

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ

ARMADURA

PARA CUBIERTAS



LUCILA AGUILAR • Arquitectos



LUCILA AGUILAR

Arquitectos

Trabajo presente en:

XIII Bienal Habana

factoria
HABANA

Abril 2019

Contexto

La arquitecta mexicana Lucila Aguilar, emprendió un camino en la arquitectura con una fuerte presencia del bambú como material fundamental en las estructuras de sus obras. Lo que en un principio surgió como el uso de un material local, se ha convertido en una imagen para el despacho de diseño que ahora preside en la ciudad de México, bajo el nombre de Lucila Aguilar arquitectos.

Durante el año 2016 *La Ceiba* fue un proyecto de infraestructura desarrollado por el despacho, para UUMBAL una empresa agroforestal altamente comprometida con la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente, situada en el suroeste de México. El proyecto consta de 16 construcciones replicables para el desarrollo de las diferentes actividades que demandan las plantaciones de la empresa, a partir del diseño y su materialidad se busca transmitir un mensaje en la región, las construcciones industriales pueden tener otro lenguaje, los materiales naturales como la tierra y el bambú pueden confluir con otros materiales comúnmente utilizados en un diseño atractivo y funcional.

Durante el proceso de construcción del proyecto, el equipo de diseño se enfrentó a retos que implicaba el manejo del bambú, tanto la falta de mano de obra calificada como la falta de una metodología para construir los elementos de las estructuras, retrasando los tiempos de ejecución.

Esto motivó a buscar estrategias que hicieran más eficiente el trabajo en la obra, una de ellas fue la elaboración de manuales de construcción con bambú para cada proyecto específico, en donde se aborda desde los materiales y herramientas hasta los pasos a seguir para la construcción de las estructuras, de esta manera se ha capacitado a los trabajadores y además se promueve el uso del bambú como un material muy versátil y sustentable para construir de forma práctica, reduciendo costos de mano de obra y creando un marco de referencia para construir un México con conciencia, social, ecológica y en balance y armonía con la tierra.



LUCILA AGUILAR
Arquitectos



LUCILA AGUILAR
Arquitectos

para



UUMBAL
AGROFORESTAL

CONTENIDO

ARMADURA

DESPIECE.....	1
MATERIALES Y HERRAMIENTAS.....	2
PROCESO CONSTRUCTIVO.....	3

COLABORACIÓN:

Consultor en Bambú: Jorg Stamm.
Edición e Ilustración: Arq. Bolívar Epigmenio.

ARMADURA DE CUBIERTA

Se plantea el proceso constructivo de una estructura “tipo” que funciona como soporte de la cubierta de algunos edificios prototipos, el planteamiento se basa en un par de armaduras de bambú articuladas en dos apoyos. Esta propuesta facilita el proceso de armado, traslado y colocación en los edificios.

