas que va desde los 4°C hasta los 26°C en los días más calurosos, esta región presenta zonas montañosas donde existen ríos, lagunas, lagos y gran diversidad en flora y fauna; lugares que se encuentran a miles de metros sobre el nivel del mar donde los vientos tienen grandes velocidades.

Los ríos, lagos y lagunas de la región sierra se caracterizan por ser agua dulce, esto beneficia en la durabilidad del módulo flotante ya que genera menor desgaste por no contener sal.



Figura 32. Laguna de Secas en la región Sierra

Tomado de: Autor

**Oriente:** la región Amazónica se caracteriza por su bosque tropical lluvioso, posee los hábitats más ricos y complejos del mundo. El clima de esta región es húmedo – cálido y es un lugar productor de la caña guadua. Su extraordinaria flora y fauna junto a su riqueza en fuentes hídricas, hacen de esta región una gran potencia turística que se le puede aprovechar para la implantación del elemento.



Figura 33. Reserva Cuyabeno

Tomado de: (Casañas, 2018)

**Insular:** Esta región cuenta con características similares que la región Costa, como lo son la temperatura y sus recursos hídricos los cuales están compuestos por agua de mar.

Su potencia turística es mayor ya que las comunidades de esta región poseen una flora y fauna que ninguna otra región tiene. Por lo cual implantar este módulo flotante impulsaría el desarrollo económico de este lugar.



Figura 34. Islas Galápagos  
Tomado de: (Casañas, 2018)

### 3.2 LINEAMIENTOS PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

El proyecto como se explicó no va llegar a un cálculo estructural, pero si se puede establecer los cálculos que se requieren para la conformación de la estructura.

Estos son los cálculos básicos para que la estructura pueda flotar con seguridad de que no se va a hundir.

Y la manera correcta de realizar uniones en madera y caña de guadua.

#### 3.2.1 Cálculo de la plataforma:

Para realizar el cálculo de la plataforma se debe tener en cuenta:

- El calado del rio, lago o laguna.

Tabla 6

*Calado mínimo en agua dulce*

CALCULO DEL CALADO MÍNIMO		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CARGA MÁXIMA	800	kg
FLOTACIÓN	750	kg
FLOTABILIDAD	512	kg
VOLUMEN	8,62	m <sup>3</sup>
densidad de agua dulce	1000	kg/m <sup>3</sup>
Gravedad	9,81	m/s <sup>2</sup>
reserva de flotabilidad	5,24	m <sup>3</sup>
Calado	0,24	m <sup>3</sup>

Calculo del volumen sumergido:

$$V_{sumergido} = \frac{PW}{\delta * g}$$

Donde:

PW= peso total de las cargas actuantes en kg

PW= CARGA MÁXIMA+ FLOTACIÓN +FLOTABILIDAD+ PESO ESTRUCTURA

$\delta$ : densidad: 1000 kg/m<sup>3</sup> agua dulce

g: gravedad=9.81 m/s<sup>2</sup>

Vsumergido= volumen del cuerpo sumergido en m<sup>3</sup>

$$V_{sumergido} = \frac{PW}{\delta * g}$$

$$V_{sumergido} = 0,2634m^3$$

Calculo del calado:

$$Calado = \frac{V_{sumergido}}{A} * 10$$

Donde:

A: Área de desplazamiento= 10.89 m<sup>2</sup> (medida de la plataforma)

V sumergido= volumen del cuerpo sumergido en m<sup>3</sup>

$$Calado = \frac{0.26}{10.81} * 10$$

$$Calado = 0.24 m$$

Tabla 7

## Calado mínimo en agua de mar

CALCULO DEL CALADO MÍNIMO		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
CARGA MÁXIMA	800	kg
FLOTACIÓN	750	kg
FLOTABILIDAD	512	kg
VOLUMEN	8,62	m <sup>3</sup>
densidad de agua de mar	1025	kg/m <sup>3</sup>
gravedad	9,81	m/s <sup>2</sup>
reserva de flotabilidad	5,24	m <sup>3</sup>
calado	0,23	m <sup>3</sup>

Calculo del volumen sumergido:

$$V_{sumergido} = \frac{PW}{\delta * g}$$

Donde:

PW= peso total de las cargas actuantes en kg

PW= CARGA MÁXIMA+ FLOTACIÓN +FLOTABILIDAD+ PESO ESTRUCTURA

$\delta$ : densidad: 1025 kg/m<sup>3</sup> agua de mar

g: gravedad=9.81 m/s<sup>2</sup>

Vsumergido= volumen del cuerpo sumergido en m<sup>3</sup>

$$V_{sumergido} = \frac{PW}{\delta * g}$$

$$V_{sumergido} = 0,257 \text{ m}^3$$

Calculo del calado:



$$Calado = \frac{V_{sumerg}}{A} * 10$$

Donde:

A: Área de desplazamiento= 10.89 m<sup>2</sup> (medida de la plataforma)

V sumergido= volumen del cuerpo sumergido en m<sup>3</sup>

$$Calado = \frac{0.257}{10.81} * 10$$

$$Calado = 0.23 \text{ m}$$

Tabla 8

*Peso total de la estructura y los elementos flotantes*

<b>PESO DE LA ESTRUCTURA</b>				
ELEMENTO	UNIDADES	CANTIDAD	PESO	
			PESO kg	TOTAL kg
Caña de guadua de 6m	U	20	10	200
Esterilla de guadua de 3x0.35m	U	35	3	105
pernos, varillas y arandelas	U		3	3
duelas de tca	M2	9	8	8
bandas de caucho	MI	30	2,8	2,8
tanques plasticos de 200 L	U	25	8	200
			PESO	
			TOTAL	518,8 kg

- Cálculo del volumen desalojado y el empuje.

Para el cálculo del volumen desalojado por la estructura se necesita el peso total de la estructura y el valor de la densidad del agua donde se implantará el proyecto.

$$P = E_{PARTE SUMERGIDA}$$

$$E = \delta * g * V_{sumergido}$$

Donde:

P= peso de la estructura en kg

E parte sumergida: empuje de la parte sumergida en (N)

$\delta$ : densidad del líquido en kg/m<sup>3</sup>

V sumergido= volumen del cuerpo sumergido en m<sup>3</sup>

Cálculos:

$$V_{sumergido} = \frac{P}{\delta * g}$$

$$V_{sumergido} = \frac{518,8}{1000 * 0,81}$$

$$V_{sumergido} = 0,0529 \text{ m}^3$$

$$E_{sumergido} = 1000 * 9,81 * 0,0529$$

$$E_{sumergido} = 518,8 \text{ N}$$

$$P = E_{sumergido}$$

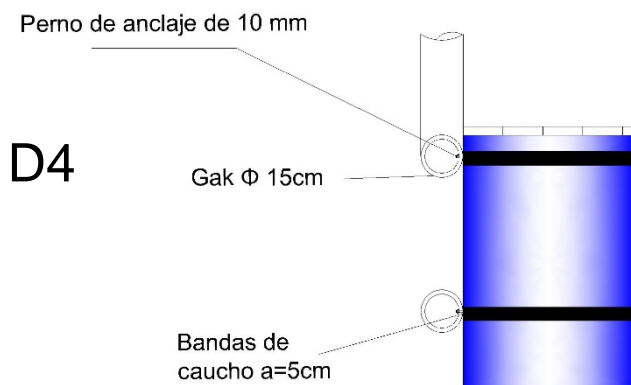
$$518,8 \text{ N} = 518,8 \text{ N}$$

Entonces se concluye que la estructura flota.

### 3.2.2 Cálculo de uniones

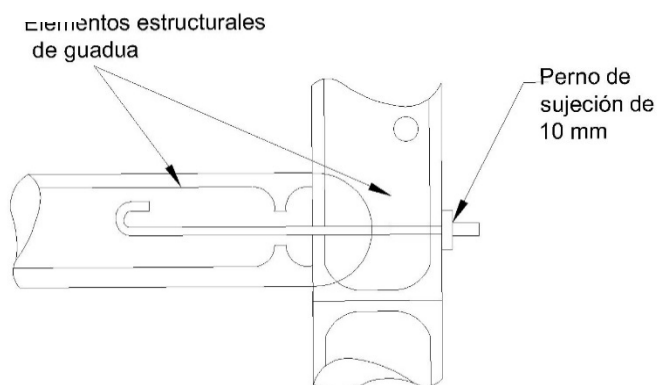
Para el cálculo de uniones se deben considerar todo lo establecido para solicitaciones a flexión, tracción y compresión que se describe con claridad en la norma NEC para estructuras en caña de guadua. A continuación, se muestra los detalles del módulo flotante.

CÓDIGO	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
D1	<p data-bbox="256 472 432 568">Perno de anclaje de 10 mm</p> <p data-bbox="325 591 432 687">Varilla <math>\Phi</math> 10mm L=0.2m</p> <p data-bbox="517 241 655 271">Eje Neutro</p> <p data-bbox="991 577 1129 607">Eje Neutro</p>	<p><b>Detalle 1.</b> Se encuentra ubicado en las esquinas del cerco que contiene a los tanques. Conformado con cañas de guadua con corte en forma de boca de pescado, con uniones con varillas de 20 y 30 cm con pernos de 10cm.</p>
D2	<p data-bbox="628 837 884 904">Platina 0,2X0.05X0.004m</p> <p data-bbox="612 1151 735 1218">Pernos <math>\Phi</math> 10mm</p>	<p><b>Detalle 2.</b> Se encuentra ubicado como refuerzo del marco del cerco de la plataforma. La unión está conformada por dos platinas de 0,20x 0,05 x 0,004m y pernos de 10 mm y varillas roscables de 0,35m de longitud.</p>
D3	<p data-bbox="671 1346 884 1413">Duela de madera teca a=0.1 m</p> <p data-bbox="911 1435 1018 1532">Varilla <math>\Phi</math> 10mm L=0.2m</p> <p data-bbox="911 1547 1075 1644">Perno de anclaje de 10 mm</p> <p data-bbox="225 1559 363 1588">Eje Neutro</p> <p data-bbox="708 1850 847 1879">Eje Neutro</p>	<p><b>Detalle 3.</b> Se muestra cómo debe de colocarse las duelas de madera de teca de 2,0mx0,10mx0,03m, las cuales deben estar empernadas a la base de la misma madera, la base de madera debe estar sujeta al cerco de caña de guadua igualmente por pernos.</p>



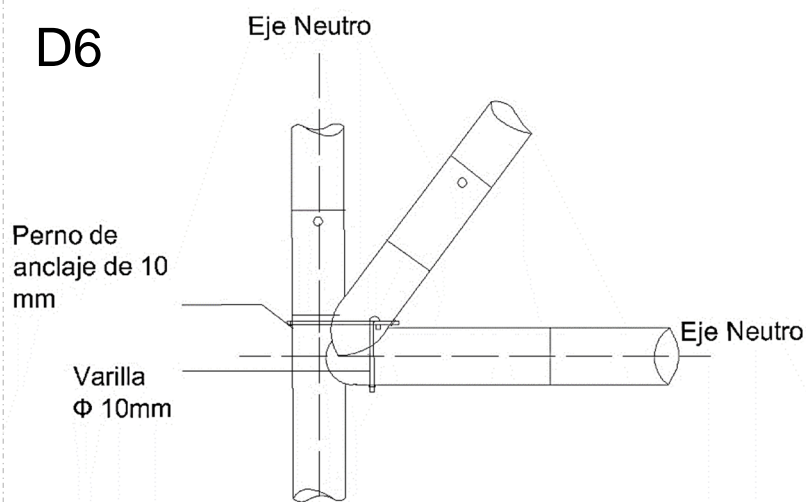
**Detalle 4.** Se muestra cómo debe de colocarse las bandas de caucho alrededor de los tanques plásticos, como refuerzo para que los mismos no se liberen en el agua, al terminar de envolver y ajustar las bandas de caucho, se debe usar una tuerca y arandela para sujetar la banda con la caña guadua.

**D5**



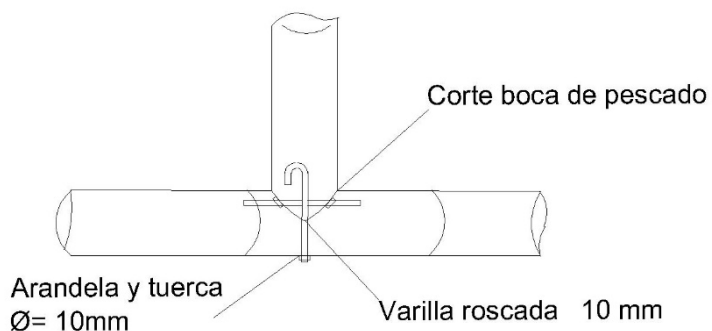
**Detalle 5.** Se muestra cómo debe realizar las uniones en las esquinas superiores del marco del cerco que contiene a los tanques plásticos.

**D6**



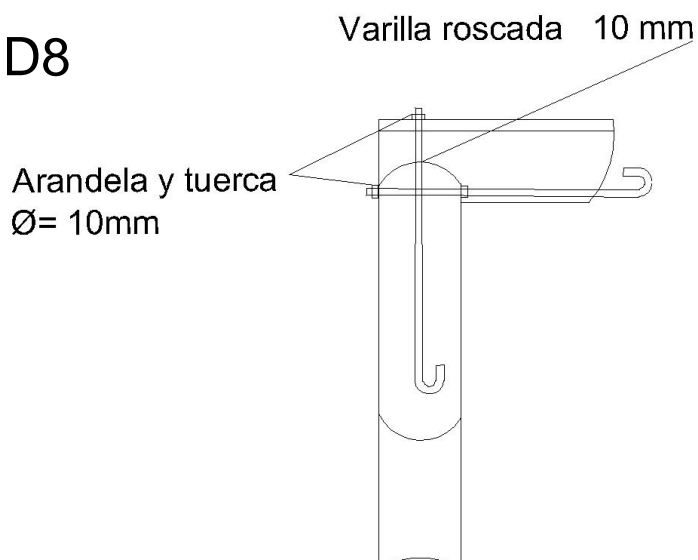
**Detalle 6.** Se muestra cómo debe realizar las uniones en las esquinas inferiores del marco estructural del módulo, este se lo hace con la ayuda de varillas roscadas de 20 y 30cm y pernos y arandelas de 10cm de diámetro.

D7



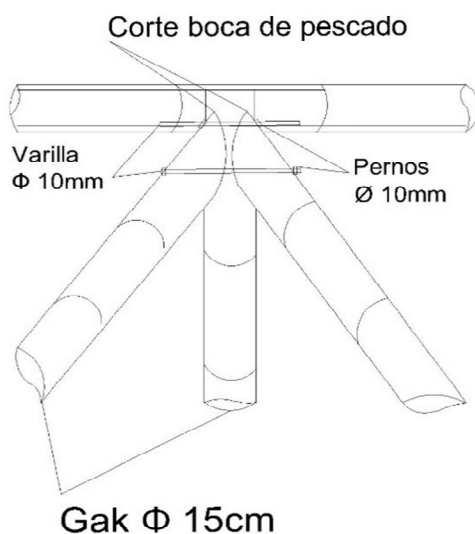
Detalle 7. Se muestra cómo debe realizar la unión en el centro de la viga inferior del módulo, este se lo hace con la ayuda de varillas roscadas de 20cm y pernos y arandelas de 10cm de diámetro.

D8

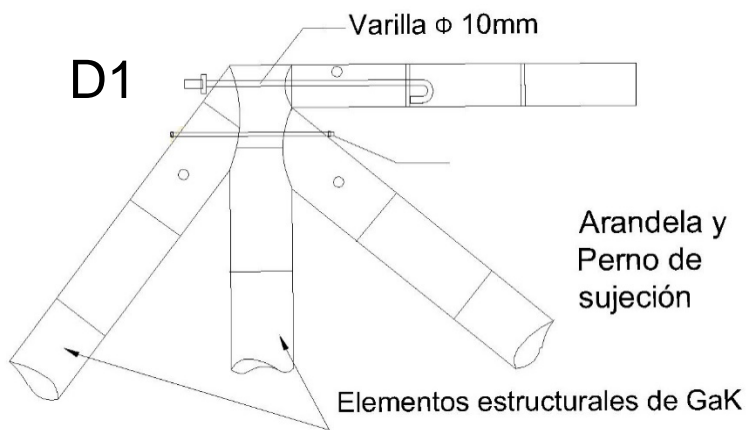


Detalle 8. Se muestra cómo debe realizar la unión entre vigas superiores en la esquina superior del marco estructural del módulo, este se lo hace con la ayuda de varillas roscadas de 30cm y pernos y arandelas de 10cm de diámetro.

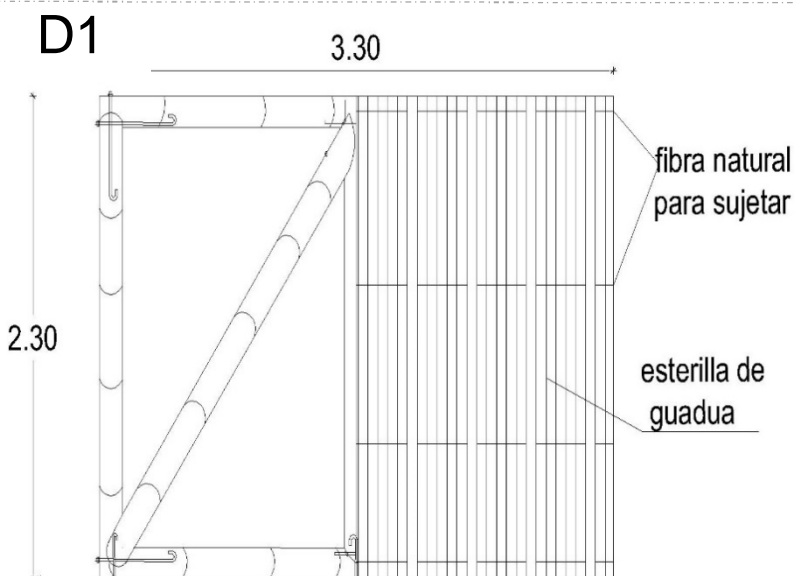
D9



Detalle 9. Se muestra cómo debe realizar la unión entre la viga superior en el centro de la misma y las cañas que conforman la riostra de refuerzo del marco estructural este se lo hace con la ayuda de varillas roscadas de 30cm y pernos y arandelas de 10cm de diámetro. El corte se realiza en boca de pescado.



**Detalle 10.** Se muestra la vista isométrica del cerco de la plataforma flotante, las perforaciones se las realizara con taladro y procurando que las mismas se realicen el eje neutro y las uniones con ayuda de pernos y arandelas y varillas roscadas.



**Detalle 11.** Se muestra la colocación de la esterilla de caña de guadua, para sujetar la esterilla se la puede hacer con ayuda de alambre o de fibras naturales, las cuales se sostienen a las vigas y las columnas.

### Cortes tipo para caña de guadua:

A continuación, se presenta los cortes típicos que serán usados para la realización del módulo, estos cortes se los realizara con ayuda de una cierra de disco circular pequeño para tener un mejor terminado y en un tiempo menor.



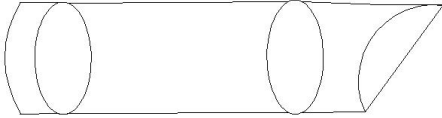
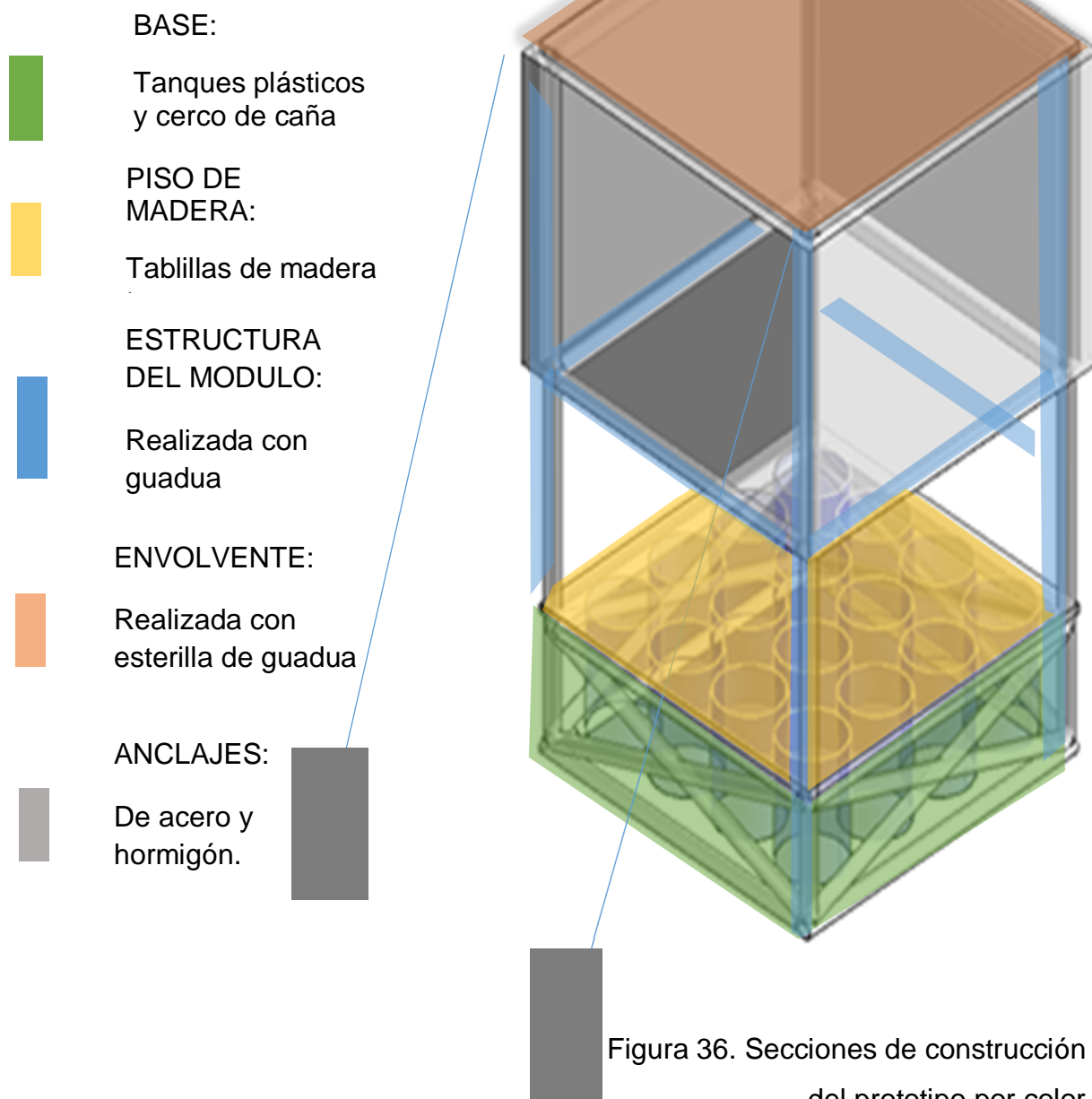
GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
 <p data-bbox="300 902 831 954"><b>Corte Boca de pescado</b></p>	<p data-bbox="946 748 1334 972"><b>El corte de boca de pescado</b> es comúnmente usado para realizar las uniones en vigas y columnas ya que su forma hace que el colocado sea más rápido.</p>
 <p data-bbox="316 1207 756 1258"><b>Corte pico de flauta</b></p>	<p data-bbox="946 1010 1334 1234"><b>El corte pico de flauta</b> es comúnmente usado donde hay presencia de la unión de dos o más cañas, como por ejemplo en la intersección de vigas, columnas y riostras.</p>
 <p data-bbox="320 1532 707 1583"><b>Corte transversal</b></p>	<p data-bbox="946 1332 1334 1556"><b>El corte transversal de la caña</b> de guadua es usado en lugares donde el espacio para la unión es muy pequeño, este corte se acopla a espacios reducidos.</p>

Figura 35.cortes tipo de la caña de guadua

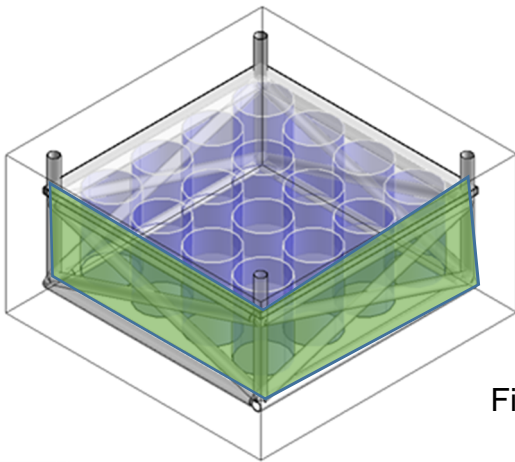


### 3.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

A continuación, se describirá detalladamente como realizar el módulo flotante desde la plataforma que es la base de la estructura, el piso de la plataforma, el armado de la estructura modular, los requerimientos para realizar la envolvente y por último la opción más sencilla de anclaje del módulo al agua.



## Conformación de la base



Para la fabricación de una tarima resistente al agua se procede a crear un cerco que impide su desplazamiento y resistir las tensiones provocadas por las sollicitaciones horizontales, nada despreciables.

Figura 1. Construcción de la base.

Materiales: Para fabricar la base se requiere de lo siguiente:

- 16 piezas de caña guadua de 3m de longitud y 0,15m de diámetro.
- 4 piezas de caña guadua de 5 m de longitud y 0,15m de diámetro.
- 70 pernos y arandelas de 0,10m de diámetro.
- 24 varillas roscables de 0,10m de diámetro.
- 25 tanques plástico de L=0,90m y D=0,60m
- 30 m de banda de caucho de 0,05m de ancho.
- 8 tacos de caucho.
- 8 platinas de 0,20mx0,05mx0,004m.

Los tanques son tomados como elementos de flotación modular, son tanques estandarizados de 55 galones o 200 litros, el costo aproximado es de 35,47 USD por unidad que se los puede conseguir en Disensa, los produce la empresa Plastigama en su línea de almacenamiento de agua, con estos se obtienen la flotabilidad del conjunto.

*Procedimiento de armado:*

- En primer lugar, se debe realizar el cerco de caña de guadua. El cual debe tener 3m de lado interno. Si es necesario cortar con una cierra el exceso de caña, el corte debe ser realizado unos centímetros antes de nudo.



Figura 38. Corte recto

Tomado de: (Guaduabambucolombia, 2015)

- El corte más recomendado es el de boca de pescado como se muestra en la siguiente ilustración.



Figura 39. Corte en boca de pescado

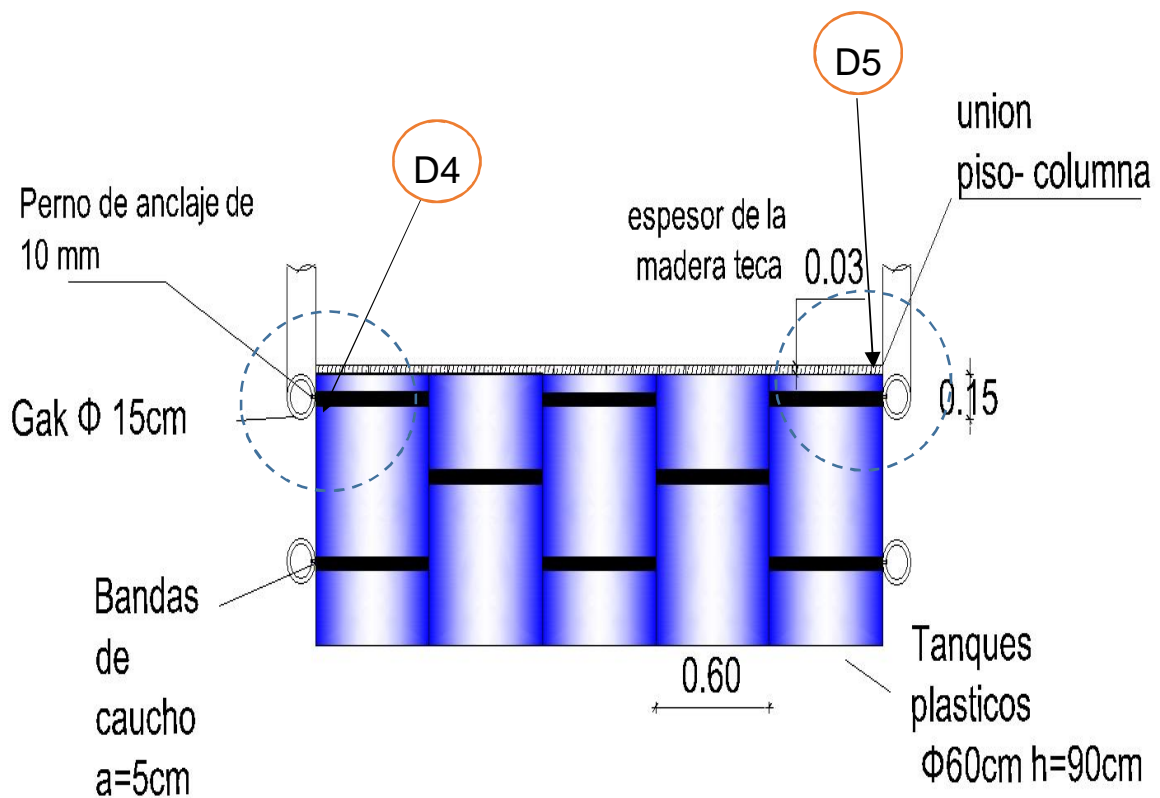
Tomado de: (Guaduabambucolombia, 2015)

- Limpiar la caña de guadua una vez que se hayan realizado todos los cortes necesarios con ayuda de un cepillo plástico.



Figura 40. Limpieza de caña de guadua

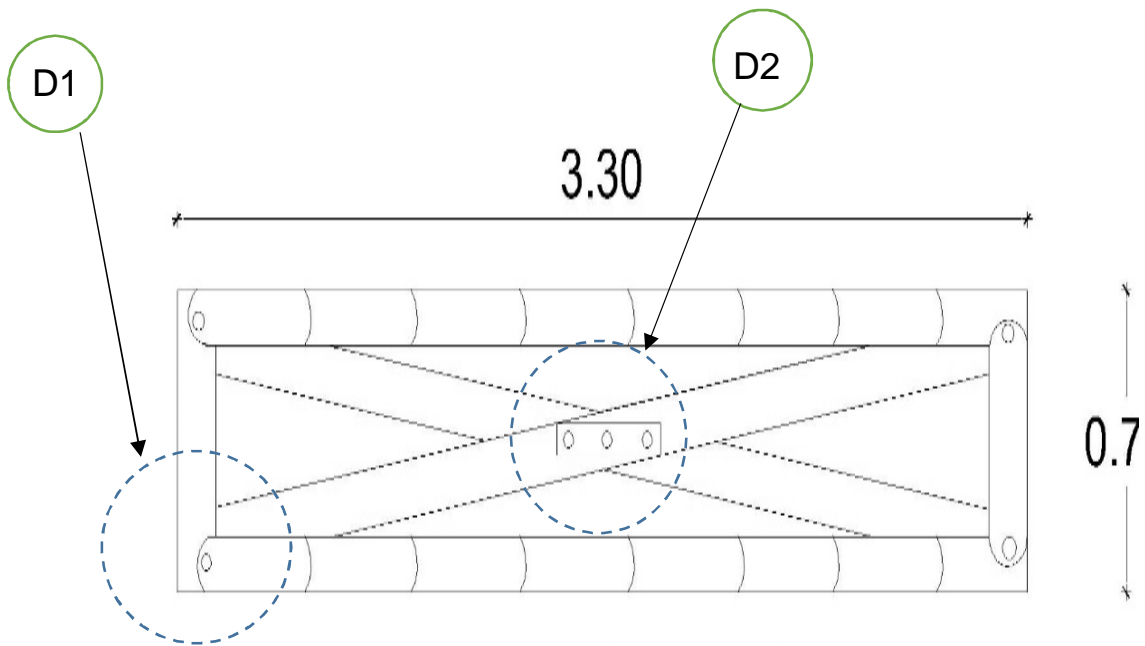
Tomado de: (Guaduabambucolombia, 2015)



**CORTE A - A'**  
**Detalle transversal de la base**  
 Esc ..... 1.100

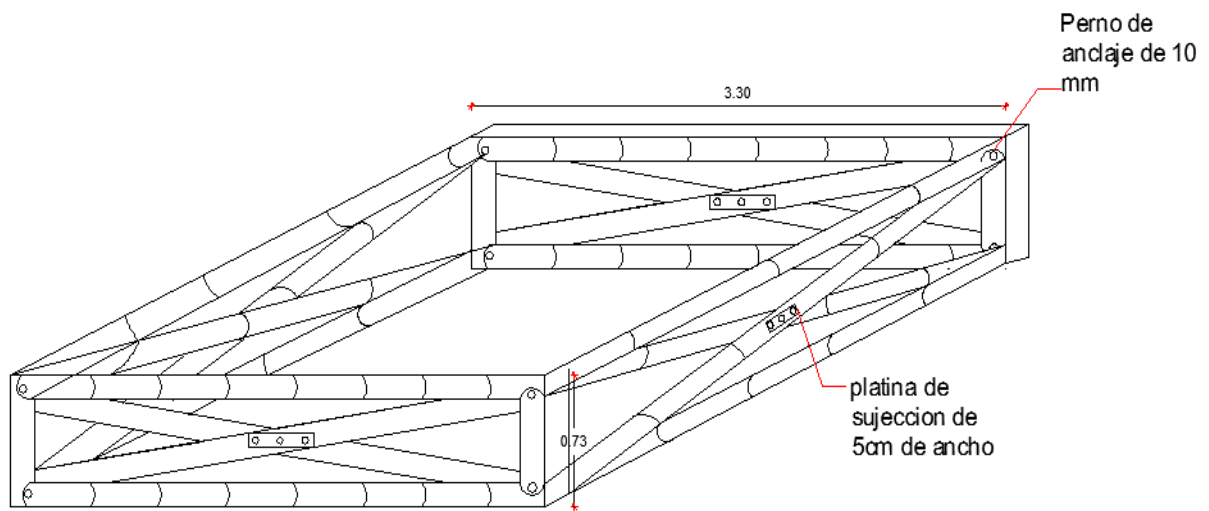
Figura 41. Plataforma modular flotante

- En esta imagen se puede apreciar cómo se deberá colocar los tanques plásticos los mismos que se deberán sujetar muy bien con la ayuda de la banda de caucho, para que estas no se deslicen en el agua



Vista frontal del cerco de caña guadua

Esc ..... 1. 100



Vista Isometrica del cerco de caña guadua

Esc ..... 1. 100

Figura 42. Vista frontal y perspectiva del cerco de caña de guadua.

- Con la ayuda de pernos y platinas de sujeción se arma en su totalidad el cerco que contendrá los tanques plásticos, los cuales estarán bien sujetos con ayuda de una banda de caucho.

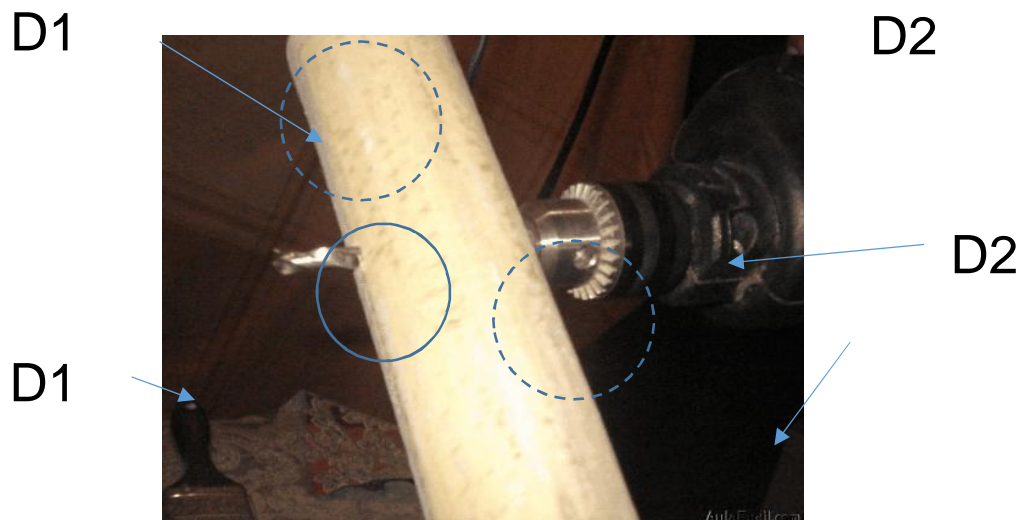


Figura 43. Perforación con taladro.

Tomado de: (ConstruccionesenGuadua, 2017)

- Las perforaciones se las debe realizar con ayuda de un taladro, no se debe usar clavos para hacer las uniones ya que pueden fisurar la caña y reducir la resistencia.
- Colocar las cuatro cañas de 5m como columnas principales, en los niveles establecidos hacer las respectivas perforaciones con ayuda de una cierra para que al momento del armado solo se inserte las demás piezas.
- Con las piezas cortadas del tamaño según los cortes establecidos, empezar a conformar el cerco en las esquinas realizar las uniones como se especifica en el cálculo de uniones, usar las varillas según las especificaciones dadas y usar los pernos y las arandelas correspondientes.
- Cuando el cerco este conformado colocar los 25 tanques plásticos de dimensiones y sujetarlos al cerco con ayuda de la banda de caucho de 5cm, las bandas son usadas para asegurar la estabilidad de los tanques dentro del cerco de caña de guadua, para evitar desplazamientos. En caso de quedar espacios abiertos se utilizará pequeños tacos de caucho para dar mayor estabilidad al conjunto. Como se muestra en la siguiente figura:

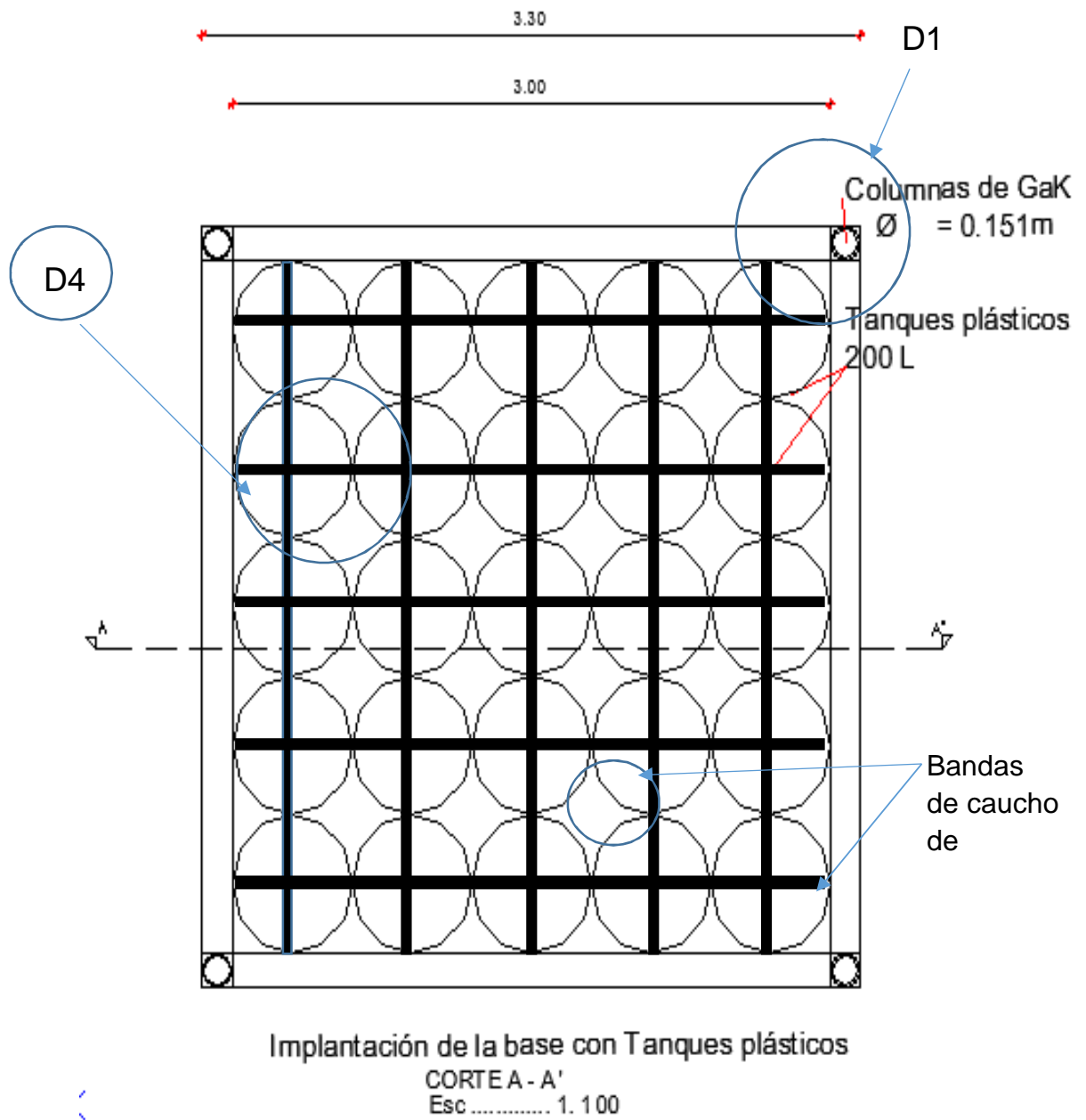


Figura 44. Implantación de la base con tanques plásticos.

## Conformación del piso del módulo flotante

El piso está conformado con madera resistente al agua y la intemperie, para lo cual la madera escogida para este fin es la madera teca, la cual posee la resistencia necesaria para satisfacer las necesidades de este proyecto.

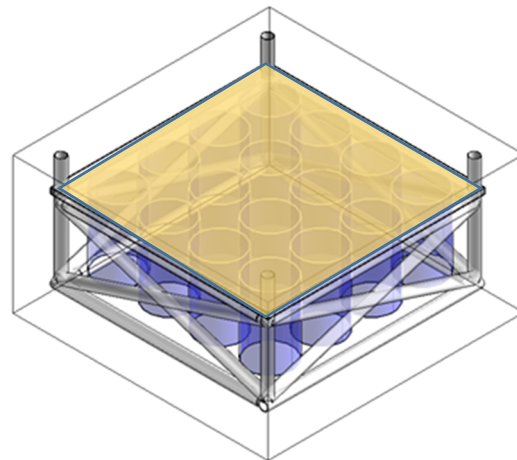


Figura 2. Conformación del piso  
Elaborado por el autor

### *Materiales:*

- 44 tablillas o duelas de madera de teca de  $L=2,0\text{m}$  y  $a=0,15\text{ m}$ , que deben ser machihembradas previamente.
- 66 pernos de  $0,10\text{m}$  de diámetro

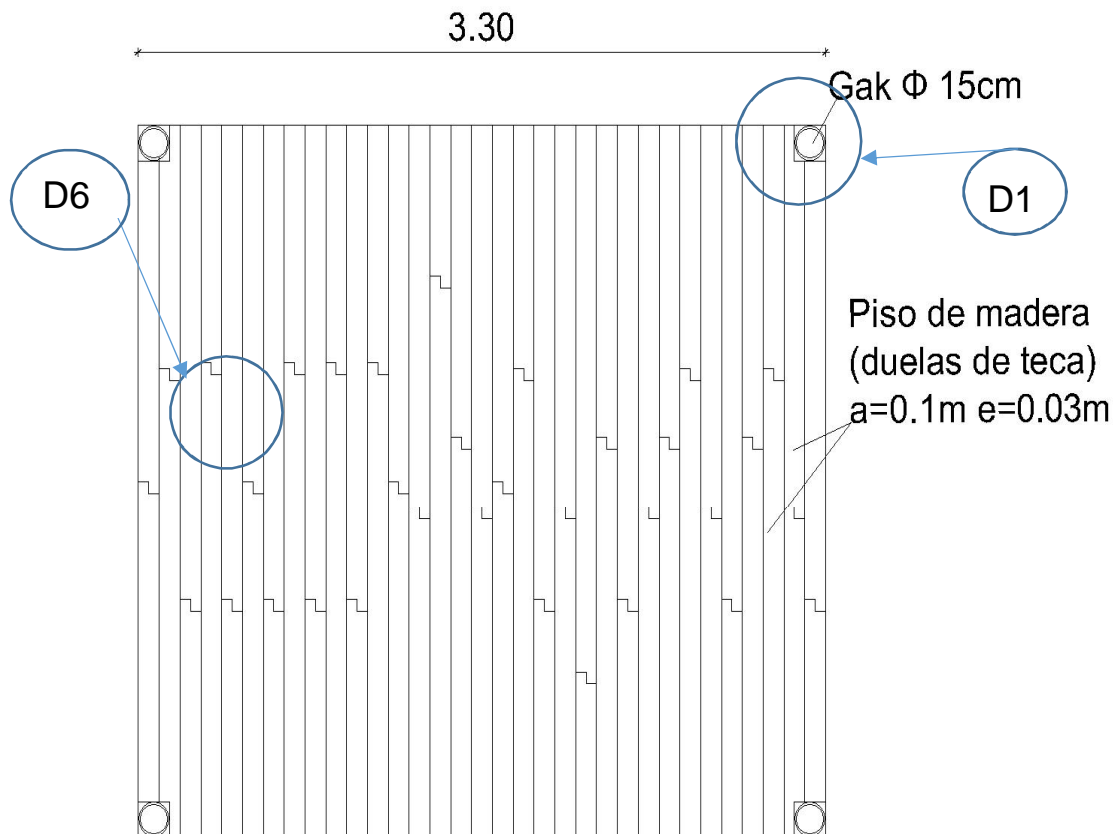
### *Herramientas:*

- Taladro, será usado para realizar las perforaciones.
- Broca de  $3/8''$
- Sierra, será utilizado para realizar los cortes que sean necesarios.

### *Proceso de colocación:*

- Se elige las tablillas de madera que se encuentren en buen estado, es decir sin fisuras y libre de hongos.
- Se coloca la base de madera de teca, es decir un contorno de  $3,3\text{m} \times 3,3\text{m}$  para que en esta se pueda colocar las tablillas o duelas de dos metros, las mismas que se irán entramando una o a otra.

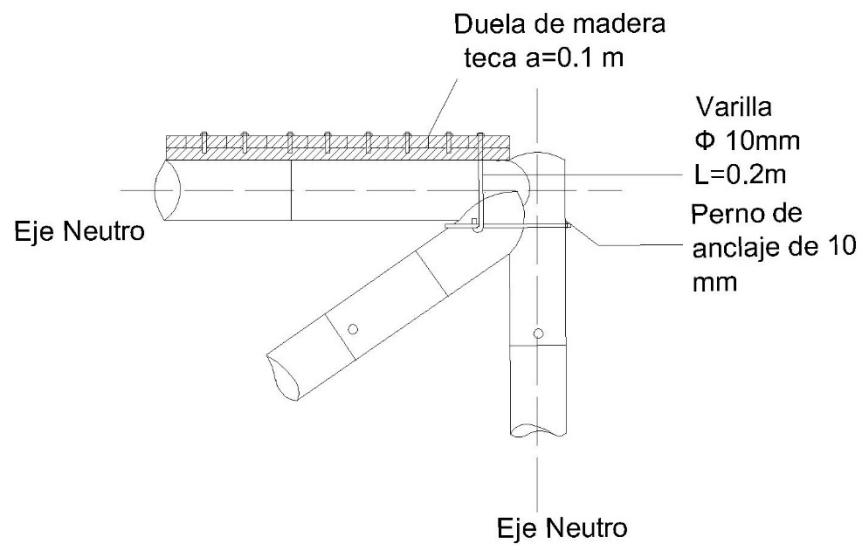
- A continuación, se procede a machihembrar la madera, este proceso consiste en dar a la madera una lengüeta y una hendidura, las cuales deben encajar perfectamente entre si, dando como resultado uniones más resistente entre dos o más piezas de madera. Como se muestra en la imagen



**CORTE A - A'**  
**Vista en planta de la base**  
 Esc ..... 1. 100

Figura 3. Vista en planta con duelas de teaca machihembradas





Detalle 6. Detalle de colocación de las duelas de madera de teca sobre el cerco de caña de guadua, para esto se usa pernos y rodela de 0,10m de diámetro, las perforaciones se realizarán con ayuda de un taladro con broca de 3/8".

- Con ayuda de un taladro se procede a realizar las perforaciones para colocar los pernos que fijaran las tablillas de madera al cerco de caña de guadua. En la siguiente imagen podemos observar el terminado de un entablado de piso con madera teca.



Figura 47. Duelas de teca  
Tomado de: (Madel, 2018)

## Conformación de la estructura del módulo

Seleccionadas las cañas de guadua que se vayan a emplear en la fabricación del módulo flotante se procede a realizar los cortes de las mismas de acuerdo a lo establecido en la Norma Nec para GaK.

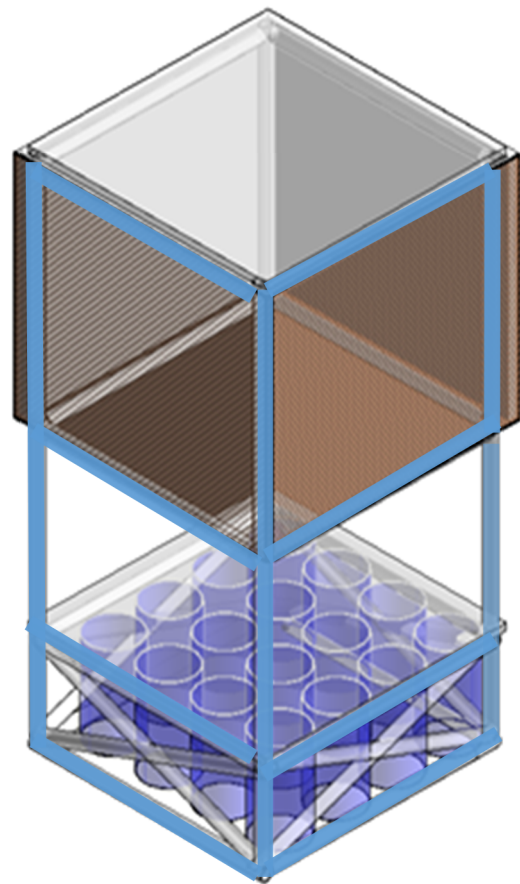


Figura 4. Montaje de la estructura  
Elaborado por el autor

### *Materiales:*

- 4 cañas de guadua de 5m de longitud y 0.15m de diámetro.
- 8 cañas de guadua de 2.7m de longitud y 0.15 m de diámetro.
- 8 cañas de guadua de 3.60m de longitud y 0.15 m de diámetro.
- 8 pletinas de sujeción de 0,20 x0.05 x 0.004 m cada una.
- 12 varillas roscables de 0.10 m de diámetro y 0.30 m de largo.
- 30 pernos de 0.10m de diámetro.

### *Procedimiento de armado.*

- Para empezar, se debe cortar la caña de guadua para facilitar la realización de las uniones. Así se tiene las siguientes opciones:
  - Corte Cóncavo transversal a la caña guadua.
  - Corte tipo boca de pescado
  - Corte tipo pico de flauta.