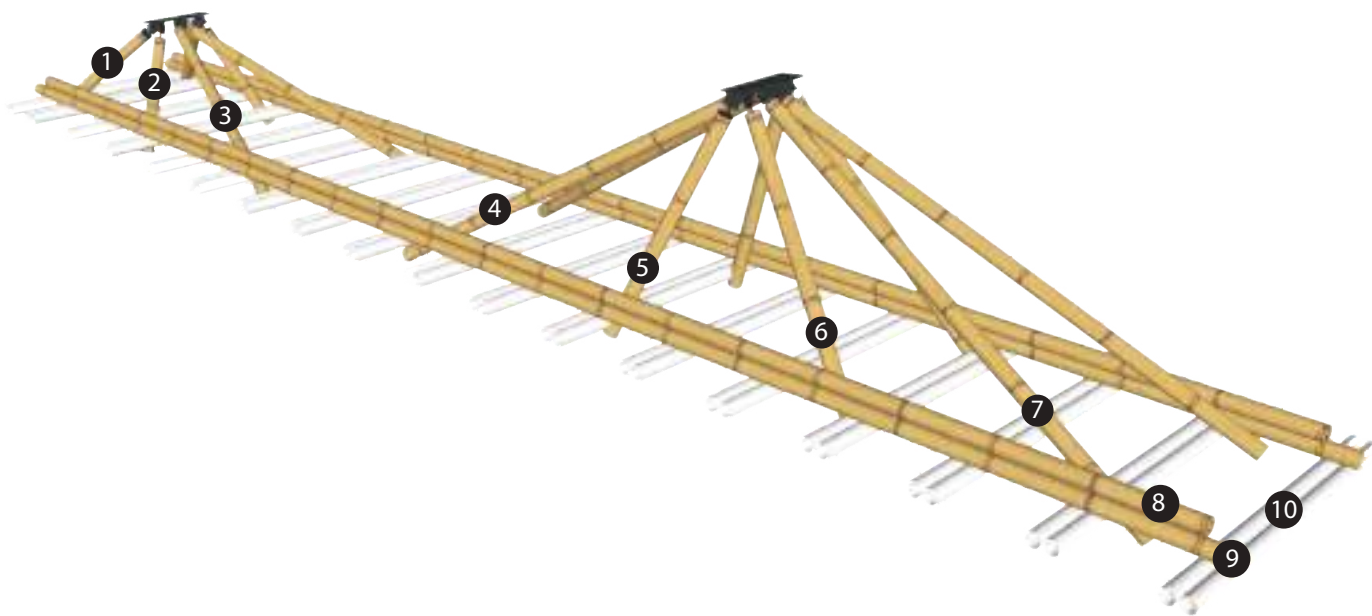


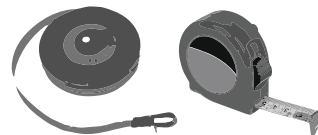
Figura 1. Estructura de armadura hecha en el suelo vista en perspectiva.

No.	Elementos	Longitud (m)	Por armadura	No. de armadura	Total de elementos	Total de longitud (m)
1	Culmo 1	1.18	2	-	2	2.36
2	Culmo 2	1.00	2	-	2	2.00
3	Culmo 3	2.15	2	-	2	4.30
4	Culmo 4	2.80	2	-	2	5.60
5	Culmo 5	1.62	2	-	2	3.24
6	Culmo 6	1.70	2	-	2	3.40
7	Culmo 7	2.95	2	-	2	5.90
8	Correa 1	10.31	2	-	2	20.62
9	Correa 2	9.91	2	-	2	19.82
10	Correa guía	1.80	14	-	14	3.60
						70.84

Tabla 1. Tabla de corte

MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Flexómetros y cinta métrica de 30 m, para dimensionar la plantilla y medir los culmos.
- Rollo de hilo cáñamo, para hacer la plantilla en el suelo y dar la pendiente.
- Estacas de varilla corrugada Ø 3/8" x 30 cm, para poner los puntos de referencia de la plantilla.
- 1 maceta para clavar las estacas en el suelo.
- 1 maso de hule o madera, para ajustar la posición de los culmos.
- 2 taladros eléctricos ó inalámbricos preferentemente de 1200 kw, 800 rpm, con extensión de cable de 20m y varias brocas para metal de 10 mm y 12 mm, con 20 o 30 cm de longitud. Para perforar en las uniones de los culmos de par en par.
- 50 tramos de espárrago galvanizado Ø 3/8" x 30 cm.
- Tuercas y rondanas con neopreno
- Martillos, de diversos tamaños incluyendo de goma y madera para meter pasadores de bambú.
- Varios pasadores de bambú o varilla roscada con tuercas y arandelas, para unir los elementos.
- Esmeriladora, para cortar los excedentes de la varilla roscada.



Cintas métricas



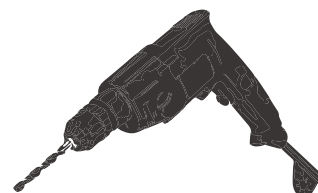
Cuerdas
hilo cáñamo



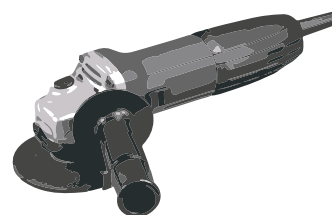
Estaca de varilla
corrugada y de
madera



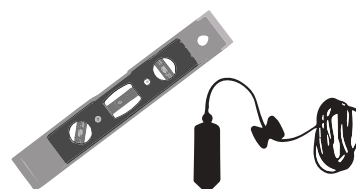
Martillos
Maceta metálica
Maceta de goma



Taladro con brocas
largas para metál



Esmeril con disco
para metal y para
pulir



Nivel de manguera
y plomada

ARMADURA DE CUBIERTA

PROCESO

1. Cortar las piezas según la lista de corte bajo las siguientes consideraciones.

- Utilizar culmos grado A con $\varnothing$ 9 cm al centro.
- Culmo sin rajaduras.
- Nudo a los extremos a no más de 4 dedos.
- Marcar cada culmo para ser identificado, ejemplo: Culmo 1 = C-1, Culmo 2 = C-2, etc. Usar un marcador o colores.

* Podrán usarse culmos grado B solo en las correas dobles.