Figura 49. Corte Boca de Pescado  
Tomado de: (Guaduabambucolombia, 2015)



Figura 50. Corte Pico de Flauta  
Tomado de: (Guaduabambucolombia, 2015)



Figura 51. Corte transversal de una caña guadua.  
Tomado de: (Guaduabambucolombia, 2015)

- Las perforaciones como en el caso de la realización del cerco se las debe hacer con ayuda del taladro y personal calificado.

Detalle: D6

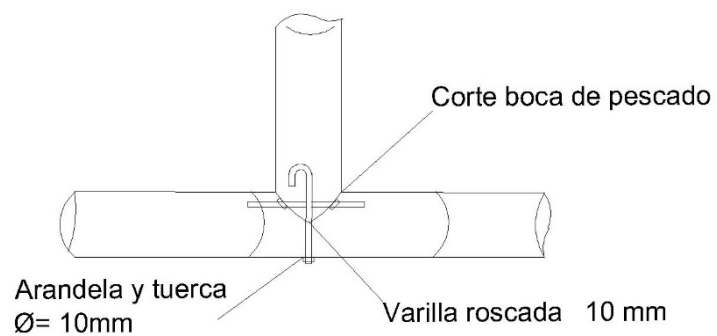


Figura 52. Detalle de unión 7, corte a boca de pescado

### *Requisitos estructurales:*

- a) Se debe tomar en cuenta que la unión que se va a emplear debe ser capaz de resistir las cargas externas a la que va a estar sometida; las uniones detalladas al inicio del desarrollo son las necesarias para cumplir con las solicitaciones de peso de la estructura.
- b) Al momento de hacer la unión, tener en cuenta la dirección de las fibras y reducir su exposición a la humedad, el sol y otros agentes externos. Por esta razón usar caña preservada.
- c) Comprobar que la falla que se produzca sea dúctil y controlada.
- d) Las uniones a compresión deben presentar, como mínimo, un elemento conector que garantice la estabilidad del sistema. Como se puede observar en la siguiente imagen 50.

### *Realización de uniones*

#### Requisitos generales para la realización de las uniones

- a) Las cañas de guadua que se utilizarán para la elaboración de uniones deben cumplir todas las condiciones referentes a calidad, maduración, preservación, secado y conicidad.
- b) Las uniones a realizar deben ser capaces de resistir las cargas externas a las que estarán sometidas.
- c) Se deben considerar los distintos esfuerzos a los que estarán expuestos los elementos, de manera especial, aquellas uniones que sean sometidas a tensión perpendicular a la fibra y corte paralelo a la fibra.

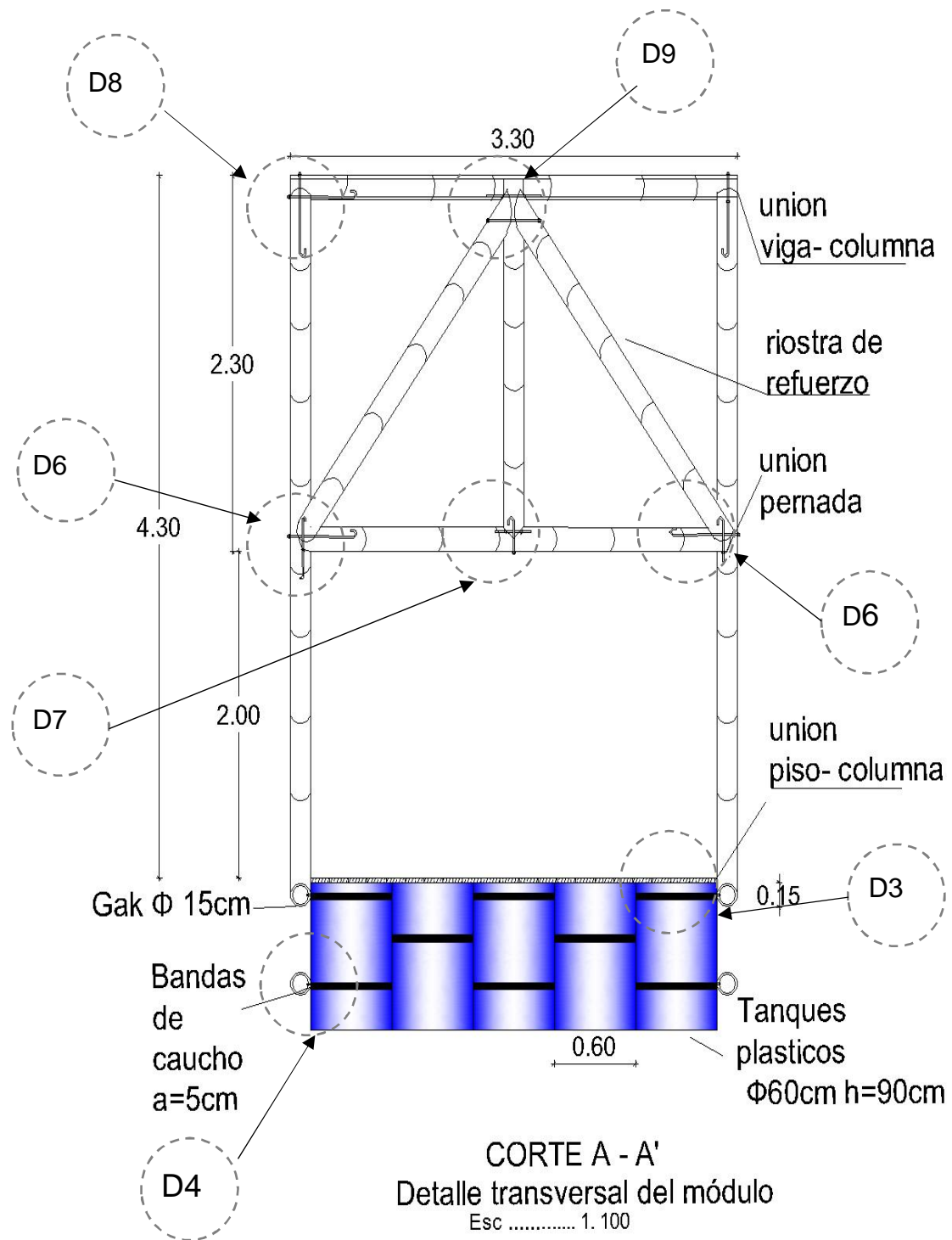


Figura 53. Detalle de corte transversal del módulo

Detalle: D8

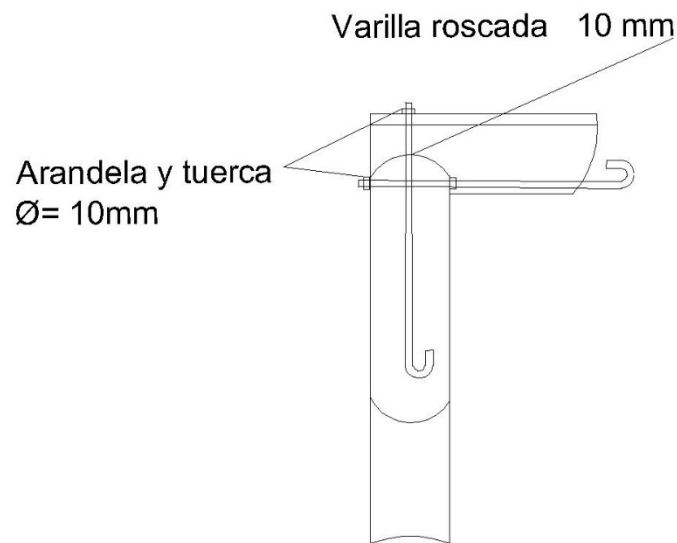


Figura 54. Detalle de unión viga- columna en las esquinas superiores del marco estructural del módulo.

d) No se permiten uniones clavadas que provoquen grietas longitudinales en las fibras de la caña.

#### *Realización de Perforaciones*

Se debe tratar de prescindir realizar perforaciones en las vigas; de ser necesario, estas deben encontrarse especificadas en los planos y cumplir con los siguientes parámetros:

a) No se permite perforaciones a la altura del eje neutro en elementos donde se tengan cargas puntuales o cerca de los apoyos.

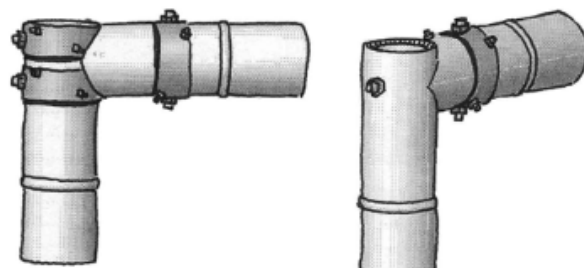
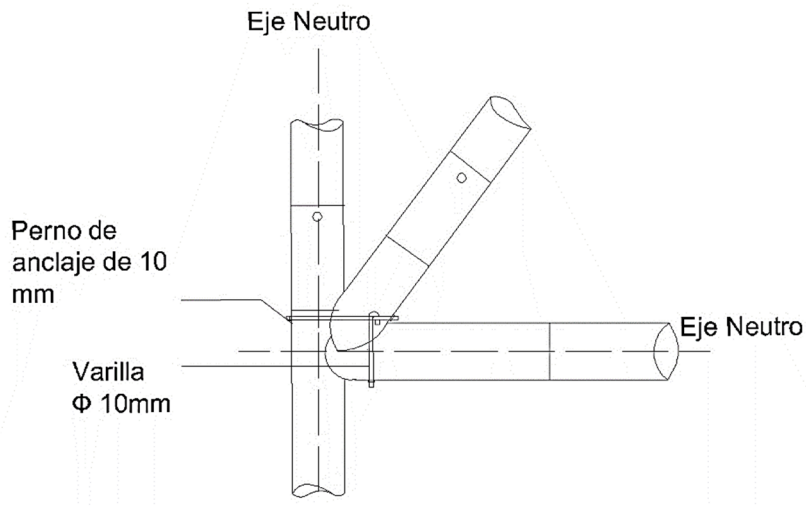


Figura 5. Realización de perforaciones acorde a las cargas

Detalle: D6



Detalle 6. Se muestra cómo debe realizarse las perforaciones en el centro de la caña para evitar fisuras y disminución de la tracción del elemento.

Figura 56. Ejemplo de unión con zuncho

- b) Las perforaciones deben ubicarse a la altura del eje neutro y en ningún caso serán permitidas en la zona de tensión de los elementos.
- c) La perforación será de 32 mm de diámetro como máximo.
- d) En los apoyos y puntos de concentración de cargas puntuales serán permitidas las perforaciones, siempre y cuando estas sean realizadas para rellenar los entrenudos con mortero de cemento.

#### *Realización de marcos estructurales*

El sistema de construcción propuesto consiste en paneles de caña guadua con una disposición bien definida entre sus elementos, los cuales estarán recubiertos por una sola cara del panel con una pared conformada por esterilla, dejando casi toda la rigidez del sistema al esqueleto de guadua.



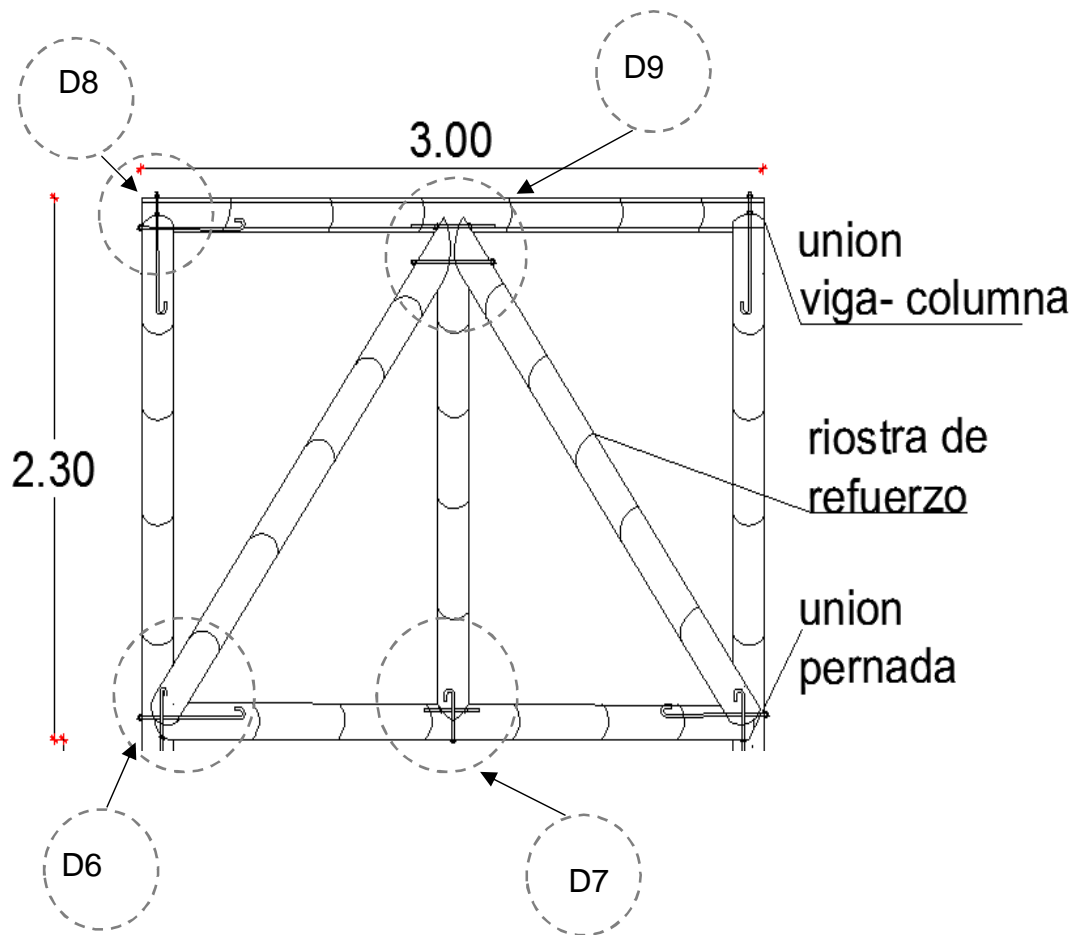


Figura 57. Conformación del marco estructural

## Conformación de la envolvente

Se denomina envolvente al recubrimiento que se le va a dar a la estructura del módulo flotante. Como se mencionó anteriormente se puede utilizar algunos materiales para la realización de la envolvente como son:

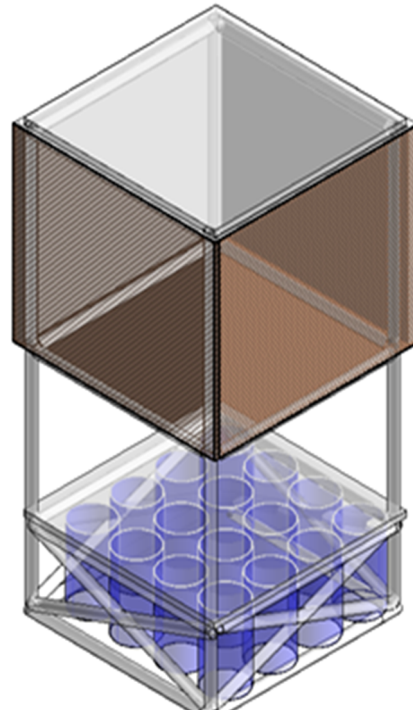


Figura 6. Conformación de la envolvente.

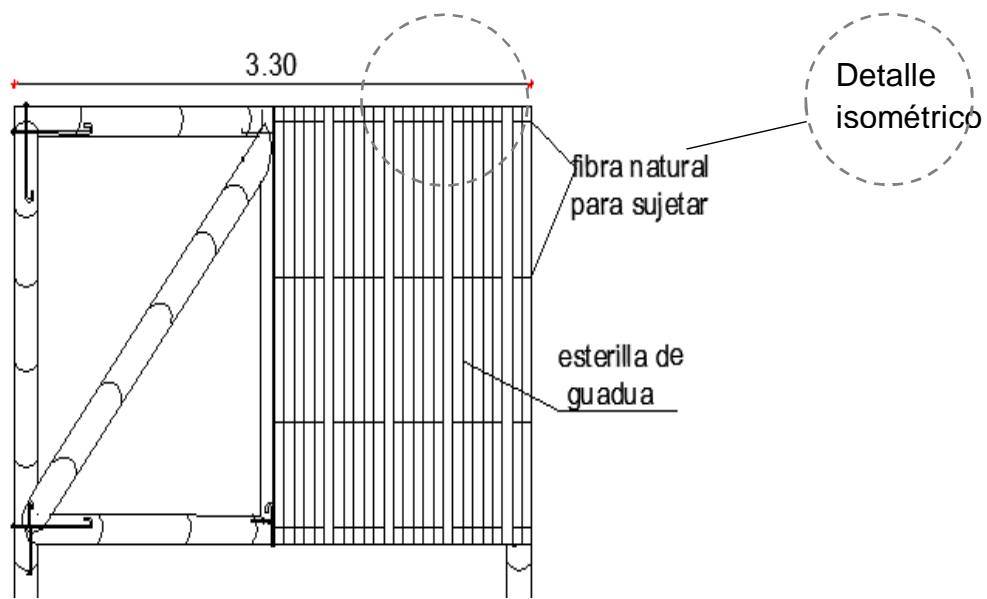
*Materiales:*

- 35 esterillas de guadua de 3m x 0.35m

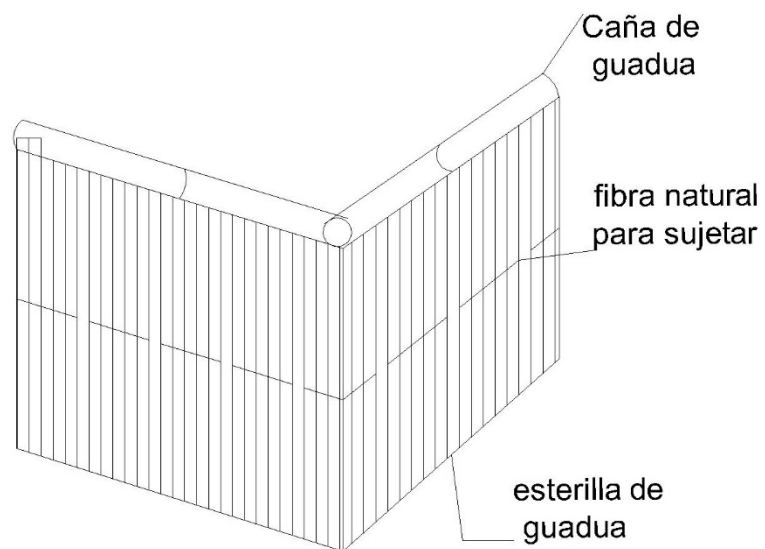
La guadua se pica con ayuda de un hacha y se pule por su cara interna, en el guadual, luego el proceso de preservación es igual al de la guadua pulida y preservada. Como se muestra en las imágenes inferiores.



Figura 59. Esterilla de guadua preservada y seca  
Tomado de: (REA, 2012, pág. 52)



Detalle constructivo de la envolvente



Detalle isométrico de la esterilla de caña de guadua

Figura 60. Esterilla colocada en paredes

*Proceso de colocación:*

- a) Seleccionar las esterillas que vamos a necesitar.
- b) Previamente en los marcos se debe colocar cañas partidas por la mitad para que sean el soporte de las esterillas y no sea necesario usar más pernos
- c) Colocar las esterillas sobre el marco estructural con ayuda de fibras naturales o alambre delgado no es necesario usar pernos.



Figura 61. Colocación de esterilla de guadua.

Tomado de: (ArmeldeasenGuadua, 2017)

## Conformación del anclaje del módulo flotante

De acuerdo con lo señalado anteriormente se usará tanques o barriles de plástico para conformar la plataforma flotante que permitirá que el módulo se adapte a lagos o a ríos de bajo caudal, donde exista una profundidad mínima de 3m.

Para que la estructura se mantenga fija en un punto específico de un lago, laguna o río, es necesario realizar un anclaje pequeño para fijarlo.

Un sistema de anclaje se compone de:

- Línea de anclaje
- Conectores de anclaje
- Punto de anclaje

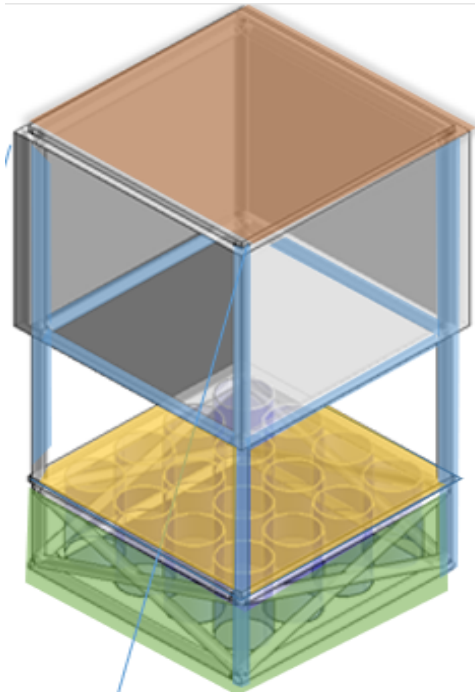


Figura 7. Anclaje  
Elaborado por el autor

Los sistemas de anclajes más antiguos se los hace a través de la utilización de un peso muerto, el cual puede ser de hormigón o acero y también se usa el ancla convencional.

### *Materiales:*

- Dados de hormigón hidráulico de 18 MPa de 40x 40 cm
- 4 varillas de 0,10m de diámetro y 0,40m de largo
- 3 estribos de 0,10m de diámetro
- Cables de acero (longitud variable, depende de la profundidad del cuerpo hídrico).
- 4 pletinas de 0,20x0,05m
- 16 pernos de 0,12 m de diámetro

*Procedimiento:*

- En primer lugar, fabricar un hormigón con cemento hidráulico para resistencia de 18 MPa es decir una relación 1:6:4 (cemento. Arena y ripio) y relación agua -cemento de 0.75.



Figura 63. Dosificación especificada para el dado de hormigón.

Tomado de: (Erreyes & Gomez, 2015)

- Realizar un molde de madera de 0.2x0.2m y 0,4 de altura.
- Realizar una armado de refuerzo para el dado de 0,15x 0,15m, con acero de 0,10 m (cuatro piezas de 0.40m de longitud) y 3 estribos de acero de 0.10m de diámetro que se deberán colocar cada 15 cm.
- Colocar una varilla en la cara superior del elemento, que sobresalga a manera de chicote para ahí sujetar el cable de acero
- Colocar dentro del molde el refuerzo, para luego colocar el hormigón y esperar a q este fragüe para ingresar en el agua, por lo menos se lo debe hacer con 7 días antes de ingresar al agua ya que el hormigón tiene el 50% de la resistencia total en ese tiempo. Lo ideal sería esperar los 28 días de fraguado y curado.

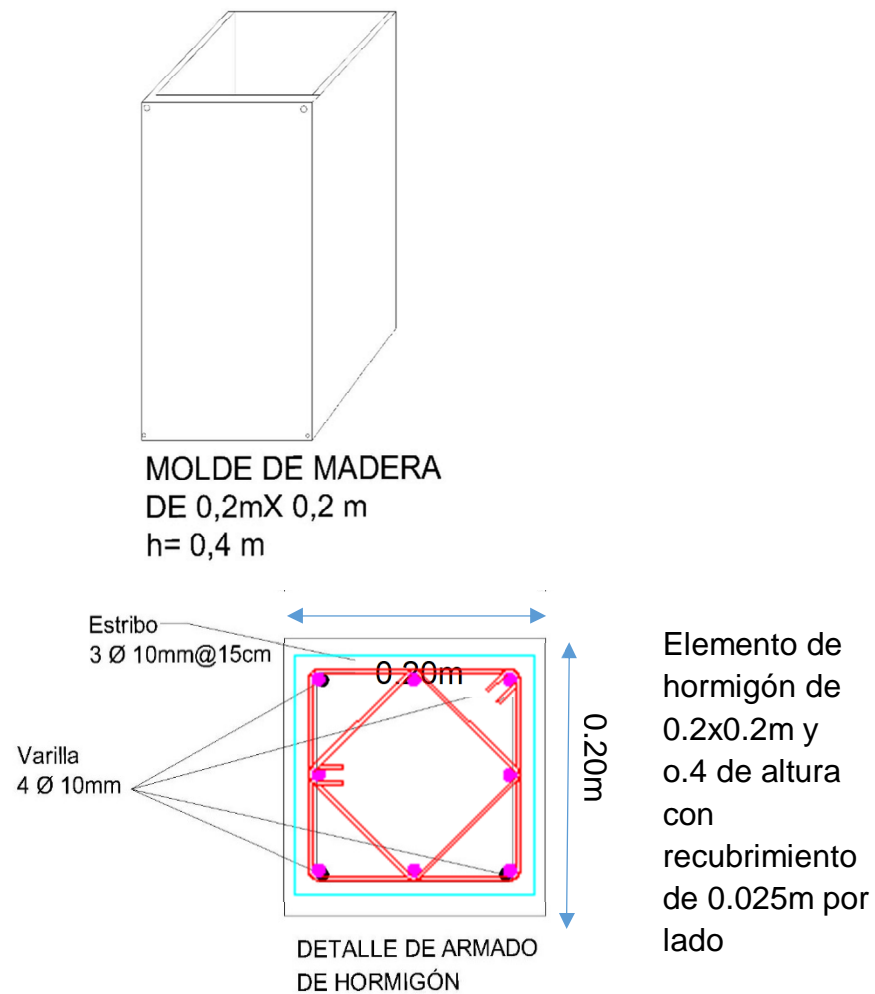


Figura 8.Elaboración de las anclas.

- Una vez hecho esto colocar las pletinas y los pernos a la base, para luego colocar un pasador de acero para que sostenga al tirante con el dado.
- La longitud del tirante o cable de acero se establecerá en el sitio de acuerdo a la profundidad que exista en la zona de implantación. Como se muestra en la siguiente figura.

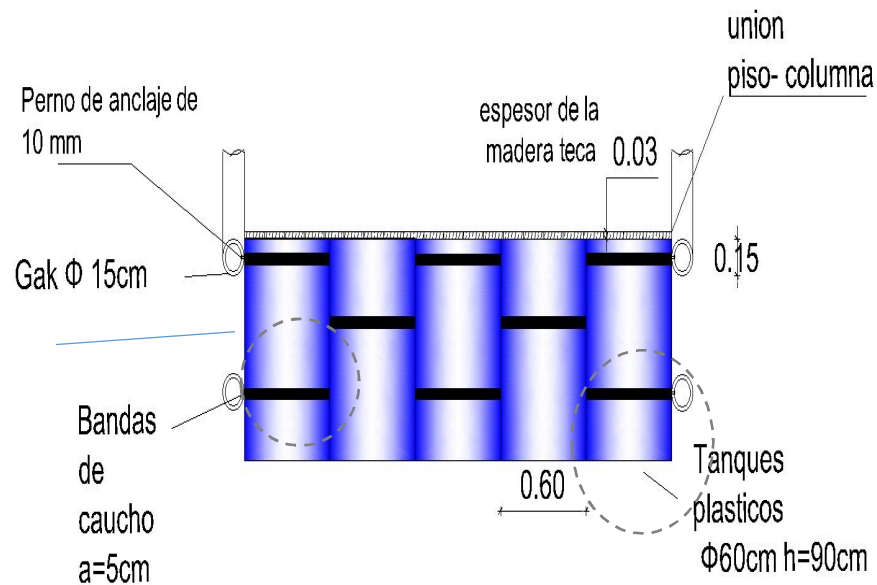


Figura 65. Lugar de colocación del extremo superior del tirante de acero.

Para empezar la estabilización del módulo se debe colocar previamente los elementos de hormigón en la línea de tierra donde se sujetará el extremo inferior del tirante de acero

El extremo superior del tirante de acero se colocará en la platina que estarán ubicados en los extremos del cerco de la plataforma.

Con ayuda de 4 operarios se debe colocar la estructura en el agua, esto quiere decir que la estructura debe ser terminada por completo en tierra.

Una vez que el módulo se introduzca en el cuerpo hídrico, se sujetara del extremo superior de los tirantes, esto permitirá que el elemento no se desplace sobre el agua.



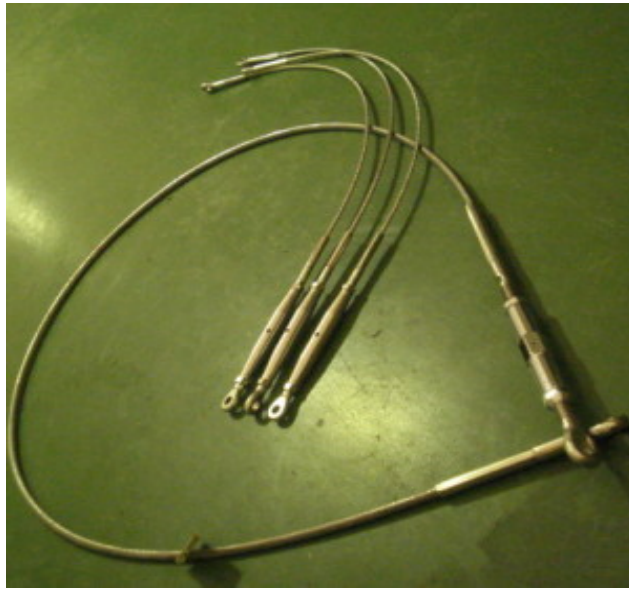
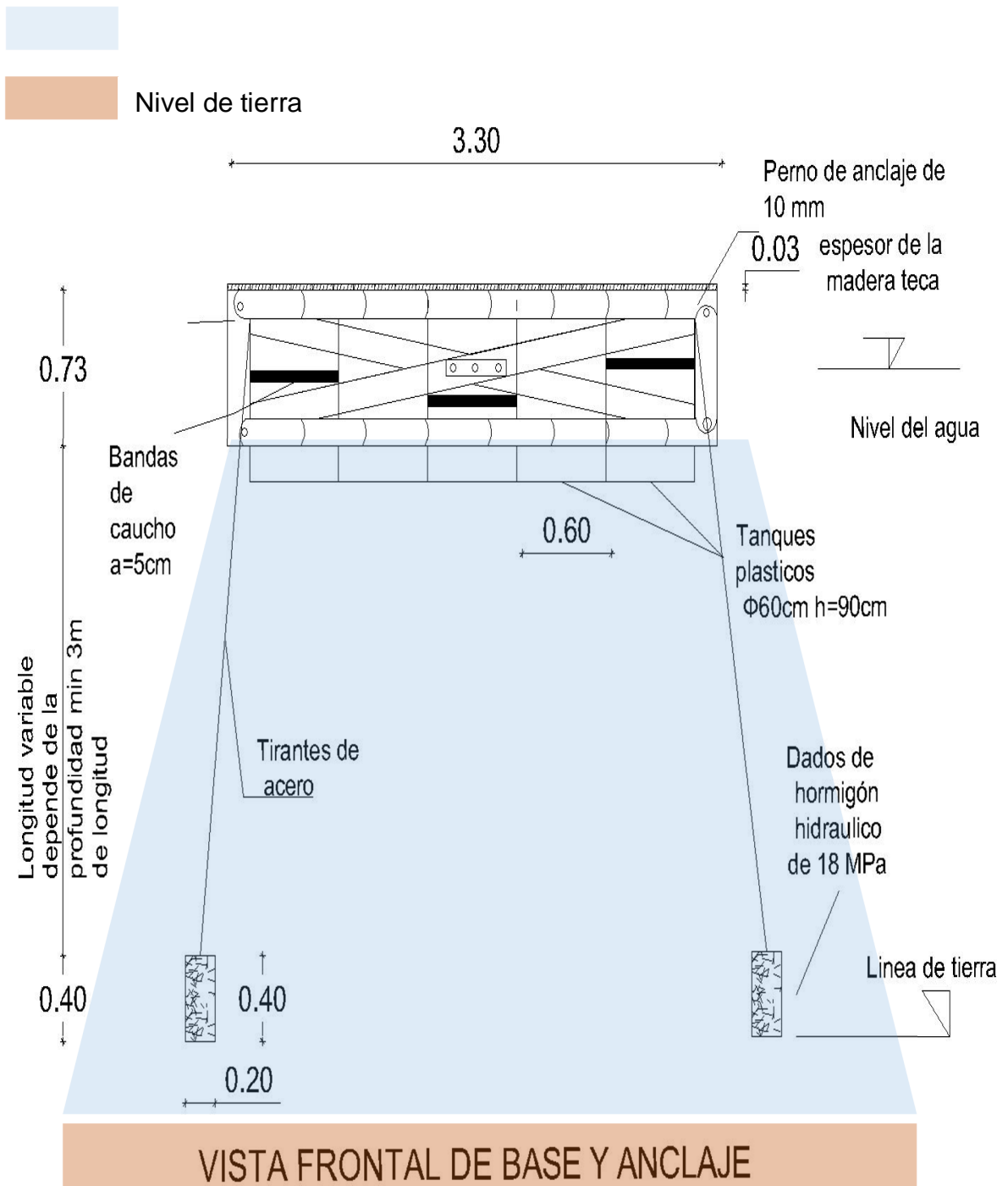


Figura 66. Tirantes de acero  
Fuente: (GarciaAuladell, 2014)

En la imagen inferior se muestra cómo se observa las líneas de nivel de agua y de tierra, como referencia a como deberá ir colocados los dados en el fondo del cuerpo de agua.



Esc ..... 1. 100

Nivel de agua

Figura 9. Corte transversal

### **Mantenimiento y conservación del módulo**

El mayor problema que presenta la guadua es en la fachada debido a la exposición al sol y a la humedad. Por esto se recomienda los siguientes productos: como el aceite de TEKA o también el aceite de Linaza Recocido o tipo B. (Guaduabambucolombia, 2015)

A las esterillas de caña de guadua se las debe quemar con un soplete antes o después de ser colocados, para acelerar el proceso de secado.

Para las fachadas se recomienda usar cada año estos productos, para interiores cada 2 o máximo 3 años.

a) Usar sales de bórax y ácido bórico en una proporción de 3 kilogramos de cada uno \* 50 litros de agua = 6\*50.

b) también se puede usar Inmunestan en la cantidad de 1 litro \* 100 litros de agua.

c) Se puede usar una mezcla de diésel con aceite de linaza la cual se mezcla 1x1 en la misma cantidad. Al finalizar se deja la caña de guadua verticalmente durante 24 a 48 horas para que el inmunizante penetre las fibras de la guadua. No se requiere tapar los huecos. Este proceso repetirlo cada 3 años hasta los 15 años.

Estos procedimientos ayudaran a proteger a las cañas consiguiendo mayor durabilidad.

Figura 68. Protección de esterillas de guadua

Tomado de:  
(ArmeldeasenGuadua,  
2017)



### 3.4 Perspectivas isométricas del módulo.

A continuación, se presentan imágenes del prototipo del módulo flotante con algunos detalles en corte, estos detalles son elaborados por el autor.

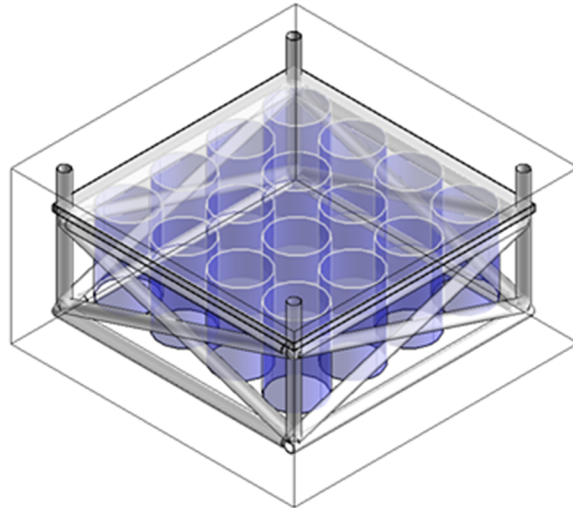


Figura 10. Conformación de la plataforma

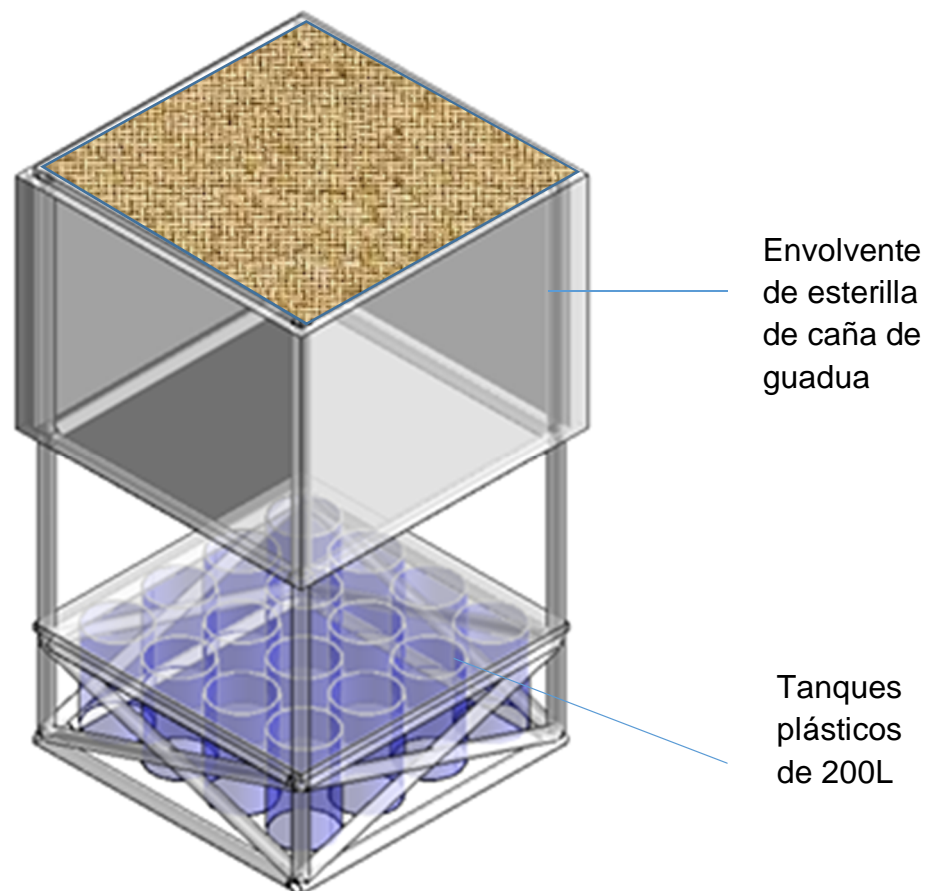


Figura 70. Perspectiva exterior del módulo flotante

Figura 71. Detalle de los marcos para la plataforma

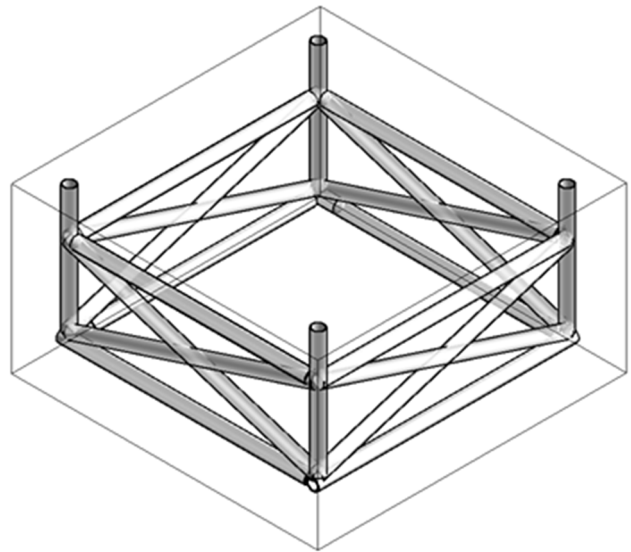
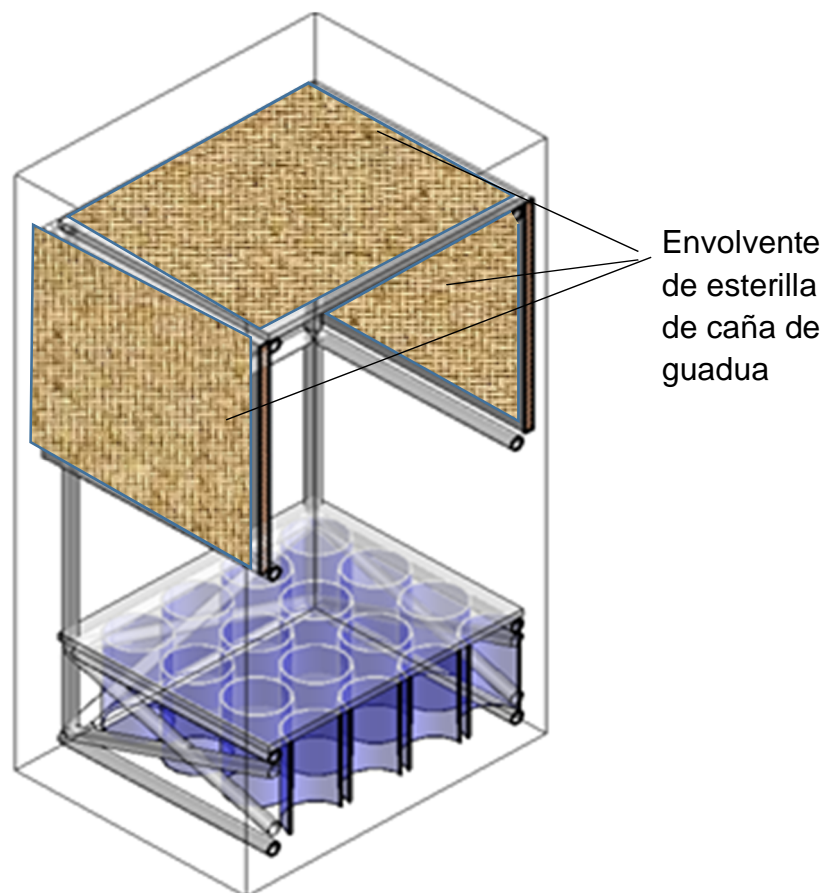


Figura 72. Corte transversal del modulo



Detalle: D6

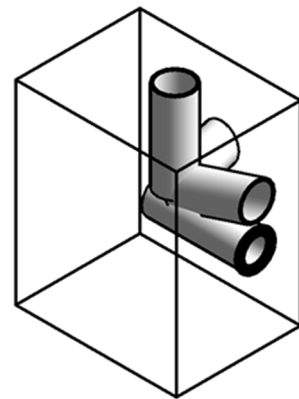
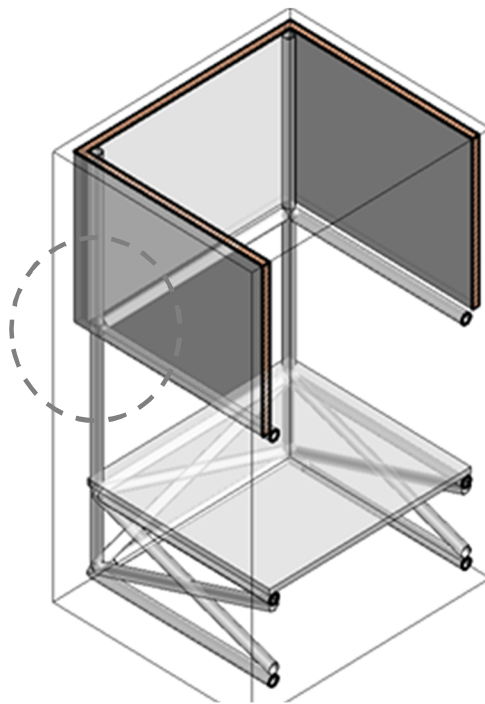
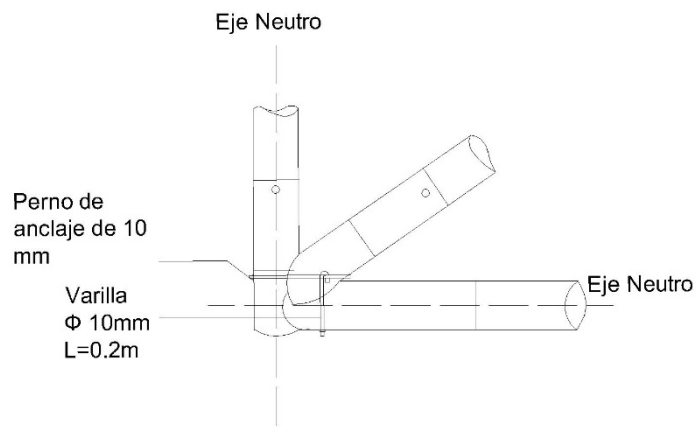


Figura 73. Detalle de la sección de corte

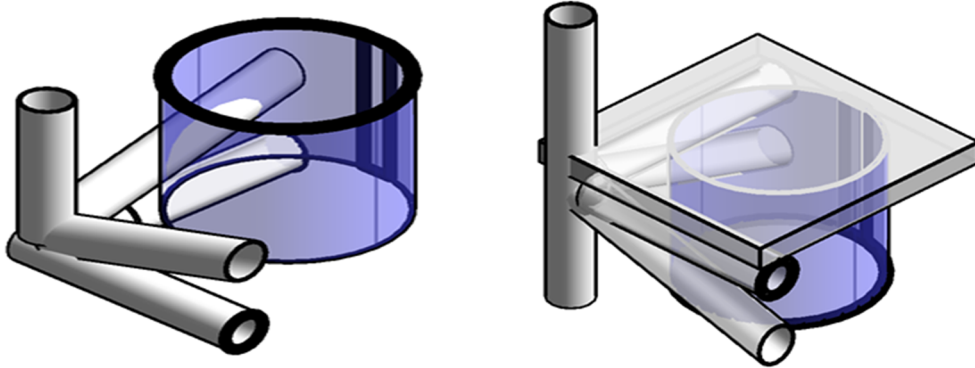


Figura 74. Vistas isométrías de las uniones del cerco de la plataforma

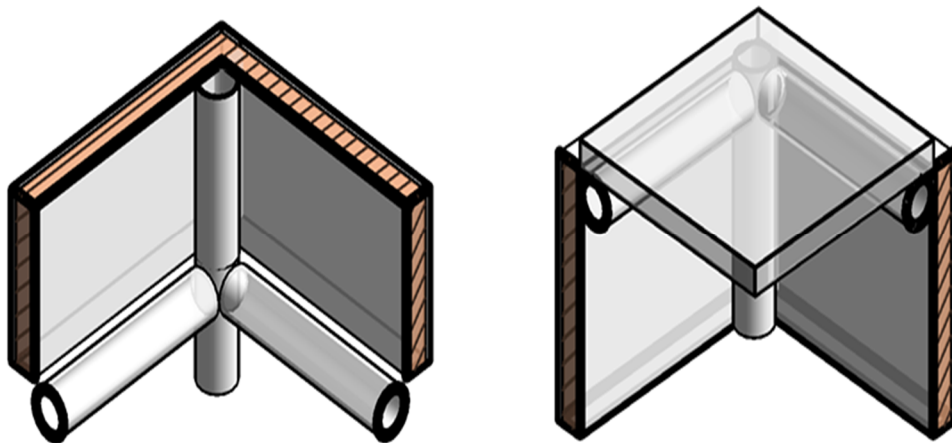


Figura 75. Corte del entablado

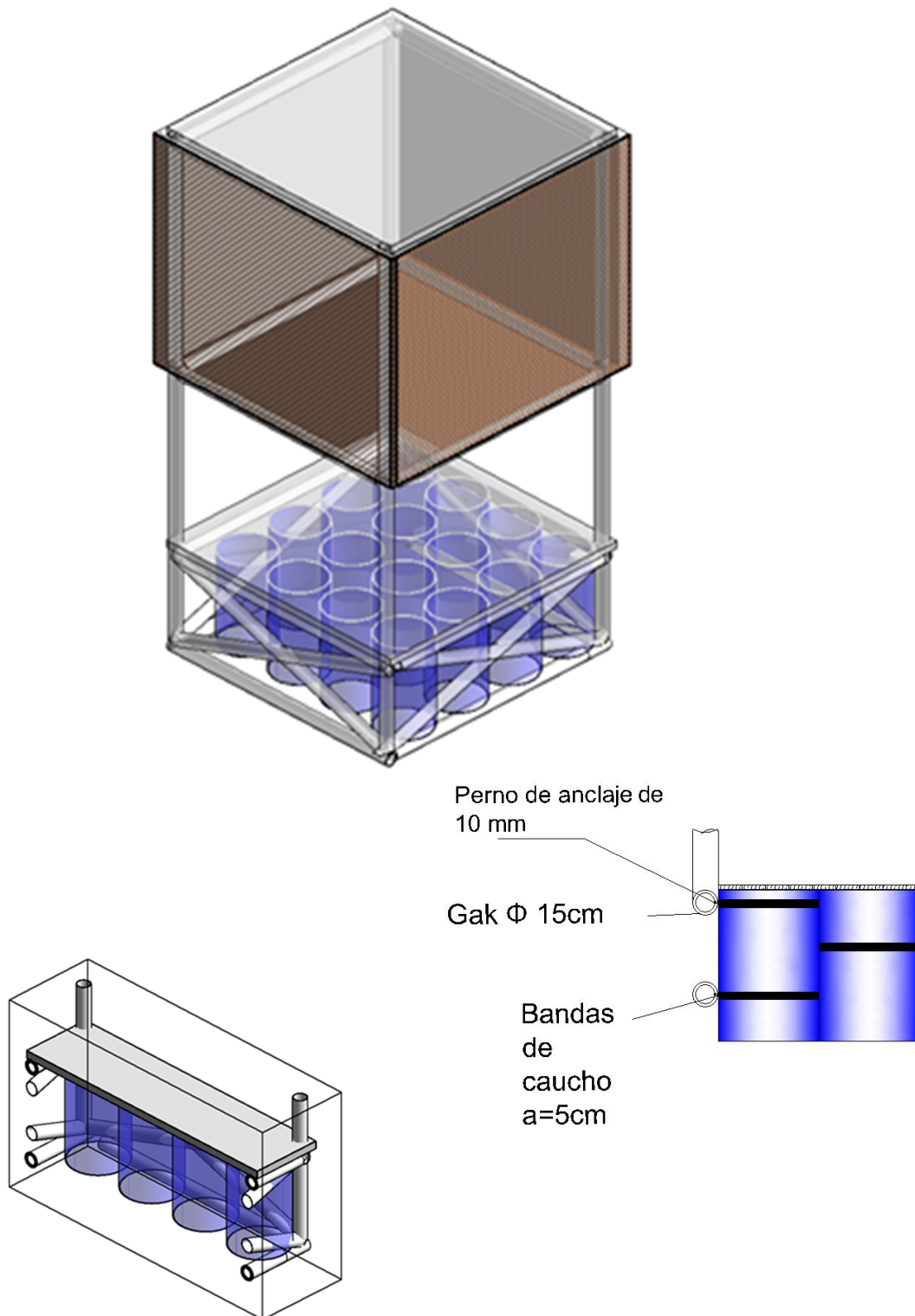


Figura 76. Detalle del ensamble final



4 **CAPÍTULO IV. PRESUPUESTO REFERENCIAL**

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>	
ELABORADO POR:	FECHA:
Stalin Omar Alquina Soria	15/10/2018
<b>MODULO FLOTANTE PARA EXPOSICIONES FLUVIALES CON MATERIALES LOCALES</b>	