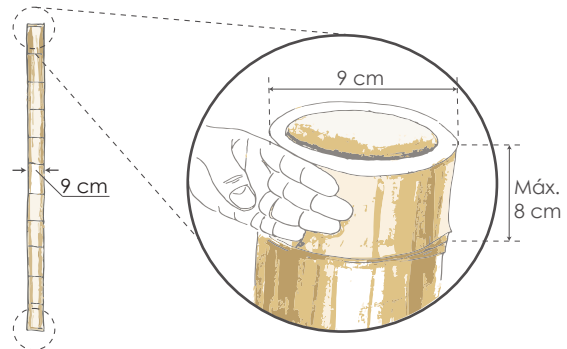


Figura 2. Separación máxima del nudo.

2. Prefabricar elementos.

2.1. Correas dobles. Hacer correas dobles siguiendo el procedimiento explicado en el capítulo 2 “cómo hacer correas dobles” en base a los siguientes esquemas.

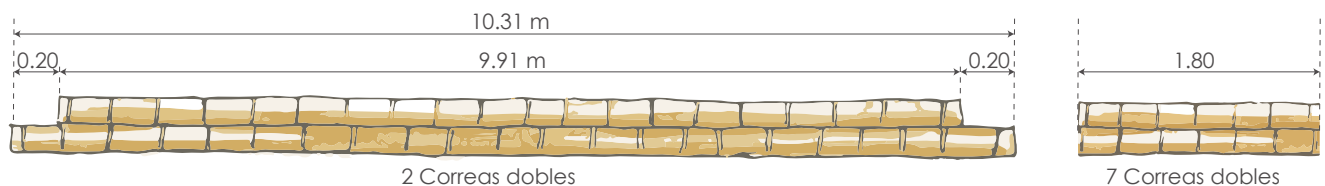


Figura 3. Esquemas de correas dobles a fabricar.

2.2. Placas de unión. Hacer en taller los dos tipos de placas con las articulaciones y soldarlas, según las especificaciones estructurales.

Placa A. Placa de conexión con 8 articulaciones, marcar en la placa el culmo correspondiente con cada articulación.

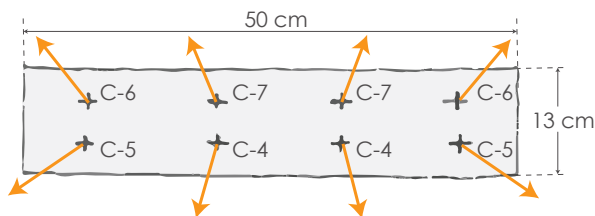


Figura 4. Placa vista en planta.

Placa B. Placa de conexión con 6 articulaciones, marcar en la placa el culmo correspondiente con cada articulación.

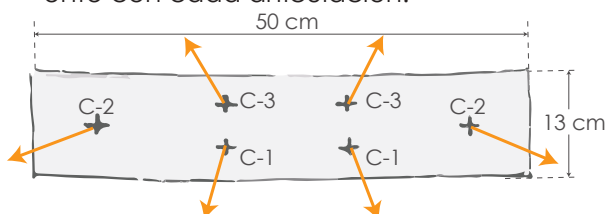


Figura 5. Placa vista en planta.

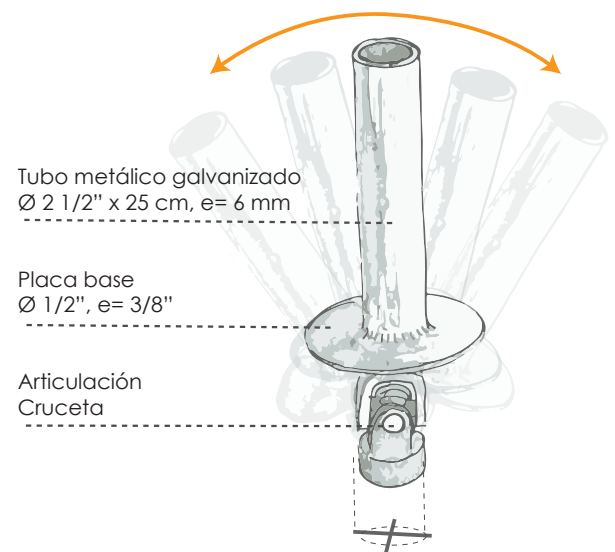


Figura 6. Articulación.