DETALLE: ÁREA: 20 m<sup>2</sup>  
 ALTURA: 5.80 m

**A. CERCO DE CAÑA DE GUADUA**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO kg	CANTIDAD	Valor. Unitario	COSTO TOTAL
	Tacos de goma de 10cm x 10cm	u		8	3,8	30,4
	Caña de guadua preservada de 6 m			21	8	168
	Pernos de 10mm de diámetro	u		166	0,1	16,6
	Arandelas de 10mm de diámetro	u		166	0,1	16,6
	Banda de goma de 5cm de ancho	ml		30	1,8	54
	Tanques plásticos de poliestireno L=0,9m D=0,6m	u		25	35,5	886,75
					subtotal	987,75

**B. PISO DE MADERA**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO kg	CANTIDAD	Valor. Unitario	COSTO TOTAL
	Madera teca para piso	u		22	5,2	114,4
					subtotal	114,4

**C. ESTRUCTURA EN GUADUA**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO kg	CANTIDAD	Valor. Unitario	COSTO TOTAL
	Esterilla de caña de guadua de 3my 0,35m	u		35	6,5	227,5
	Pletinas de 6mx 50mmx 4mm	u		1	12,7	12,66
	varillas roscables de 10mm	u		40	0,7	28
					subtotal	268,16

**D. ANCLAJE**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO kg	CANTIDAD	Valor. Unitario	COSTO TOTAL
	Cables de acero galvanizado 5/16	ml		12	8	96
	dados de hormigón	u		4	12	48
					subtotal	144

**E. MANO DE OBRA**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO kg	CANTIDAD	Valor. Unitario	COSTO TOTAL
	Mano de obra	m2		20	20,2	404

**E. HERRAMIENTA MENOR**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PESO kg	CANTIDAD	Valor. Unitario	COSTO TOTAL
	herramienta menor 5% de M.O	u				20,2

---

**COSTOS DIRECTOS TOTALES: 1938,51**

---

## **5 CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

- a) La implantación de este proyecto permitirá aprovechar la biodiversidad de la zona, ya que un cuerpo de agua con una profundidad mínima de 3 metros es apto para colocar el módulo y que este flote.
- b) La caña guadua es un material noble, que es comparado con el acero en cuanto resistencia, lo que hace que este proyecto sea adaptable a todo tipo de entorno en donde se presente un afluyente, ya que la caña se puede conseguir en cualquier ciudad del país.
- c) El módulo ofrece una variedad de usos para los habitantes que lo implementen, puede ser un punto de descanso, una tienda artesanal que atraiga a los turistas y generar recursos económicos, también podría ser un restaurante, es decir es un espacio polifuncional.
- d) Para la fabricación de este módulo es necesario utilizar guadua que cumpla con las especificaciones establecidas en la Nec-2017 para caña guadua, para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura.
- e) La plataforma se la puede realizar con canecas o tanques en buen estado o nuevas, este proyecto fomenta a que si los tanques no pueden ser nuevos se reutilice los ya usados, de esta manera darle un segundo uso y aprovecharlos para la realización de plataformas.
- f) Los costos de realización de este módulo son bajo considerando que puede ser un atractivo turístico que genere recursos en benéfico del sector.
- g) La durabilidad de la caña guadua es variable, a la intemperie puede durar de 1 a 3 años. En el mar puede durar menos de 1 año.
- h) La estructura flota de acuerdo a los lineamientos establecidos.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Seleccionar de forma adecuada las cañas de guadua, verificar que cumpla con los parámetros de corte, secado y preservación.
- Las cañas seleccionadas deben ser almacenadas de forma adecuada de forma vertical, no es muy recomendable de forma horizontal ya que puede producir aplastamiento y generar fisuras
- No se debe usar clavos para realizar las uniones entre dos o más elementos ya que estos provocan grietas y puede afectar a toda la fibra.
- La plataforma se debe realizar con madera que resista al agua y que contenga a los tanques de tal manera que estén fijos a la base.
- Dar continuo mantenimiento a la estructura de guadua, ya sea con la aplicación de diese o aceite de linaza o aceite de teca para prevenir la aparición de microorganismos como lo son los insectos y los hongos.

## Referencias

- AlmazanIngenieros. (2014). *Ingenieria Maritima*. Obtenido de Universiad Politecnica de Madrid: <http://www.almazan-ingenieros.es/data/archivo/Ingenieria%20Maritima.%20Sistemas%20de%20fondeo%20y%20anclaje.pdf>
- Angel, R. (28 de marzo de 2015). *Infomaderas.com*. Obtenido de <http://infomaderas.com/2013/03/04/maderas-para-uso-exterior/>
- ArmeldeasenGuadua. (2017). *ArmeldeasenGuadua*. Obtenido de <http://armeideasenguadua.com/guadua/>
- Casañas, C. (Enero de 2018). *SomosCuidad*. Obtenido de <https://somosciudad.byclaro.com.ec/5-reservas-ecologicas-de-la-costa-ecuatoriana-que-debes-visitar-en-carnaval/>
- cat, A. (30 de enero de 2014). *Apicultors Gironins Associats*. Obtenido de <http://www.aga.cat/index.php/es/articulos/articulos-de-interes/varios/383-propiedades-fisicas-y-mecanicas-de-la-madera>
- Cobos, J., & Leon , X. (Noviembre de 2007). Propiedades Fisico- Mecanicas de la Caña Angustifolia Kunth. Sangolqui, Pichincha.
- ConstruccionesenGuadua. (17 de Mayo de 2017). *ConstruccionesenGuadua*. Obtenido de <https://construccionenguadua.wordpress.com/blog/>
- EcuadorForestal. (Octubre de 2012). *Ecuador Forestal.org*. Obtenido de <http://ecuadorforestal.org/noticias-y-eventos/bambu-obtencion-y-preparacion/>
- Erreyes, A., & Gomez, T. (2015). Construcción sostenible a partir de prefabricados de caña guadua y poliuretano. *Construcción sostenible a partir de prefabricados de caña guadua y poliuretano*. Quito.
- Espinell, J. (2014). La Caña guadua en el espacio interior. Cuenca, Azuay.
- GarciaAuladell, A. (2014). *Calculo y diseño de plataforma fotante*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/22258/PFC.pdf>
- Guaduabambucolombia. (2015). *Guaduabambucolombia*. Obtenido de <https://guaduabambucolombia.com/inmunizantes/>
- Lopez, E. (19 de febrero de 2015). *Catalogo de maderas Ecuador*. Obtenido de [https://issuu.com/enylopez/docs/catalogo\\_de\\_maderas\\_ecuador\\_](https://issuu.com/enylopez/docs/catalogo_de_maderas_ecuador_)

- Madel. (9 de septiembre de 2018). *Madel Tecnología*. Obtenido de [https://www.madel.com.ec/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=63&Itemid=46](https://www.madel.com.ec/web/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=46)
- MaderaselTilo. (2016). *MaderaselTilo*. Obtenido de <http://maderaseltilo.com.ar/producto/tiranteria-y-maderas-duras/>
- Maderincocr. (2016). *maderincocr*. Obtenido de <http://www.maderincocr.com/wp-content/uploads/2011/11/cerramiento-en-bambu.jpg>
- Mejia, M. E. (Enero de 2010). *Extracción y caracterización mecánica de las fibras de bambú (Guadua angustifolia) para su uso potencial como refuerzo de materiales compuestos*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/281294722\\_Extraccion\\_y\\_caracterizacion\\_mecanica\\_de\\_las\\_fibras\\_de\\_bambu\\_Guadua\\_angustifolia\\_para\\_su\\_uso\\_potencial\\_como\\_refuerzo\\_de\\_materiales\\_compuestos](https://www.researchgate.net/publication/281294722_Extraccion_y_caracterizacion_mecanica_de_las_fibras_de_bambu_Guadua_angustifolia_para_su_uso_potencial_como_refuerzo_de_materiales_compuestos)
- Mendoza, J. A. (18 de Febrero de 2014). *Universidad de Cuenca, Uso de la caña guadua en vivienda modular*. Obtenido de [dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5218](https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5218)
- MIDUVI, E. (MARZO de 2017). NEC-SE-GUADUA.
- plataformaarquitectura. (08 de Diciembre de 2016). *plataformaarquitectura*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/801921/cubo-detotora-en-ecuador-fortaleciendo-la-identidad-local-a-traves-de-un-diseno-flexible-y-multiprogramatico>
- Plataformadearquitectura. (2016). Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/797621/15-herrajes-metalicos-para-conectar-estructuras-de-madera-laminada-arauco>
- Platón. (08 de 01 de 2015). *Sólidos platónicos y arquimedianos*. Canada: Oniro. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Verificabilidad>
- REA, V. (2012). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/356/1/T-SENESCYT-0126.pdf>
- Tenorio Tacuri, F. A. (Junio de 2015). *“ELABORACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE PEATONAL EN CAÑA GUADÚA, COMO RESULTADO DEL ANÁLISIS DE UNA APLICACIÓN PRÁCTICA”*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/13194545/>

- TeoriadeConstruccion. (Mayo de 2013). *TeoriadeConstruccion*. Obtenido de <http://teoriadeconstruccion.net/blog/que-exigir-a-un-entablado-normativas/>
- Tinsa. (20 de 05 de 2014). *Tinsa*. Obtenido de <https://www.tinsa.es/blog/historia/historia-del-cubo-de-rubik-el-juguete-mas-vendido-del-mundo/>
- Vibra, B. (2015). *Buena Vibra*. Obtenido de <https://buenavibra.es/por-el-mundo/construyen-una-escuela-que-puede-flotar-en-caso-de-inundaciones/>
- Viera, P. (2017). *ConstruccionesUce*. Obtenido de <https://construccionesuce.wordpress.com/2018/06/20/inen-propiedades-fisicas-y-mecanicas-del-bambu/>
- Zoubi. (2017). *ZoubiNet*. Obtenido de <http://www.zoubi.net/comprar-listones-de-madera-de-teca.html>

## **ANEXOS**



En la siguiente imagen se muestra cómo se verá el módulo flotante terminado y colocado en un lago, se puede apreciar el paisaje.

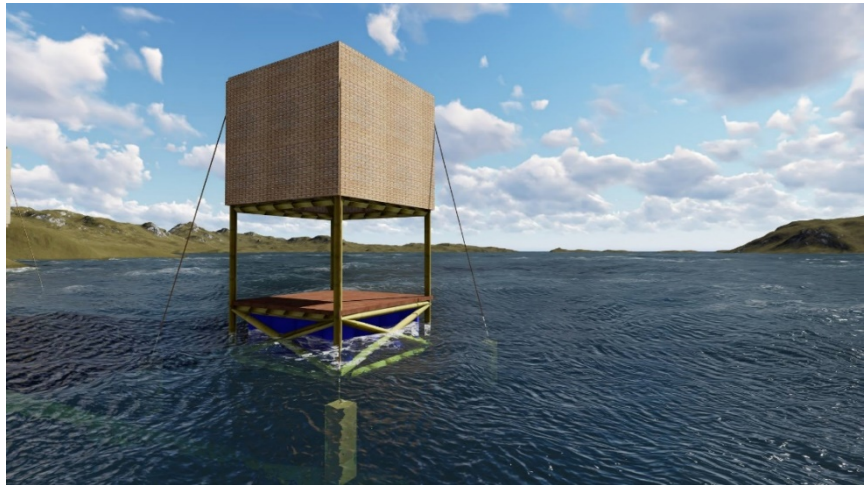


Figura 77. Prototipo colocado en el agua

En esta imagen se puede divisar el paisaje y el uso que se le puede dar al módulo, puede ser un sitio de descanso para turistas.

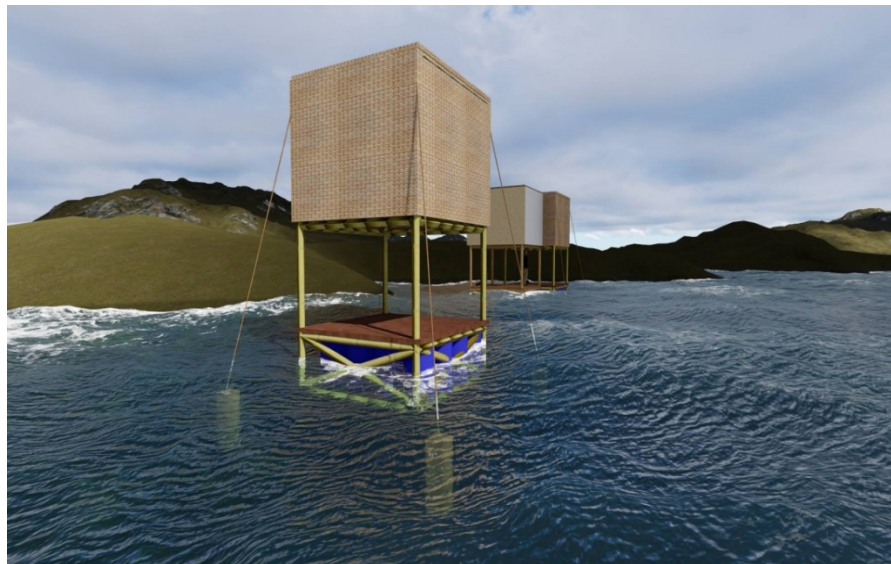


Figura 78. Modulo flotante destinado a descanso de turistas.

79. Perspectiva lateral del módulo flotante.



Desde otro  
Angulo  
podemos  
apreciar el  
acabado  
final de la  
estructura  
flotante.



Figura 80. Iluminación natural del modulo

En esta imagen  
se puede  
apreciar como el  
módulo tendrá  
ventilación e  
iluminación  
natural.



Figura 81. Acercamiento al interior del módulo.



Figura 82. Vista interior.

En esta imagen se puede apreciar el entablado de madera de teca, que es la base por donde circula el visitante, se observa las cañas de guadua y la esterilla que conforma la envolvente.



Figura 83. Modulo usado para protegerse de la lluvia

El módulo puede ser perfectamente usado para protegerse de los rayos solares, así también como de la lluvia repentina.

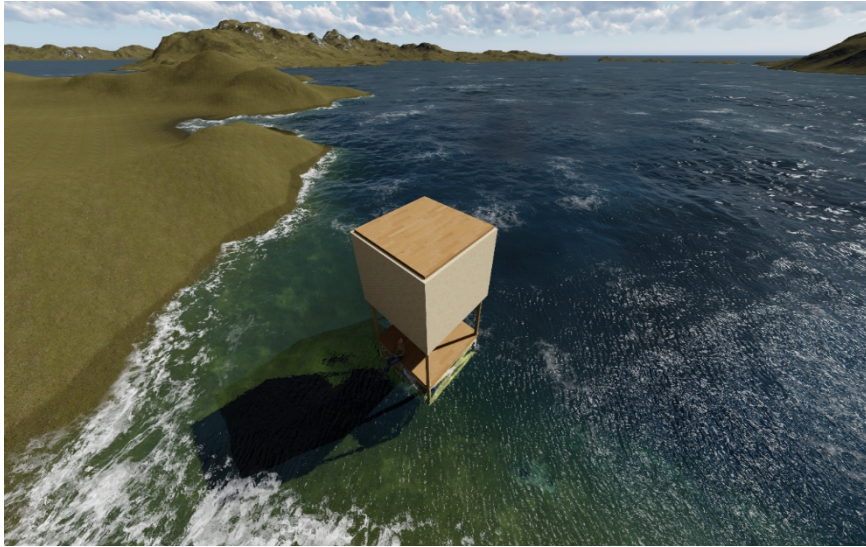


Figura 84. Prototipo implantado en un paisaje de la Sierra.

Se muestra la espectacular vista que se podrá tener desde el interior del módulo, ya que el proyecto pretende rescatar la identidad cultural de los pueblos que acojan el proyecto, fomentando el turismo.

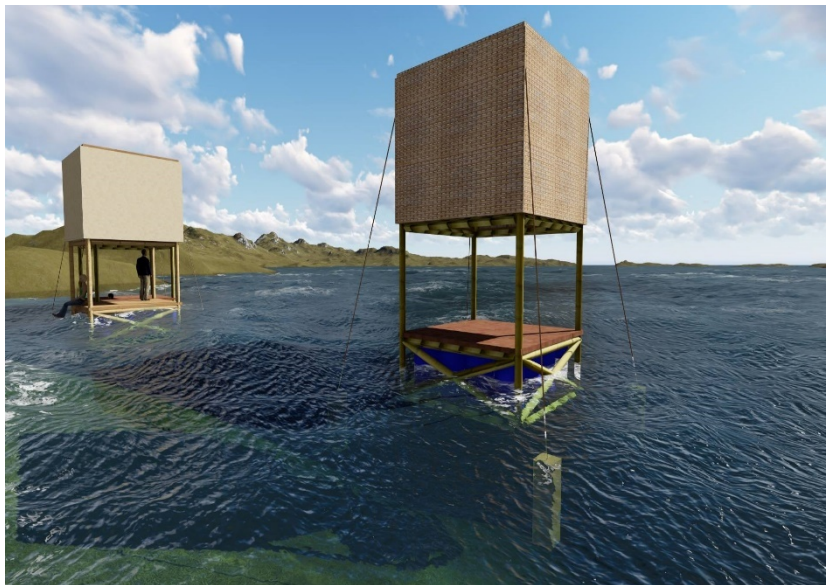


Figura 85. Conjuntos de módulos flotantes.

El módulo debe estar anclado al río o laguna, para que las corrientes de agua no la vuelvan inestable. Se puede apreciar cómo se visualizaría un conjunto de módulos flotantes sobre un lago laguna.

## **MANUAL DE CONSTRUCCIÓN**

El presente manual indica los parámetros para la construcción de un módulo flotante el cual pueda adaptarse a un cuerpo de agua en cualquier provincia del Ecuador, siempre y cuando las condiciones del caudal no afecten su estabilidad.

Este módulo presenta características de construcción como cualquiera estructura en caña de guadua, para lo cual es necesario cumplir con lo establecido en la Norma Ecuatoriana de Construcción para guadua publicada en el 2015, en esta muestra los parámetros que debe cumplir la caña de guadua, como es el secado y preservado para que estas puedan cumplir con las solicitudes de flexión, tracción y compresión que amerita el sistema.

Además, describe la cantidad de materiales que se requiere para su fabricación.

Así también las principales herramientas que se requiere y el equipo de seguridad mínimo que deben llevar los operarios.

En este manual se indica los detalles estructurales que posee el módulo.

Por último, indica cómo se debe dar un correcto mantenimiento a la estructura para que la vida útil sea un poco más duradera.



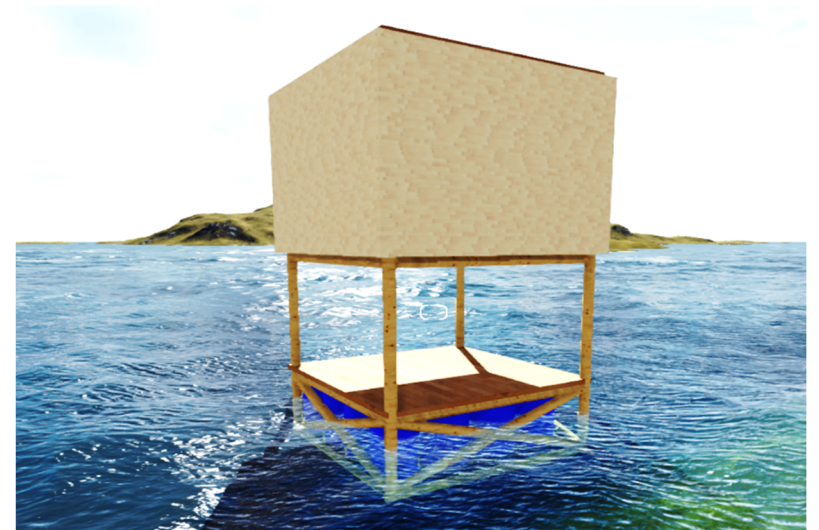
# ESCUELA DE TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIONES DOMÓTICAS

## MANUAL DE CONSTRUCCIÓN

MÓDULO FLOTANTE PARA EXPOSICIONES FLUVIALES CON  
MATERIALES LOCALES.

STALIN OMAR ALQUINGA SORIA

2018



# MANUAL DE CONSTRUCCIÓN

## Módulo flotante para exposiciones fluviales con materiales locales.

El presente manual se desarrolló con la finalidad de dar a conocer un sistema constructivo que permite combinar los materiales de la zona con su entorno, en este caso las fuentes fluviales de esta manera potenciando el turismo y la cultura de varias zonas del país. Usando materiales económicos y resistentes.

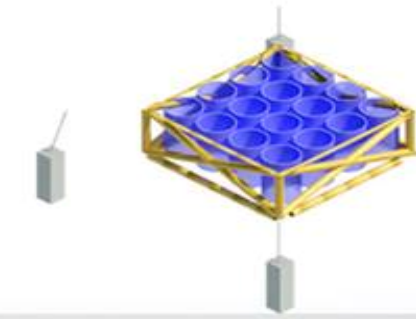
### CONTENIDO:

1. Características de la zona de implantación.
2. Materiales
3. Herramientas
4. Detalle de uniones
5. Cortes tipo para caña de guadua
6. Conformación de la base
7. Conformación del piso del módulo flotante
8. Conformación de la estructura del modulo
9. Conformación de la envolvente
10. Conformación del anclaje del módulo flotante
11. Mantenimiento y preservado

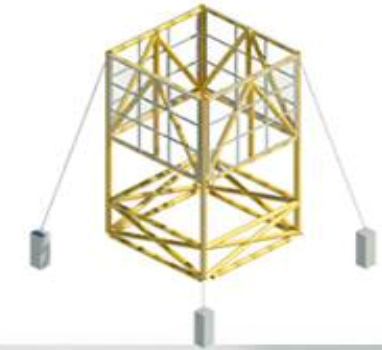
# SÍNTESIS DEL MANUAL

## MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO FLOTANTE

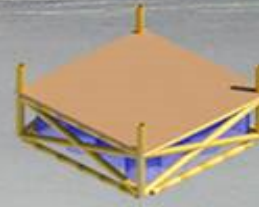
ALUMNO: STALIN OMAR ALOQUINGA SORIA,  
 ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE CONSTRUCCIONES Y DOMÓTICA TRABAJO DE FIN DE CARRERA,  
 UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS



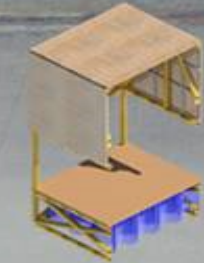
Paso 1: Colocación de los tanques dentro del marco.



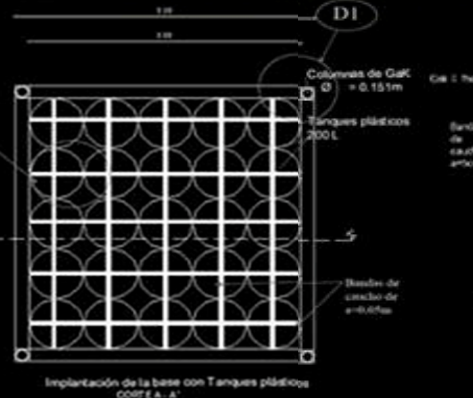
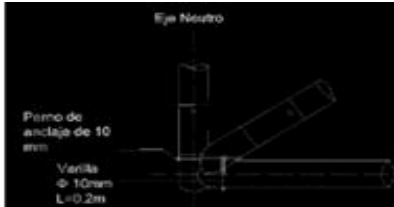
Paso 3: Armado de la estructura, utilización de la saña de acero.



Paso 2: Colocación de la plataforma de madera.



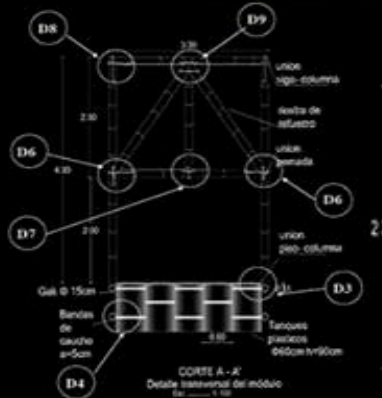
Paso 4: Colocación de la envolvente sobre la estructura.



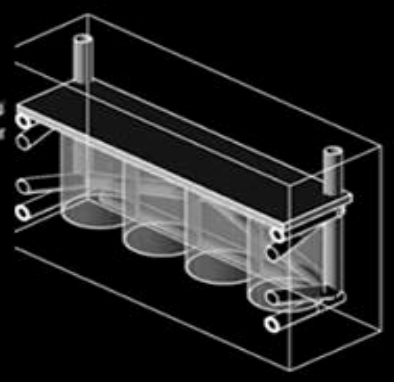
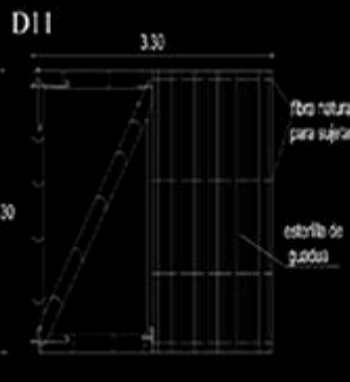
Implantación de la base con Tanques plásticos  
 CORTE A-A'



VISTA FRONTAL DE BASE Y ANCLAJE  
 Esc 1:100



CORTE A-A'  
 Detalle transversal del módulo  
 Esc 1:100





## 1.- CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA IMPLANTACIÓN

La ubicación de este módulo se puede realizar en cualquier cuerpo de agua que tenga una profundidad mínima de 3 m y velocidades de corriente bajas.

Lo ideal es establecerlos en lagos, lagunas y ríos que no tengan corrientes bajas. Para este fin se tiene 4 posibles escenarios de implantación:

- Sierra: caracterizada por agua dulce



- Costa



- Oriente



- Galápagos



## PROCESO

Escoger el lugar donde se quiera establecer el módulo flotante.

Asegurarse de que en la zona escogida se pueda encontrar los materiales necesarios para la construcción del mismo.

Y que se pueda contar con personal de la zona.

## 2.- MATERIALES

Para la construcción de un módulo flotante con madera y caña de guadua se requiere lo siguiente

- 16 piezas de caña guadua de 3m de longitud y 15cm de diámetro, 4 piezas de caña guadua de 0,60 m de longitud y 15cm de diámetro
- 4 cañas de guadua de 5m de longitud y 15 cm de diámetro. 8 cañas de guadua de 2.7m de longitud y 15 cm de diámetro.
- 8 cañas de guadua de 3.60m de longitud y 15 cm de diámetro.
- 166 pernos y arandelas de 10 mm de diámetro
- 8 platinas de 20x5 cm
- 25 tanques plástico de L=0,90m y D=0,60
- 30 m de banda de caucho de 10cm de ancho
- 8 tacos de caucho
- 44 tablillas o duelas de madera de teca de L=2m y a=15 cm
- 35 esterillas de guadua de 3m x 0.35m
- Dados de hormigón hidráulico de 18 MPa de 40x 40 cm
- 36 varillas de 10 mm de diámetro y 20 cm de largo
- 14 varillas de 10 mm de diámetro y 30 cm de largo
- 4 varillas de 10 mm de diámetro y 40 cm de largo
- Tirantes de acero (longitud variable, depende de la profundidad del cuerpo hídrico)

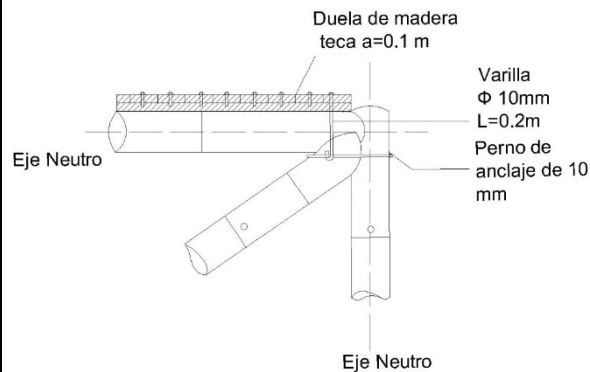
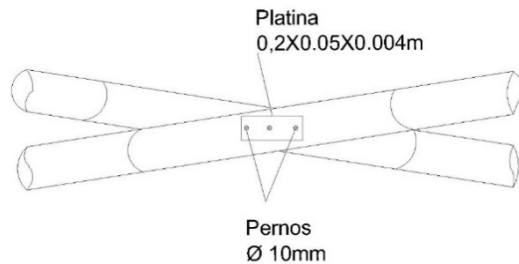
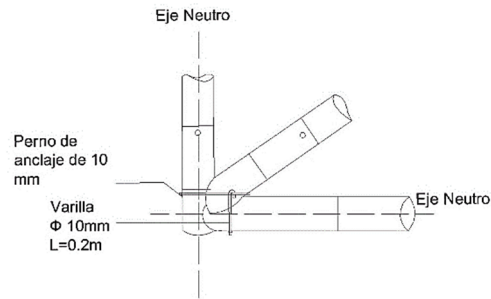
### 3.- HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS BÁSICAS Y EQUIPO DE PROTECCIÓN



Cumpliendo con la normativa vigente todo trabajador debe contar con equipo mínimo de

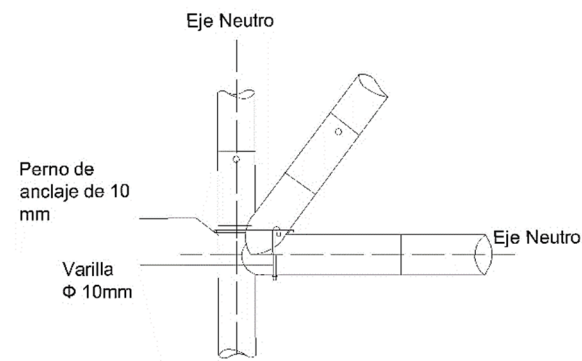
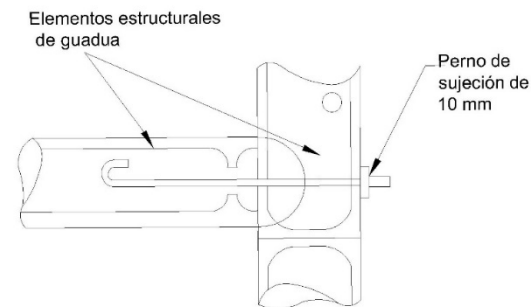
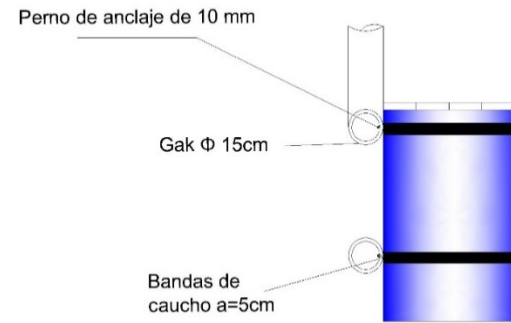
## 4.- DETALLE DE UNIONES



**Detalle 1.** Se encuentra ubicado en las esquinas del cerco que contiene a los tanques. Conformado con cañas de guadua con corte en forma de boca de pescado, con uniones con varillas de 20 y 30 cm con pernos de 10cm.

**Detalle 2.** Se encuentra ubicado como refuerzo del marco del cerco de la plataforma. La unión está conformada por dos platinas de 0,20x 0,05 x 0,004m y pernos de 10 mm y varillas

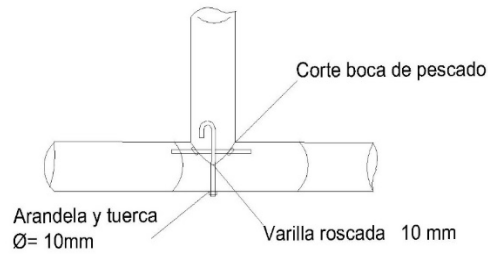
**Detalle 3.** Colocación de duelas de madera de teca de 2,0m x0,10m x0,03m, las cuales deben estar emperradas a la base de la misma madera, debe estar sujeta al cerco de caña de guadua igualmente por pernos.



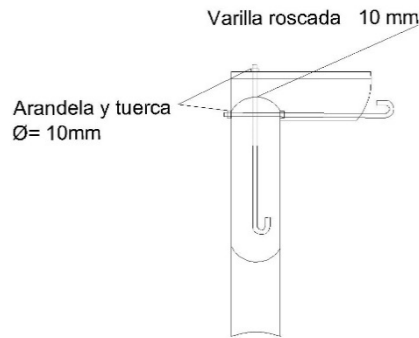
**Detalle 4.** Colocar las bandas de caucho alrededor de los tanques plásticos, como refuerzo para que los mismos no se liberen en el agua, al terminar de envolver y ajustar las bandas de caucho, se debe usar una tuerca y arandela para sujetar la banda

**Detalle 5.** Se muestra cómo debe realizarse las uniones en las esquinas superiores del marco del cerco que contiene a los tanques plásticos.

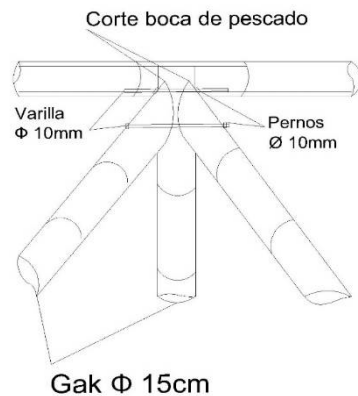
**Detalle 6.** Se muestra cómo debe realizarse las uniones en las esquinas inferiores del marco estructural del módulo, esto se hace con la ayuda de varillas roscadas de 20 y 30cm y pernos y arandelas



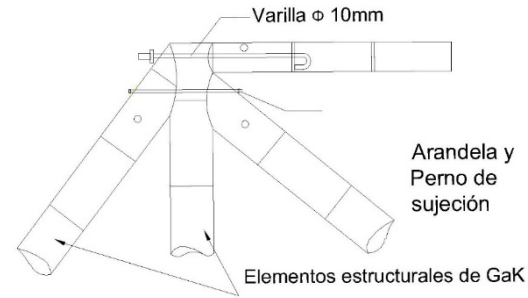
**Detalle 7.** Se muestra cómo debe realizar la unión en el centro de la viga inferior del módulo, este se lo hace con la ayuda de varillas roscadas de 20cm y pernos y arandelas de 10cm de diámetro.



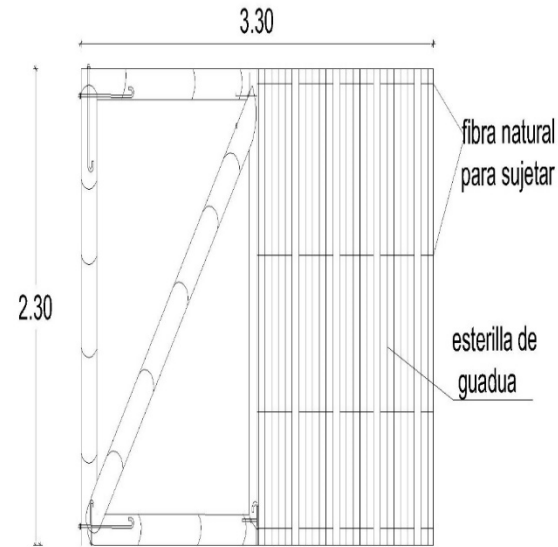
**Detalle 8.** Se muestra cómo debe realizar la unión entre vigas superiores en la esquina superior del marco estructural del módulo, este se lo hace con la ayuda de varillas roscadas de 30cm y pernos y arandelas de 10cm de



**Detalle 9.** Unión entre la viga superior en el centro de la misma y las cañas que conforman la riostra de refuerzo del marco estructural este se lo hace con la ayuda de varillas roscadas de 30cm y pernos y arandelas de 10cm de diámetro. El corte se realiza en la base de



**Detalle 10.** Se muestra la vista isométrica del cerco de la plataforma flotante, las perforaciones se las realizara con taladro y procurando que las mismas se realicen el eje neutro y las uniones con ayuda de pernos y arandelas y varillas roscadas.



**Detalle 11.** Se muestra la colocación de la esterilla de caña de guadua, para sujetar la esterilla se la puede hacer con ayuda de alambre o de fibras naturales, las cuales se sostienen a las vigas y las columnas.

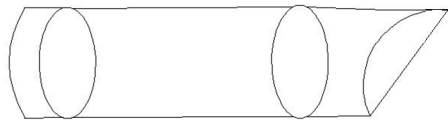
## 5.- CORTE TIPO PARA GUADUA



Corte Boca de pescado



Corte pico de flauta



Corte transversal

El **corte de boca de pescado** es comúnmente usado para realizar las uniones en vigas y columnas ya que su forma hace que el colocado sea más rápido.



El **corte pico de flauta** es comúnmente usado donde hay presencia de la unión de dos o más cañas, como por ejemplo en la intersección de vigas, columnas y riostras.



El **corte transversal de la caña de guadua** es usado en lugares donde el espacio para la unión es





**BASE:**

Tanques plásticos y cerco



**PISO DE MADERA:**

Tablillas de madera



**ESTRUCTURA DEL MÓDULO:**

Realizada con guadua

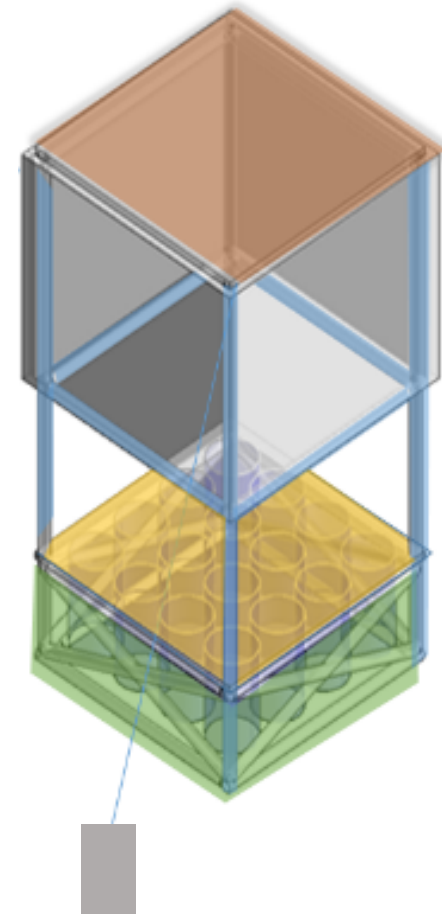


**ESTRUCTURA DEL MÓDULO:**

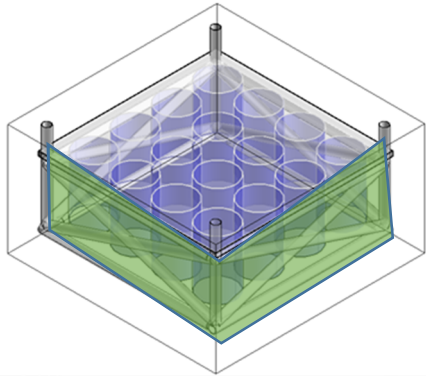
Realizada con guadua

**ESTRUCTURA DEL MÓDULO:**

Realizada con guadua



## 6. - CONFORMACIÓN DE LA BASE



Para la fabricación de una tarima resistente al agua se procede a crear un cerco que impide su desplazamiento y resistir las tensiones provocadas por las

solicitaciones horizontales, nada despreciables.

### PROCEDIMIENTO:

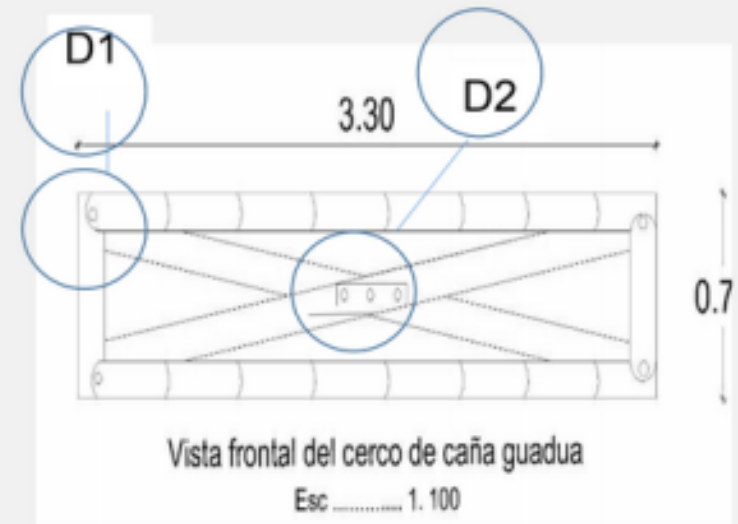
- Realizar los cortes respectivos para obtener las piezas con las medidas necesarias
- Realizar las perforaciones con ayuda de un taladro



- Limpiar con ayuda de un cepillo.



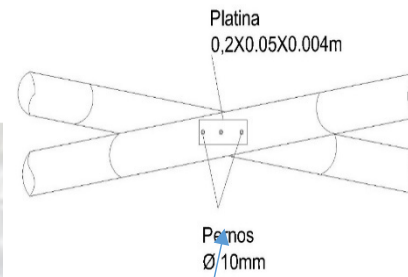
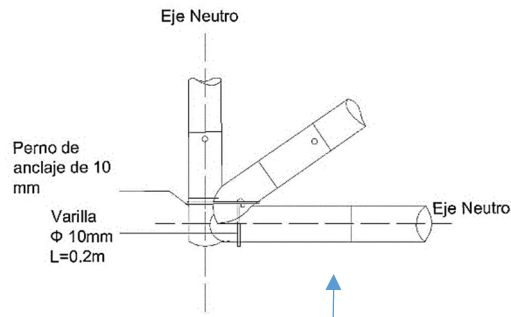
- Cuando se tengan las piezas se empezara a realizar el armado del cerco de caña de guadua.



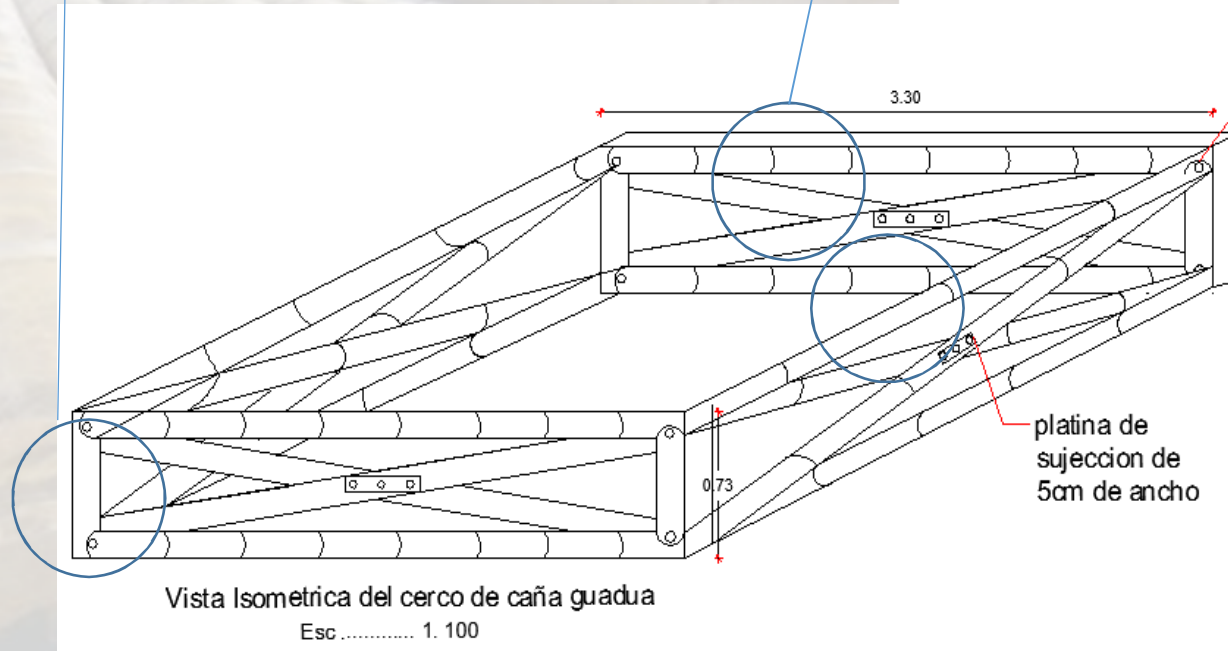
Vista frontal del cerco de caña guadua

Esc ..... 1.100





Realizar las perforaciones en el eje neutro de la caña para evitar que la misma se fisure



Perno de anclaje de 10 mm  
 Usar platina de 0.2x0.05x0.004m y tres pernos de

platina de sujecion de 5cm de ancho

Usar caña de guadua GaK, de diámetro =0.15m de preferencia preservada.

Para la realización de uniones perforar con ayuda de un taladro.



Perno de anclaje de 10 mm

Gak  $\Phi$  15cm

Bandas de caucho 1cm



espesor de la madera teca 0.03

union piso- columna

0.15

0.60

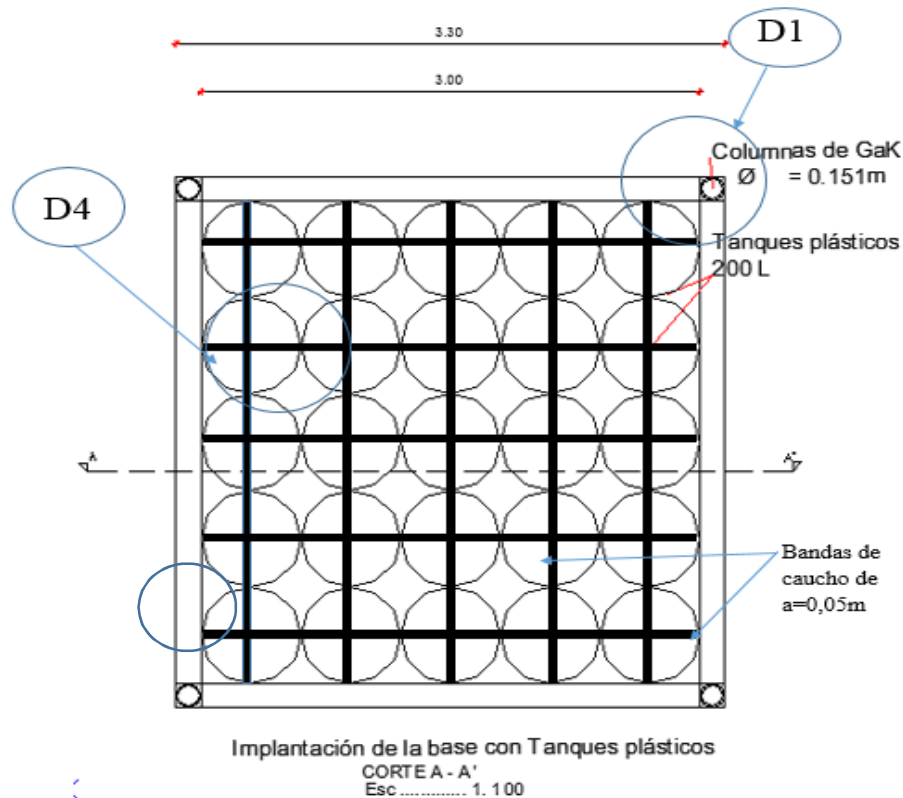
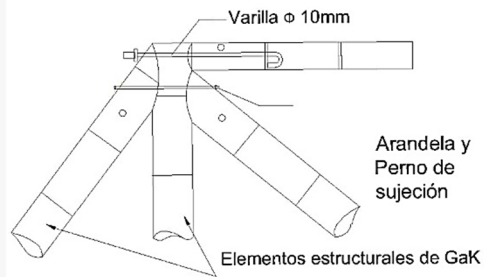
Tanques plasticos  $\Phi$ 60cm h=90cm

Colocar los 25 Tanques plásticos de 200 Litros de capacidad dentro del cerco de caña de guadua



CORTE A - A'  
 Detalle transversal de la base  
 Esc ..... 1.100

Detalle 10. Se muestra la vista isométrica del cerco de la plataforma flotante, las perforaciones se las realizara con taladro y procurando que las mismas se realicen el eje neutro y las uniones con ayuda de pernos y arandelas y varillas roscadas.

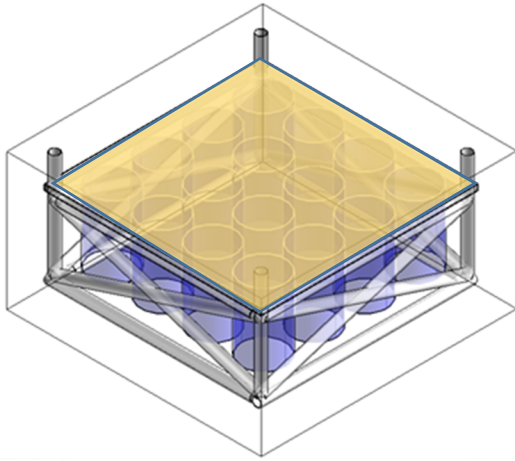


Para asegurar los tanques se debe usar bandas de caucho de 0,05 m de ancho, los cuales deben sujetar contra el cerco de caña de guadua, con la ayuda de pernos de 10 mm de diámetro en los extremos.

El diámetro de los tanques permite que la colocación de los mismos no deje espacio entre ellos, ya que el área es justo para los 25 elementos flotantes

Las columnas principales tendrán una longitud de 5m, por lo que previamente se le debe realizar todos los cortes necesarios para poder ensamblar el resto

## 7.- CONFORMACIÓN DEL PISO DE MADERA DE TECA

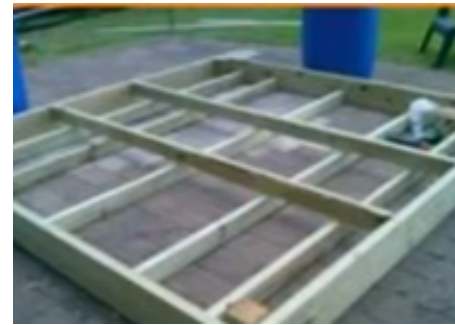


El piso está conformado con madera resistente al agua y la intemperie, para lo cual la madera escogida para este fin es la madera teca, la cual posee

la resistencia necesaria para satisfacer las necesidades de este proyecto.

### PROCEDIMIENTO:

- Escoger las duelas que utilizaremos para el entablado

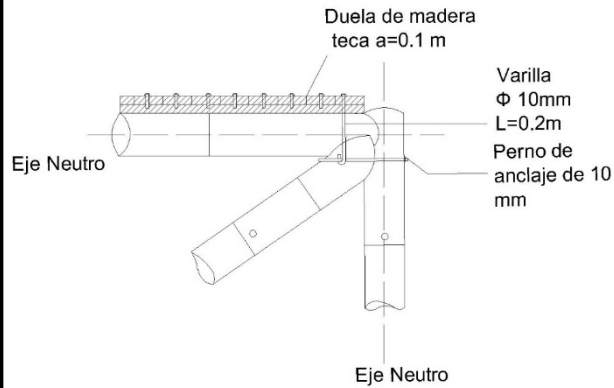


- Cortar las piezas de madera de teca de acorde a las medidas establecidas, (2m) y machi hembrar en los extremos de las duelas que tienen un ancho de 0,10m y un espesor de 0.03m.