ARMADURA DE CUBIERTA

3. Hacer la plantilla en el suelo.

3.1. Determinar un área de trabajo en el terreno, amplia, nivelada y limpia.

3.2. Clavar una estaca de varilla hasta que quede firme, clavar la segunda estaca a una distancia de 10.31 m y tensar un hilo a una altura de 15 cm sobre el nivel del suelo, generando así la línea base.

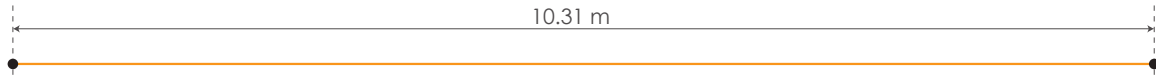


Figura 7. Línea base

3.3. Sobre la línea base tensar la cinta métrica y marcar los puntos de referencia indicados en el plano, para posteriormente clavar estacas en cada uno de ellos, manteniendo en todo momento la rectitud de la línea base.

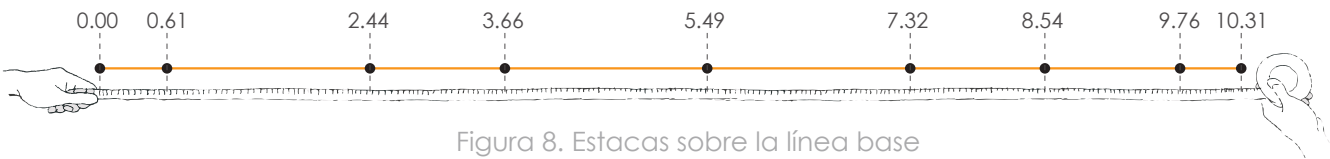


Figura 8. Estacas sobre la línea base

3.4. En los extremos de la línea base clavar una estaca de manera perpendicular a una distancia de 1.34 m, utilizar el método 3,4 y 5 (Pitágoras) para asegurar el ángulo de 90°.

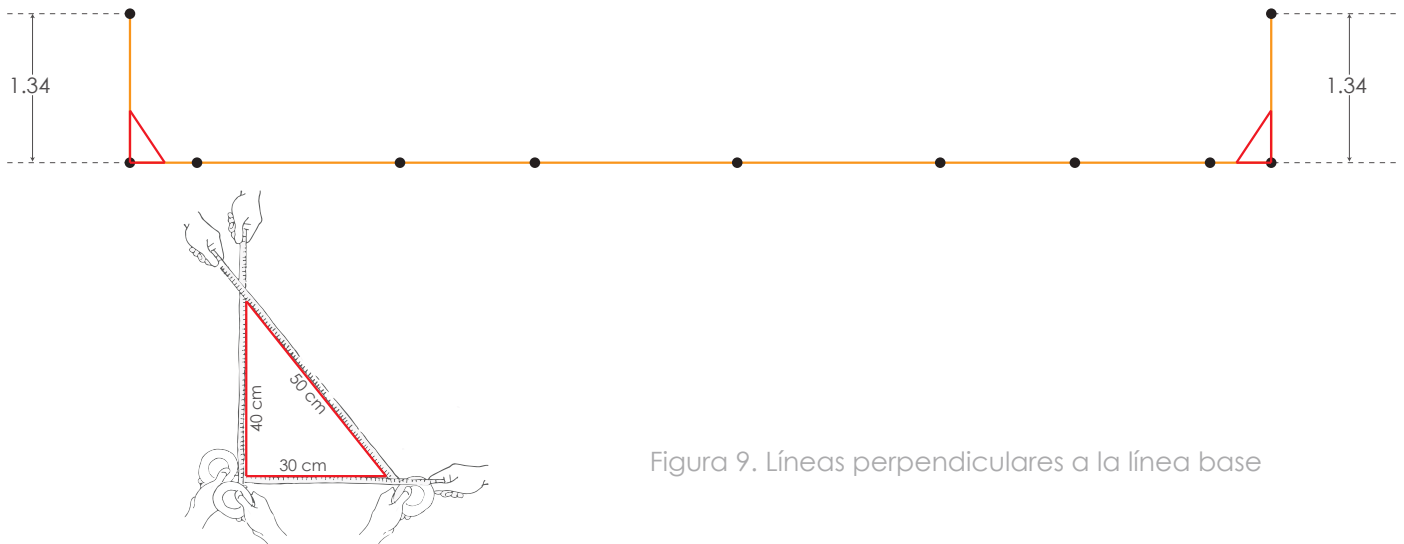


Figura 9. Líneas perpendiculares a la línea base

3.5. Atar un hilo para cerrar el rectángulo y clavar las estacas como línea base.



Figura 10. Plantilla base en el suelo

ARMADURA DE CUBIERTA

3.6. Clavar dos postes de 2.5 m de longitud al centro de los lados cortos del rectángulo, utilizar un plomo para asegurar que el poste quede perpendicular al suelo. Posteriormente atar un hilo en el primer poste una altura de 1.75 m y en el otro 0.72 m, esta será la pendiente a la que deberán alinear las placas de unión.