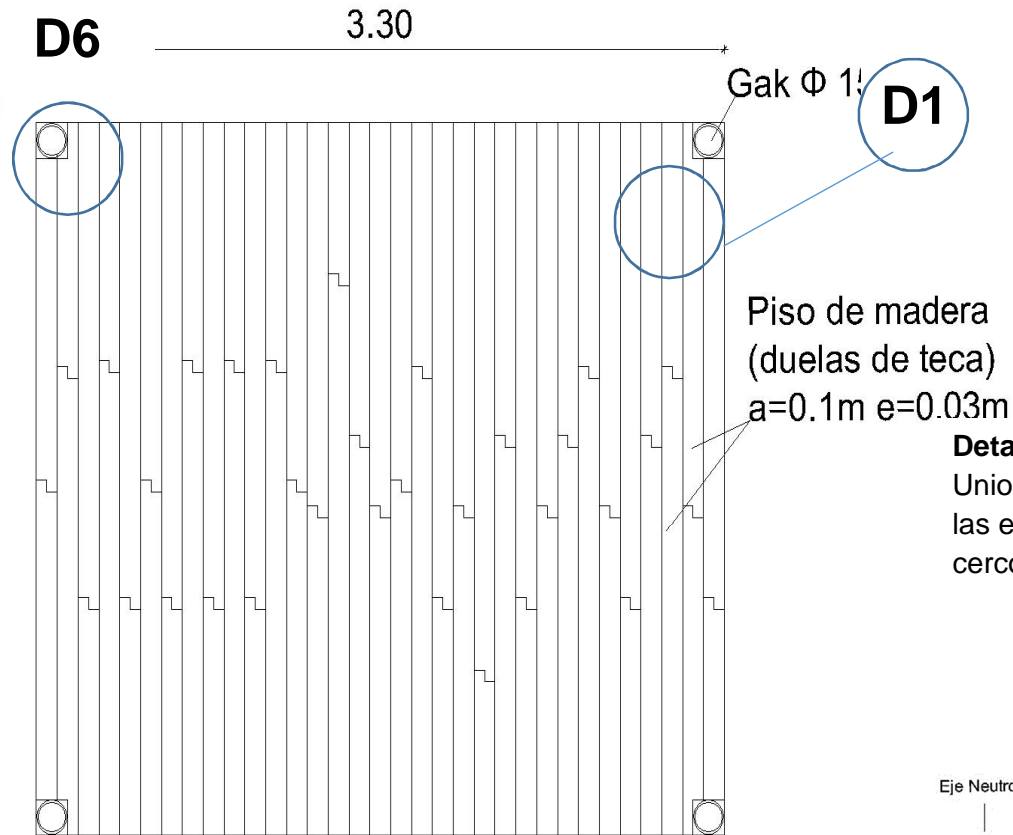
- Realizar el armado del soporte del entablado de madera de teca. Realizar un marco de las medidas de 3.30 x 3.30 m. Con ayuda de un taladro perforar todas las

requieren para este piso y empezar a colocar en su lugar.



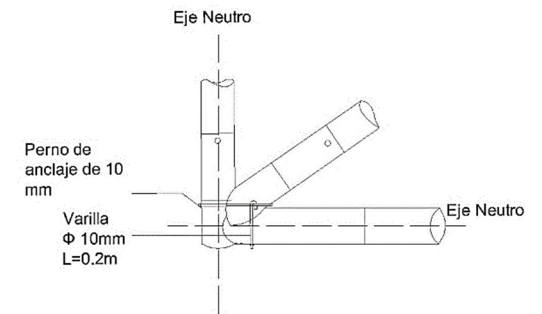


**Detalle 6.**  
Colocación del piso entablado de madera de teca sobre el cerco de

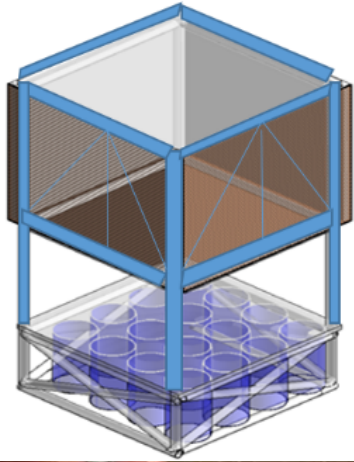


**Detalle 1.**  
Uniones tipo en las esquinas del cerco

**CORTE A - A'**  
Vista en planta de la base  
Esc ..... 1. 100



## 8.- CONFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL MÓDULO



Previamente seleccionadas las cañas de guadua que se vayan a emplear en la fabricación del módulo flotante se procede a realizar los cortes de las mismas de acuerdo a lo establecido en la Norma NEC para GaK

Realizar los cortes en forma de boca de pescado.

Utilizar un taladro para realizar las perforaciones.

Con ayuda de dos operarios empezar a colocar las cañas en los

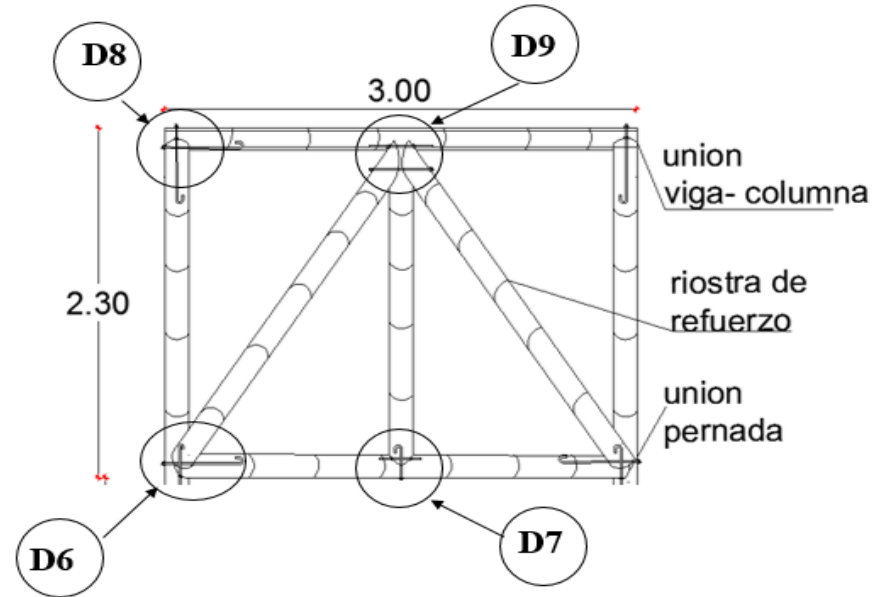
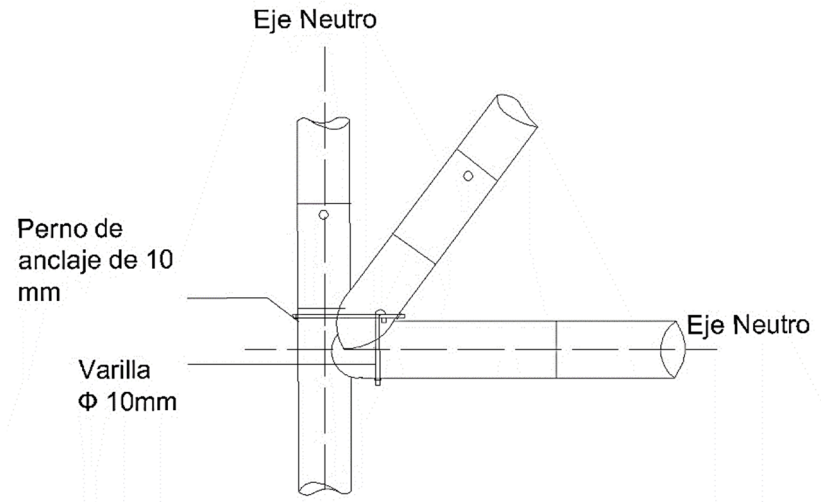
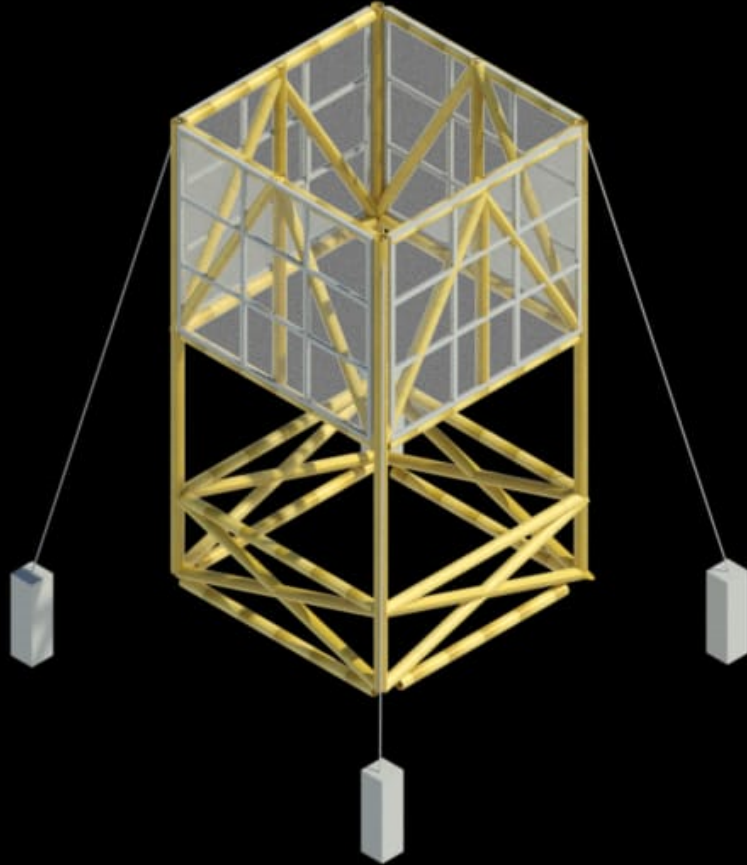


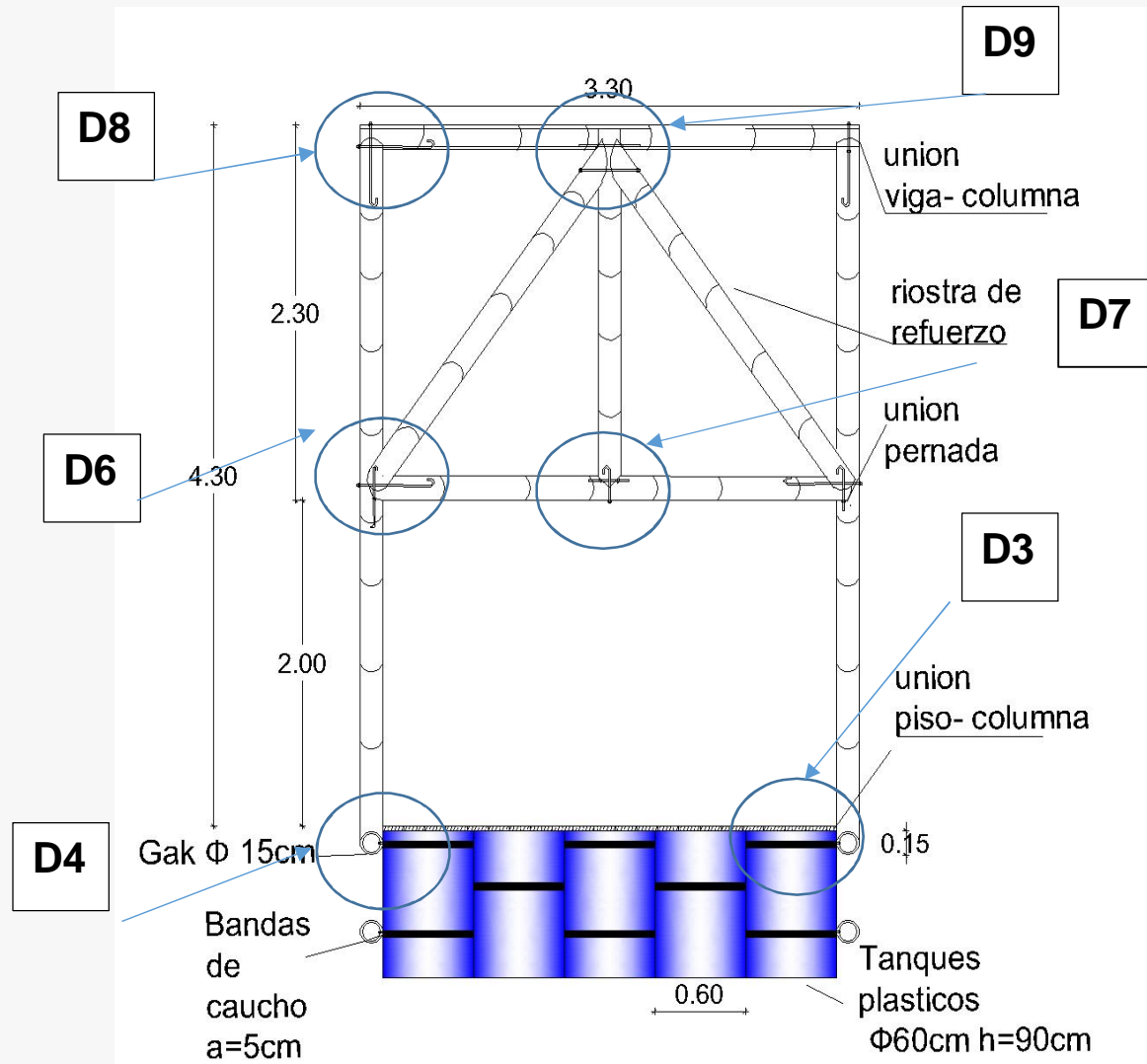
lugares destinados, verificar si los cortes calzan una en otra. Esto debe hacerse antes de colocar las varillas y los pernos.

Las uniones se las puede observar a detalles en la parte 4 del manual.



Una vez que ya las piezas se encuentren empernadas verificar si no existe sobrantes de caña

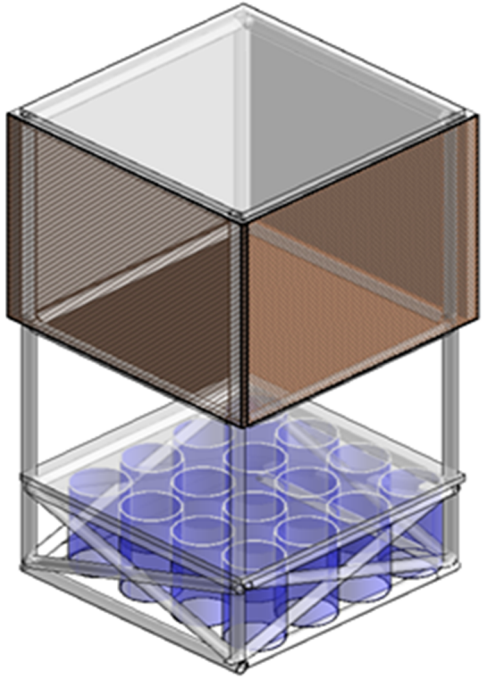




CORTE A - A'  
Detalle transversal del módulo  
Esc ..... 1. 100



## 9.- CONFORMACIÓN DE LA ENVOLVENTE



Se denomina envoltente al recubrimiento que se le va a dar a la estructura del módulo flotante. Para este caso se utilizará esterillas de caña de guadua.

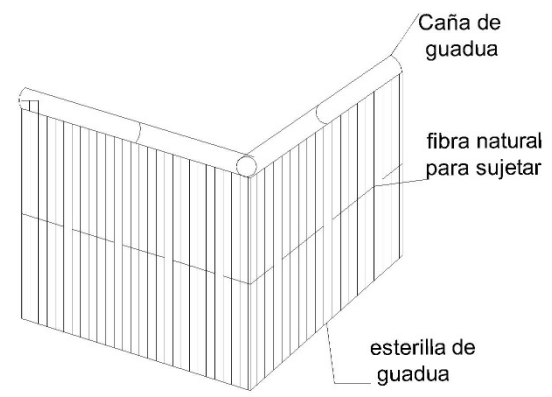
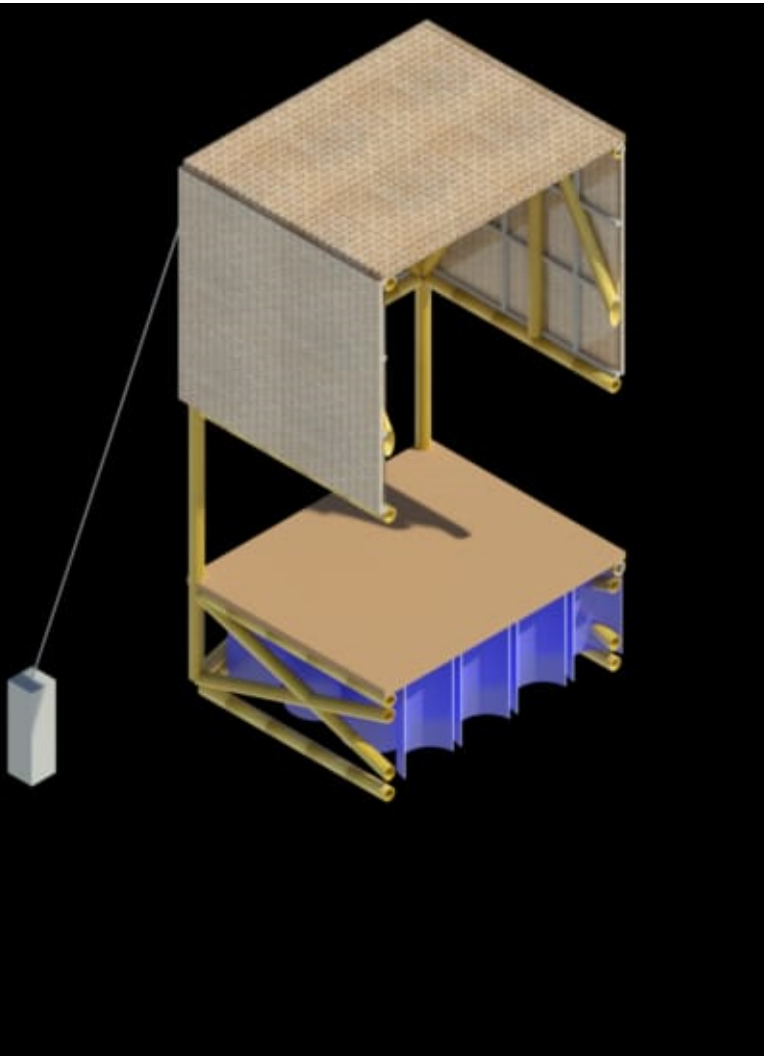
Procedimiento:

- Una vez que el módulo se encuentre terminado se procederá a colocar las esterillas de caña de guadua a manera de recubrimiento. Se colocara con ayuda de fibras naturales o alambres

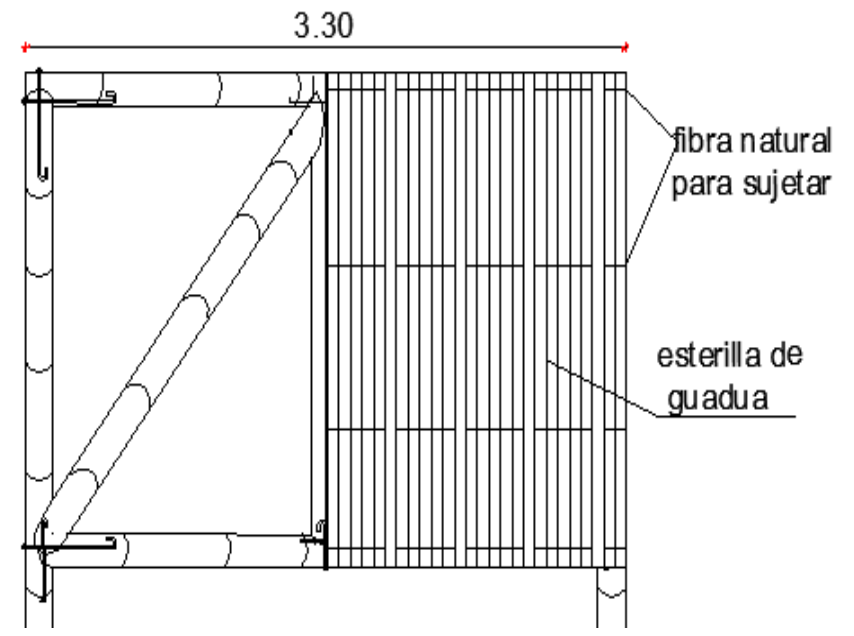


delgados que se sujetaran de la estructura misma.

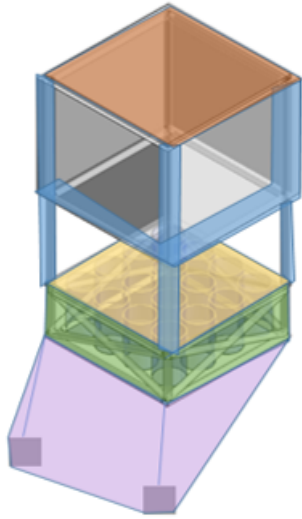




Vista isometrica de la colocación de la esterilla de guadua



## 10.- CONFORMACIÓN DEL ANCLAJE DEL MODULO FLOTANTE



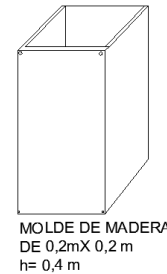
Para que la estructura se mantenga fija en un punto específico de un lago, laguna o río, es necesario realizar un anclaje pequeño para fijarlo



Procedimiento:

- En primer lugar fabricar un hormigón con cemento hidráulico para resistencia de

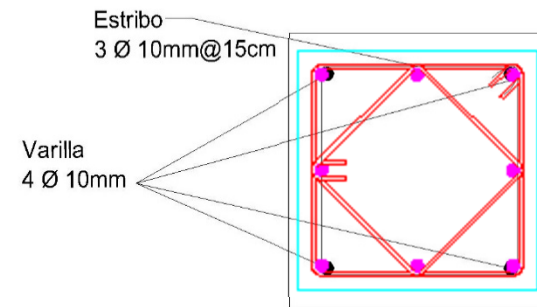
18 MPa es decir una relación 1:6:4 (cemento. Arena y ripio) y relación agua -cemento de 0.75.



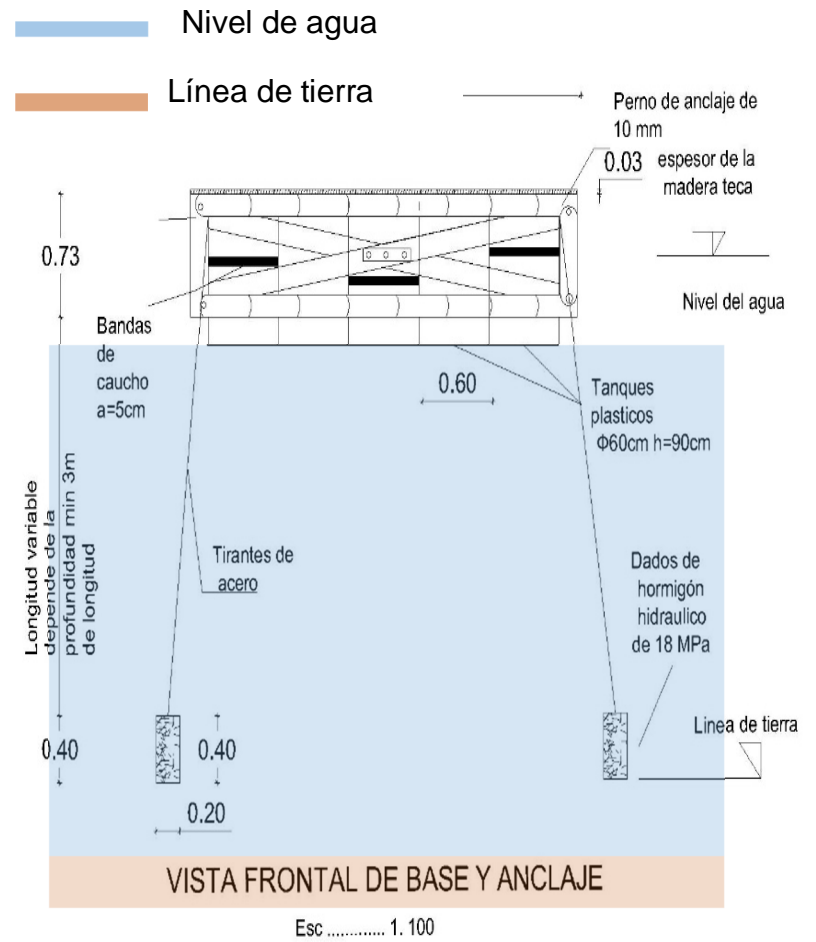
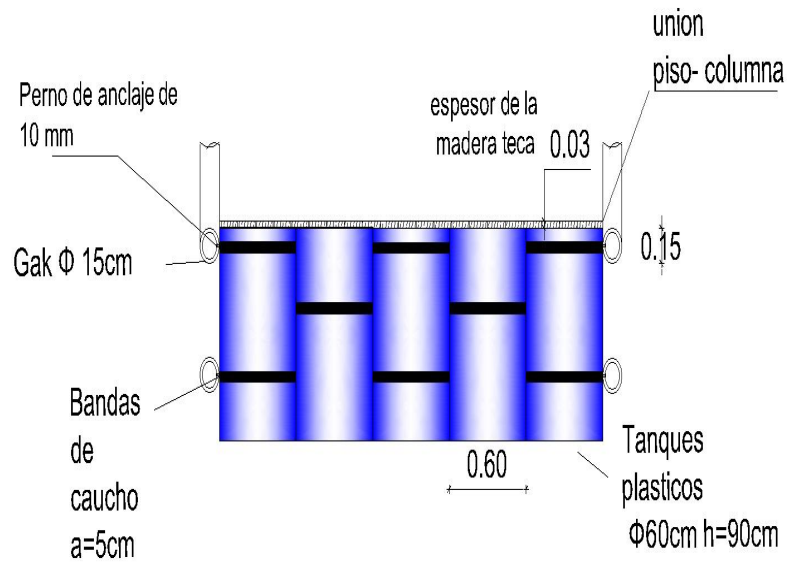
- Colocar en un molde de madera de 20x20cm y en el centro colocar las varillas en forma de chicote para ahí sujetar los tirantes de acero.