3.7. Sobre el hilo inclinado marcar el punto A a una distancia de 1.75 y el punto B a 9.11, esto podrá hacerse con un marcador o poniendo un cordón.

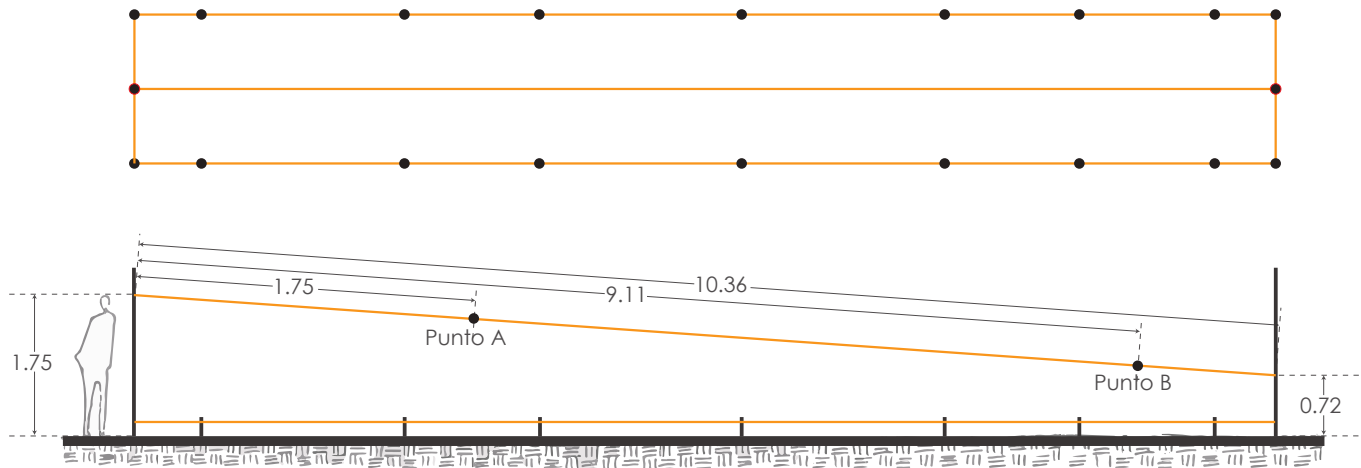


Figura 11. Pendiente con hilo, vista en planta y en alzado

4. Fijar los culmos a las placas de unión.

4.1. Romper el nudo por el interior de un extremo de cada culmo, se debe tener cuidado de no retirar por completo el nudo interior si no abrir lo suficiente para que entre el tubo de la conexión.

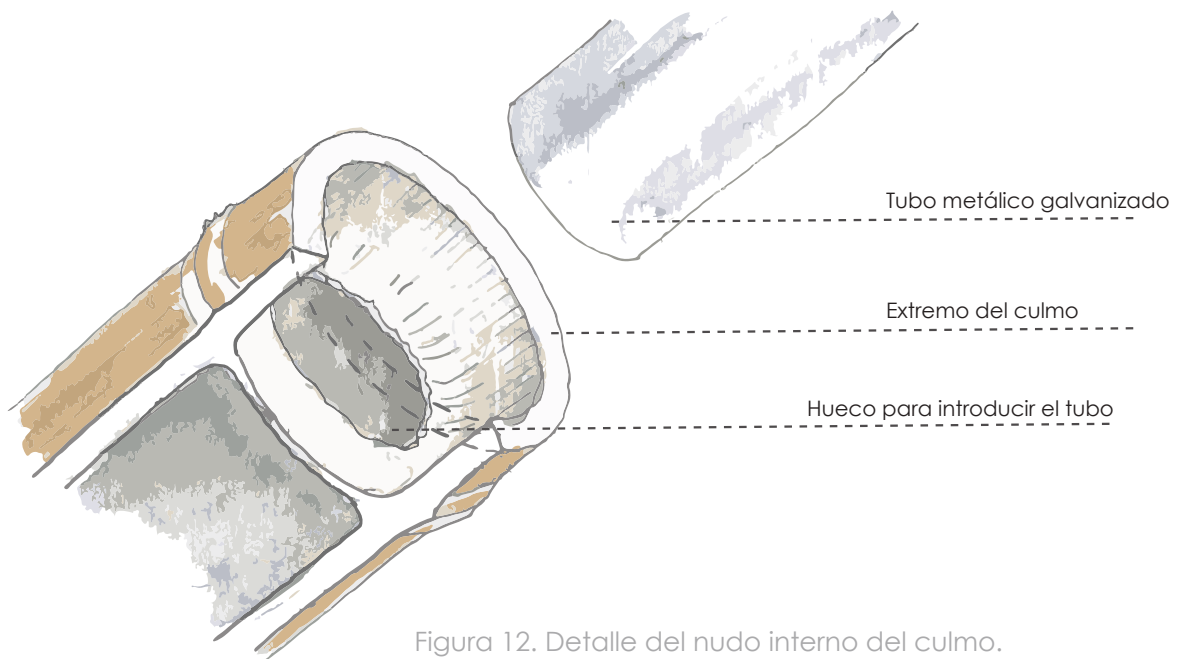


Figura 12. Detalle del nudo interno del culmo.

ARMADURA DE CUBIERTA

4.2. Ensamblar y fijar cada culmo en su articulación bajo las siguientes consideraciones:

- Las perforaciones deberán ser por el centro del culmo a fin de atravesar el tubo de metal.
- Se utilizará esparrago galvanizado cuyo diámetro estará dado por el plano estructural, se cortarán los extremos al ras del culmo y se pulirán los bordes.
- Cada perforación deberá hacerse en diferente dirección "a tres bolillo".
- El culmo deberá hacer contacto en toda su sección con la placa de unión de la articulación.
- La unión se trabajará en el suelo para tener un mejor punto de apoyo y garantizar el contacto directo del culmo.
- El primer pasador deberá estar por encima del nudo del culmo.