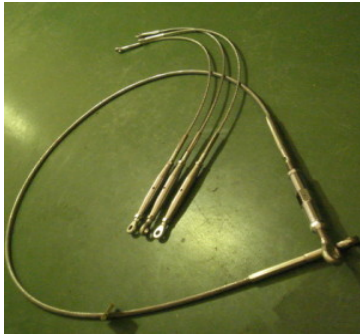


- Para realizar el dado de hormigón se debe colocar 4 - 10 y 3 estribos fi 10mm @15cm con un recubrimiento 2.5cm. Tiempo de fraguado mínimo 7 días máximo 28.

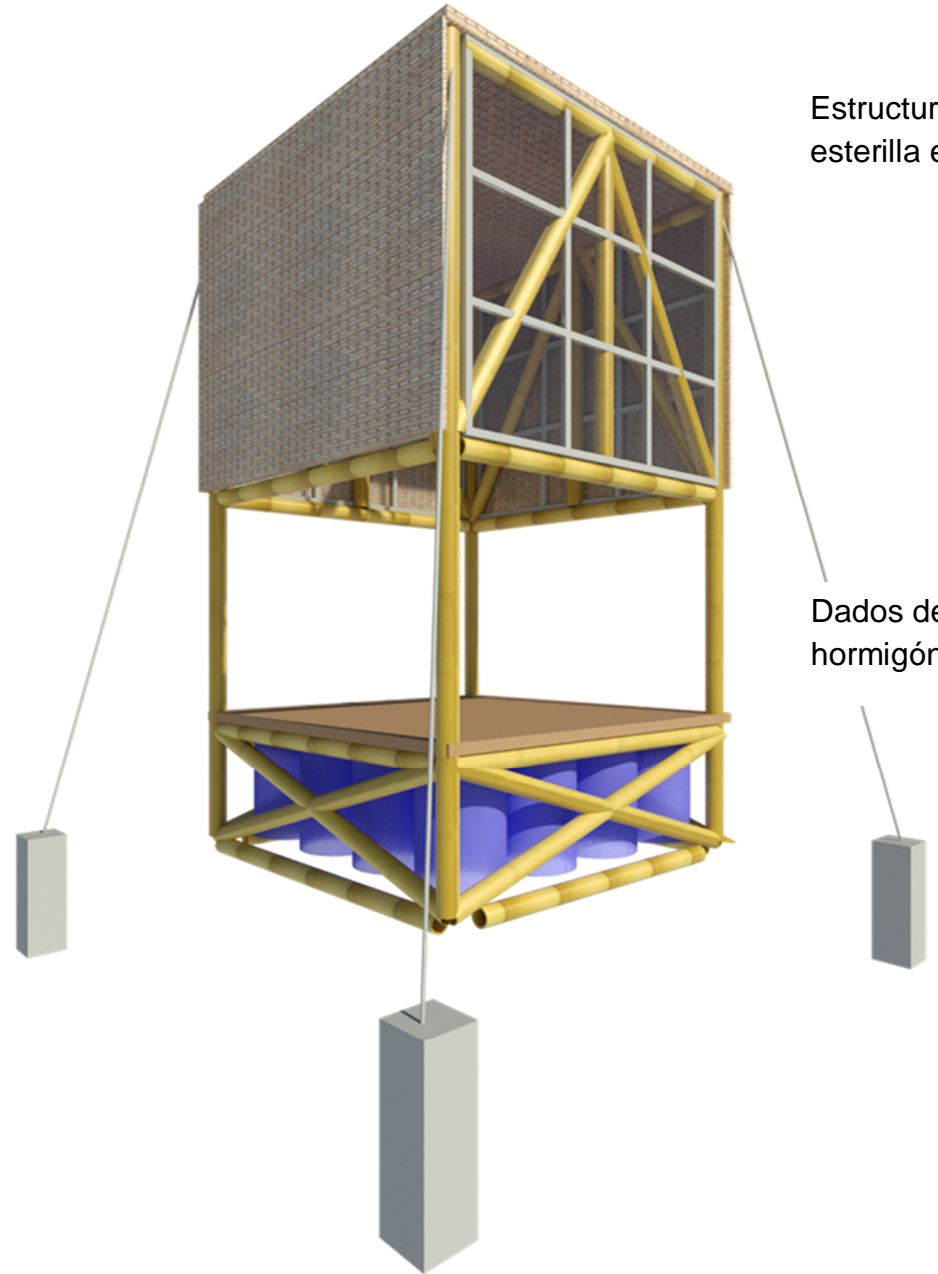


DETALLE DE ARMADO DE HORMIGÓN





Tirantes de acero



Estructura y esterilla en guadua

Dados de hormigón

## 11.- MANTENIMIENTO Y PRESERVADO

Se debe realizar un mantenimiento continuo de la madera y la caña de guadua.

La caña de guadua se la debe conservar con la ayuda de resinas apropiadas existentes en el mercado.

O también se puede usar el aceite de linaza

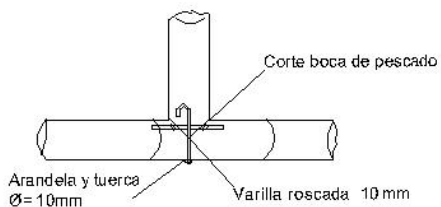
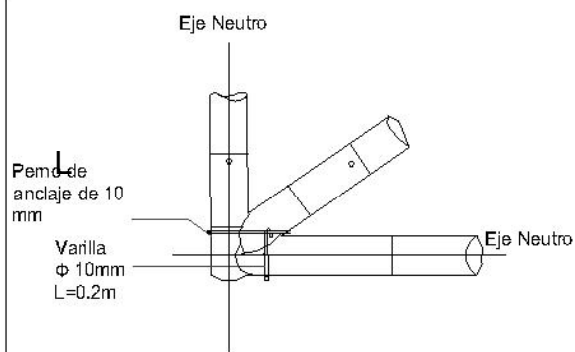
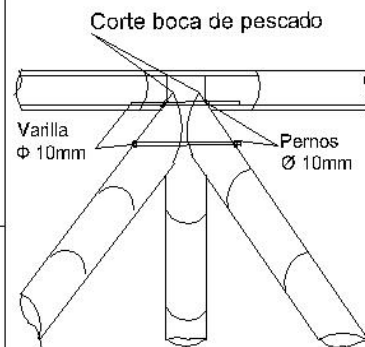
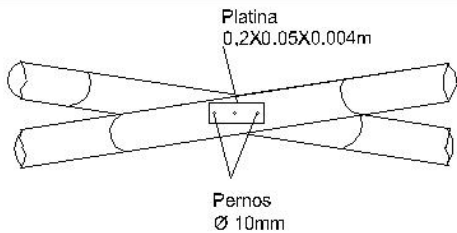
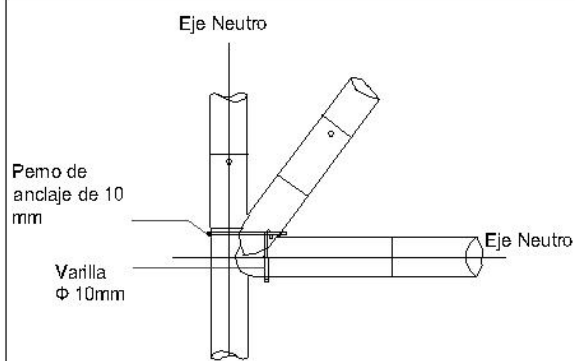


Se lo debe aplicar con ayuda de una brocha tanto en la madera como en la caña de guadua.

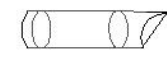
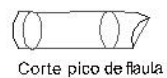
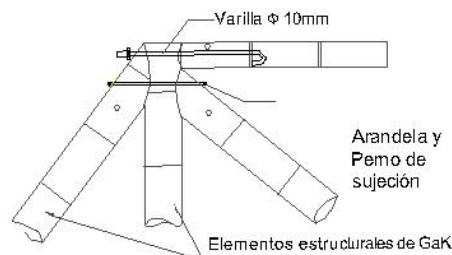
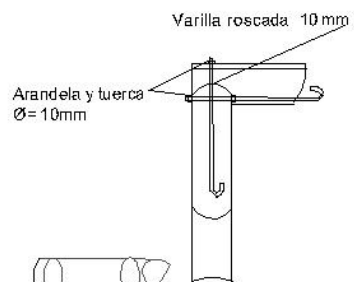
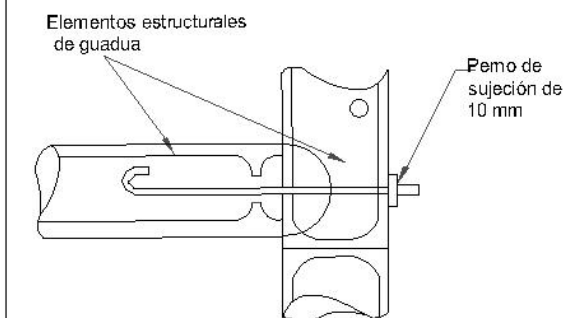


Las cañas o cualquier pieza deben ser reemplazadas si en caso esta se encuentra deteriorada, para reforzar la unión con los pernos se debe colocar platinas.

## Láminas de corte, plantas y detalles estructurales



Gak  $\Phi$  15cm



*udla*

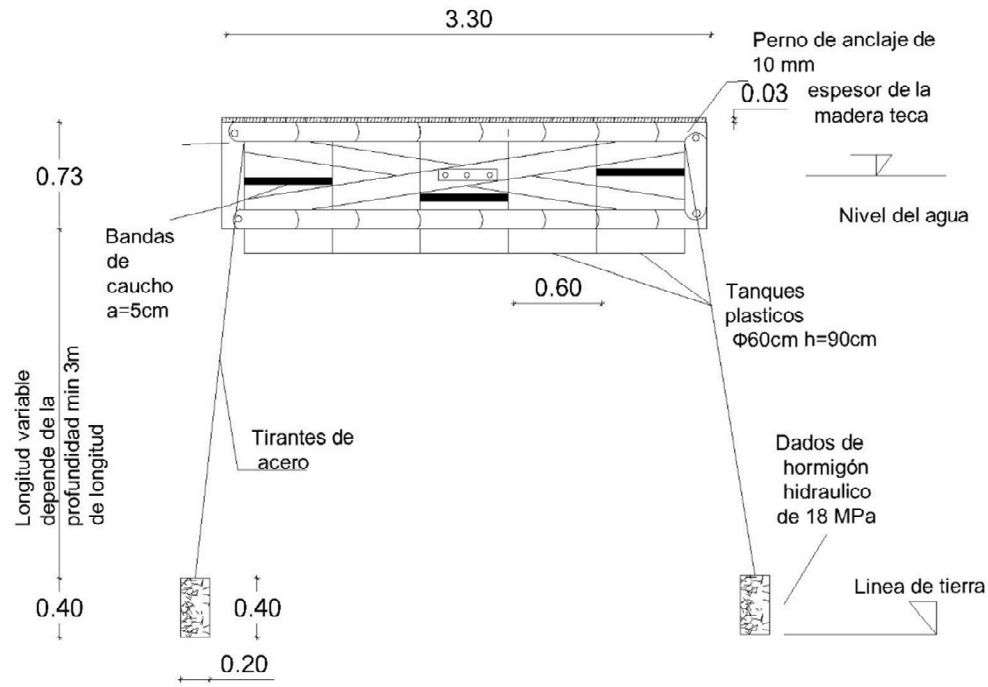
Tema:  
DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN  
MÓDULO FLOTANTE PARA EXPOSI-  
CIONES FLUVIALES CON MATERIALES  
LOCALES.

Autor:  
ALQUINGA SORIA STALIN OMAR

Docente Tutor:  
MSc ARQ. FRANCISCO ZALDUMBIDE

Contenido:  
DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALA:	FECHA:	Nº LÁMINA:
ESPECIFICADA	01/10/2018	



VISTA FRONTAL DE BASE Y ANCLAJE

Esc ..... 1. 100

Tema:  
DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN  
MODULO FLOTANTE PARA EXPOSI-  
CIONES FLUVIALES CON MATERIALES  
LOCALES.

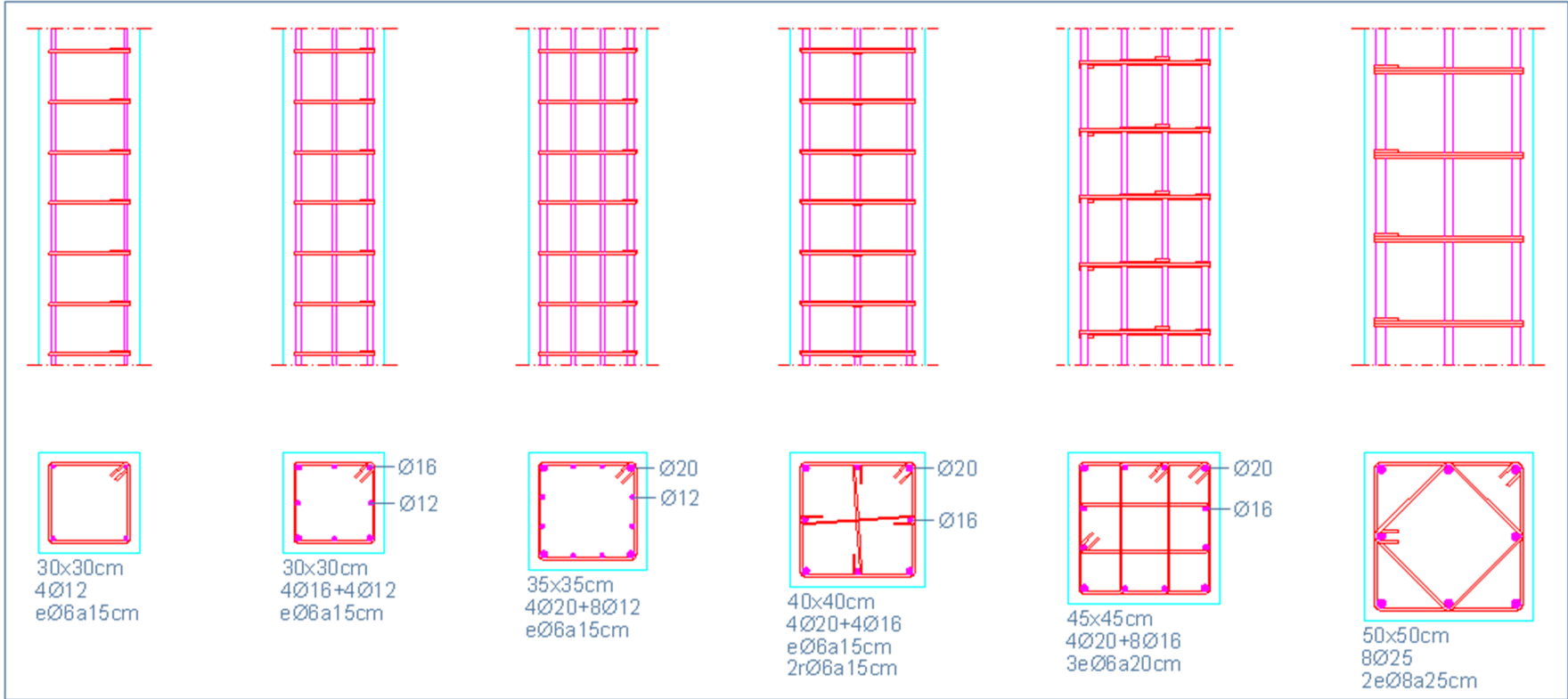
Autor:  
ALQUINGA SORIA STALIN OMAR

Docente Tutor:  
MsC ARQ. FRANCISCO ZALDUMBIDE

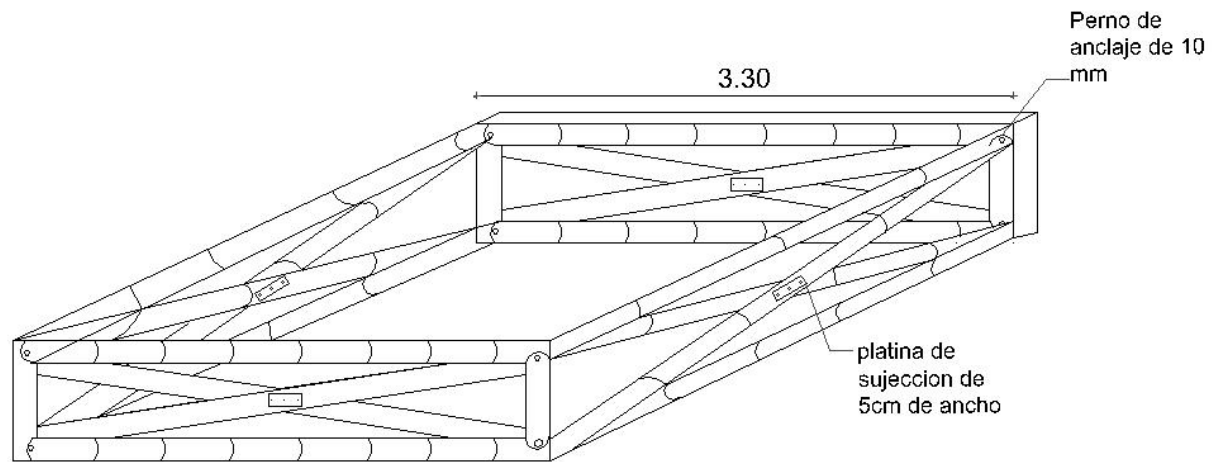
Contenido:  
DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALA:	FECHA :	Nº. LAMINA:
ESPECIFICADA	01/10/2018	

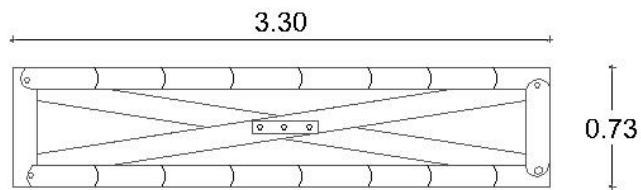




I



Vista Isometrica del cerco de caña guadua  
Esc ..... 1: 100



Vista frontal del cerco de caña guadua  
Esc ..... 1: 100

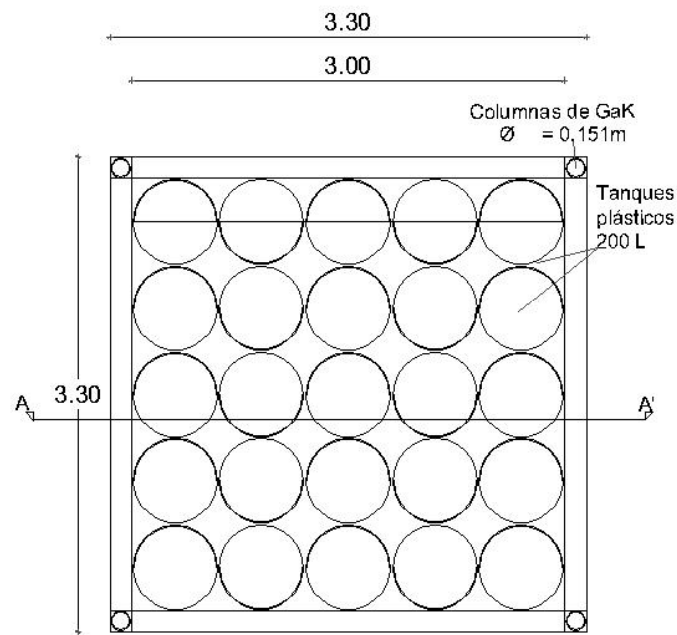
Tema:  
DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN  
MODULO FLOTANTE PARA EXPOSI-  
CIONES FLUVIALES CON MATERIALES  
LOCALES.

Autor:  
ALQUINGA SORIA STALIN OMAR

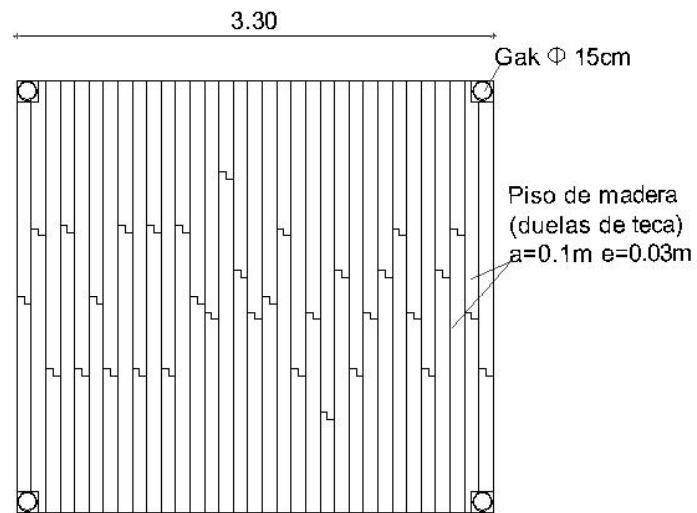
Docente Tutor:  
M<sup>s</sup>C ARQ. FRANCISCO ZALDUMBIDE

Contenido:  
DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALA: ESPECIFICADA	FECHA: 01/10/2018	Nº. LAMINA:
-------------------------	----------------------	-------------



Implantación de la base con Tanques plásticos  
CORTE A - A'  
Esc ..... 1. 100



CORTE A - A'  
Vista en planta de la base  
Esc ..... 1. 100

*udla*

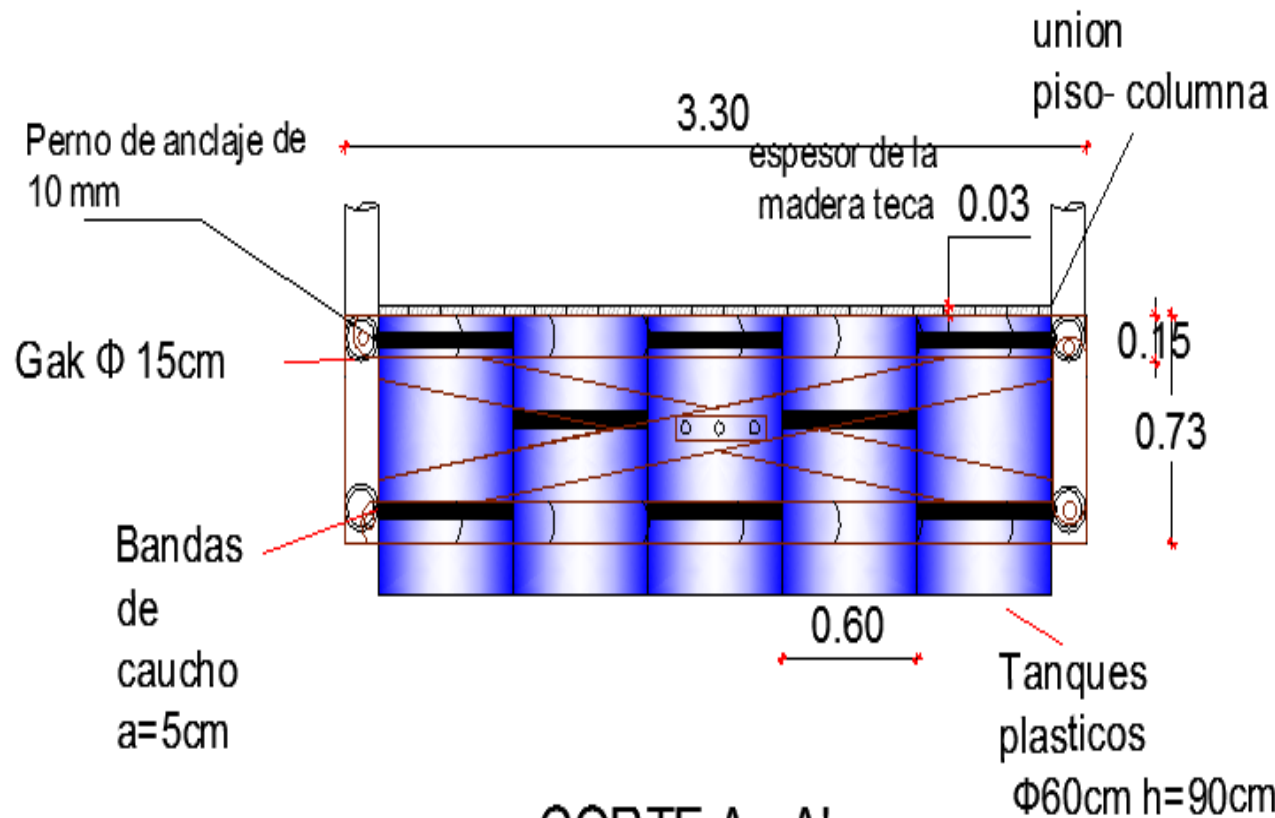
Tema:  
DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN  
MODULO FLOTANTE PARA EXPOSI-  
CIONES FLUVIALES CON MATERIALES  
LOCALES.

Autor:  
ALQUINGA SORIA STALIN OMAR

Docente Tutor:  
M<sup>SC</sup> ARQ. FRANCISCO ZALDUMBIDE

Contenido:  
DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALA:	FECHA:	Nº. LAMINA:
ESPECIFICADA	01/10/2018	



**CORTE A - A'**  
**Detalle transversal de la base**  
 Esc ..... 1. 100

*udla*

Tema:  
 DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN  
 MODULO FLOTANTE PARA EXPOSI-  
 CIONES FLUVIALES CON MATERIALES  
 LOCALES.

Autor:  
 ALQUINGA SORIA STALIN OMAR

Docente Tutor:  
 McC ARQ. FRANCISCO ZALDUMBIDE

Contenido:  
 DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALA:	FECHA:	N. LAMINA:
ESPECIFICADA	01/10/2018	