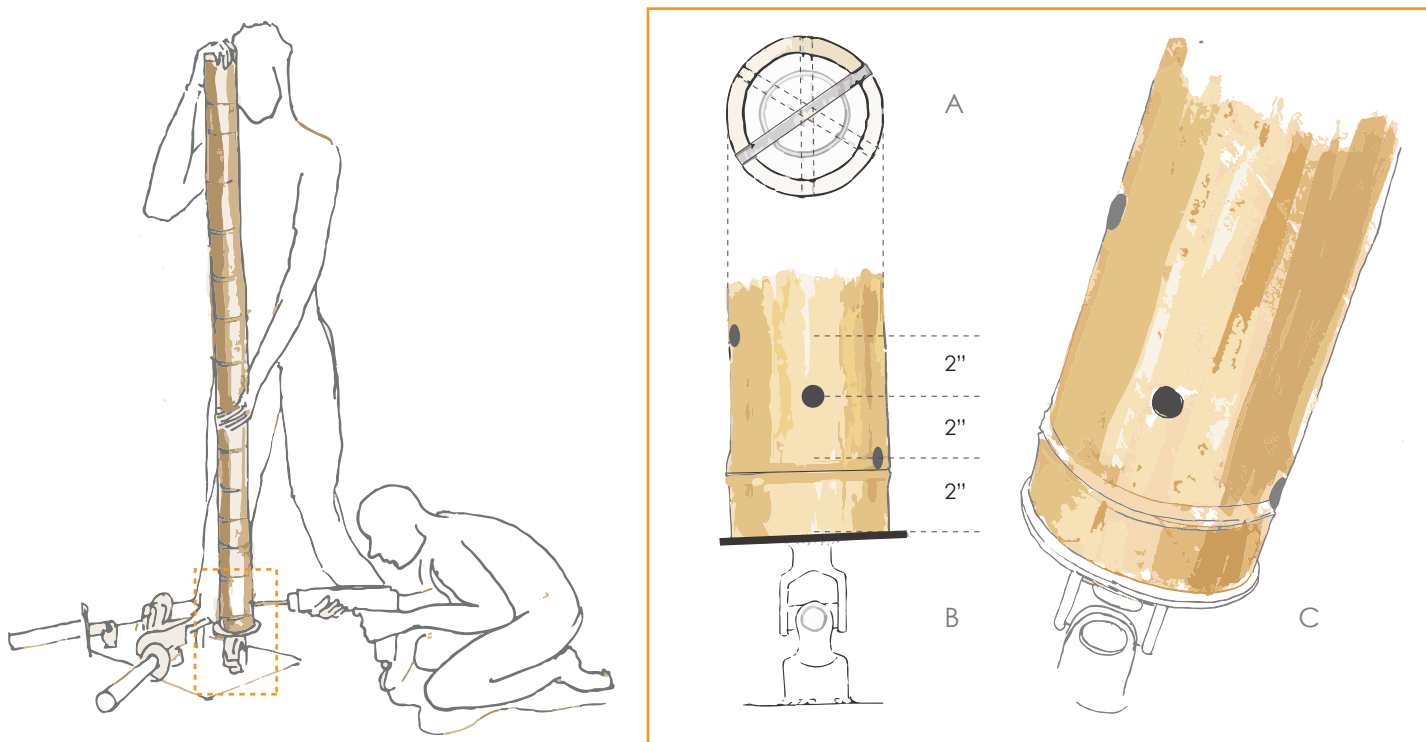


Figura 13. Detalle de fijación con esparrago galvanizado. A) Vista en planta, B) Vista en alzado y C) Vista en isométrico.

ARMADURA DE CUBIERTA

5. Poner las correas dobles de 1.80 m dentro de la plantilla.

5.1 Ubicarlas en el suelo pegándolas a las estacas y posteriormente inmovilizarlas clavando otra estaca en el extremo opuesto como se muestra en la figura.

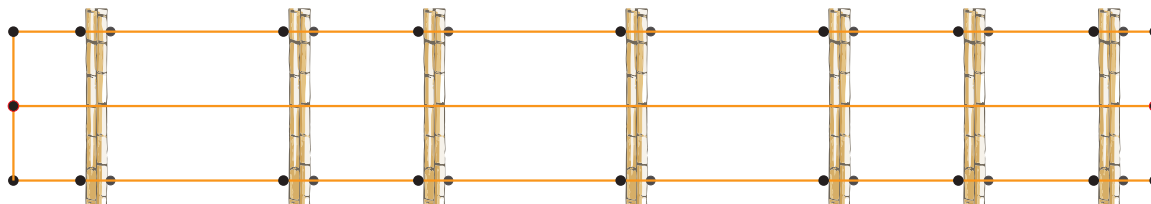


Figura 14. Correas referencias.

6. Poner las correas dobles de 10.31 m dentro de la plantilla en los extremos longitudinales, sobre las correas dobles chicas.

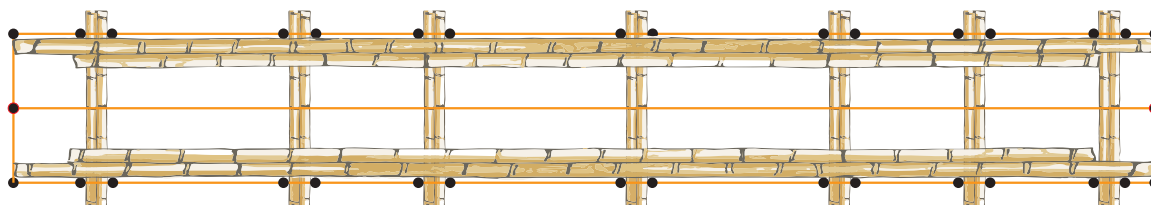


Figura 15. Correas longitudinales.

7. Trasladar el grupo de culmos de la placa A a la plantilla y posicionar el centro de la placa con el punto A del hilo, extender los culmos hacia el suelo posiciionándolos como en la figura 1 . Hacer lo mismo para el grupo de culmos de la placa B, posicionando la placa en el punto B.

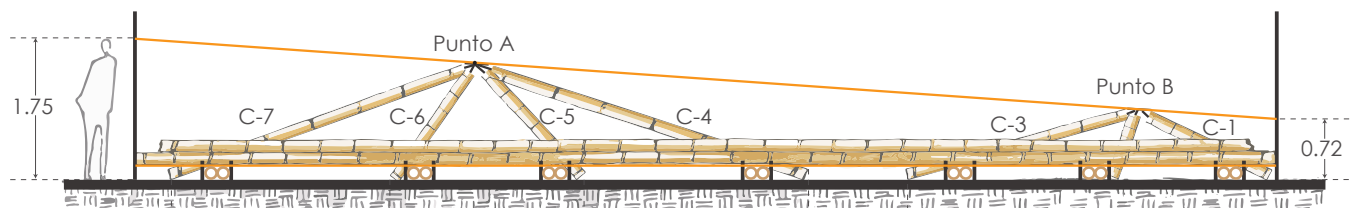


Figura 16. Vista en alzado

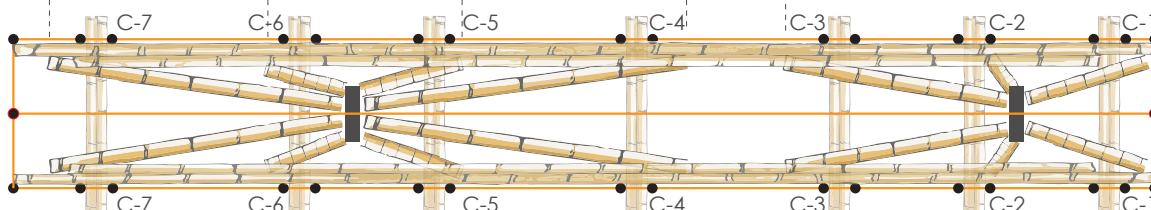


Figura 17. Vista en planta

ARMADURA DE CUBIERTA

8. Centrar y nivelar la placa respecto al hilo, deberá apuntalarse mientras se maniobra utilizando un barrote de madera o una sección de culmo, haciendo un corte diagonal para que siga la pendiente del hilo.

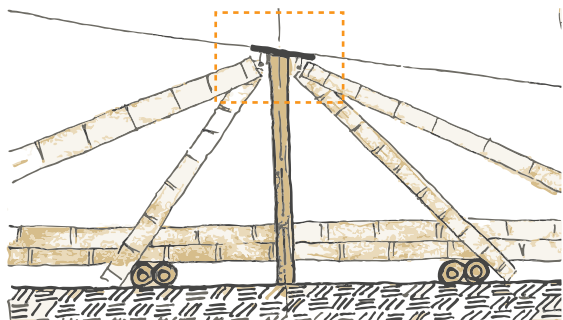


Figura 18. apuntalamiento de placa

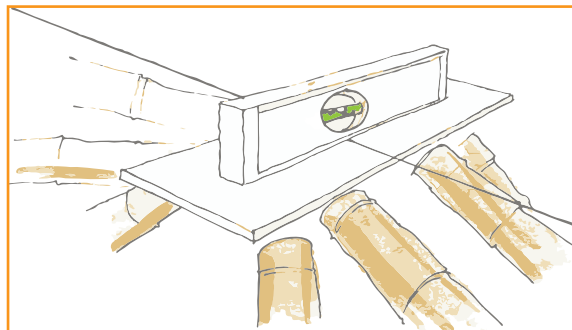


Figura 19. Nivelación de la placa

9. Fijar los culmos a las correas dobles.

9.1. Girar las 2 correas dobles de 10.31 m hacia adentro, quedando inclinadas sobre los culmos como se muestra en la imagen 20.

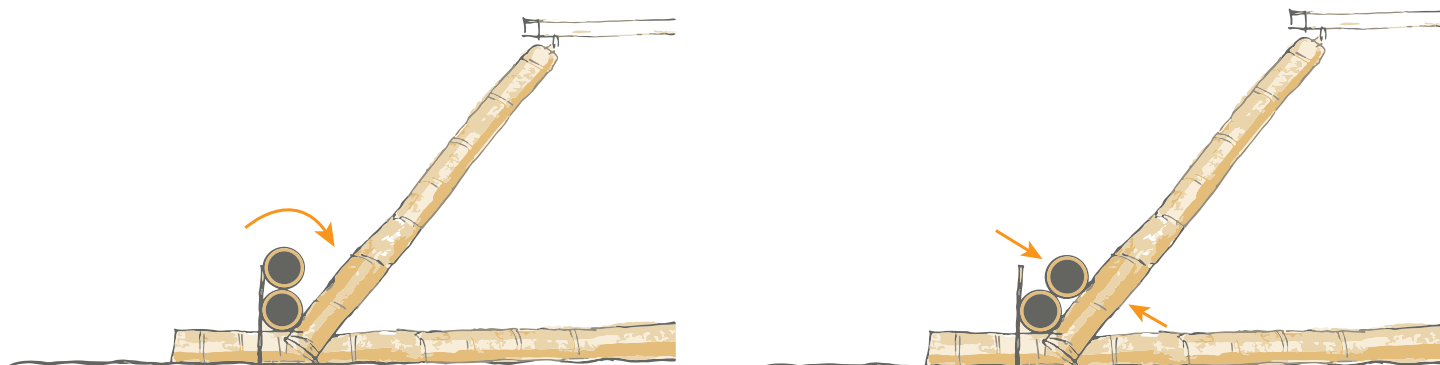


Figura 20. Giro de correas dobles

9.2. Poner separadores temporales que mantengan la distancia paralela entre las correas largas, para ello se hará uso de secciones de madera o secciones de culmos de bambú.

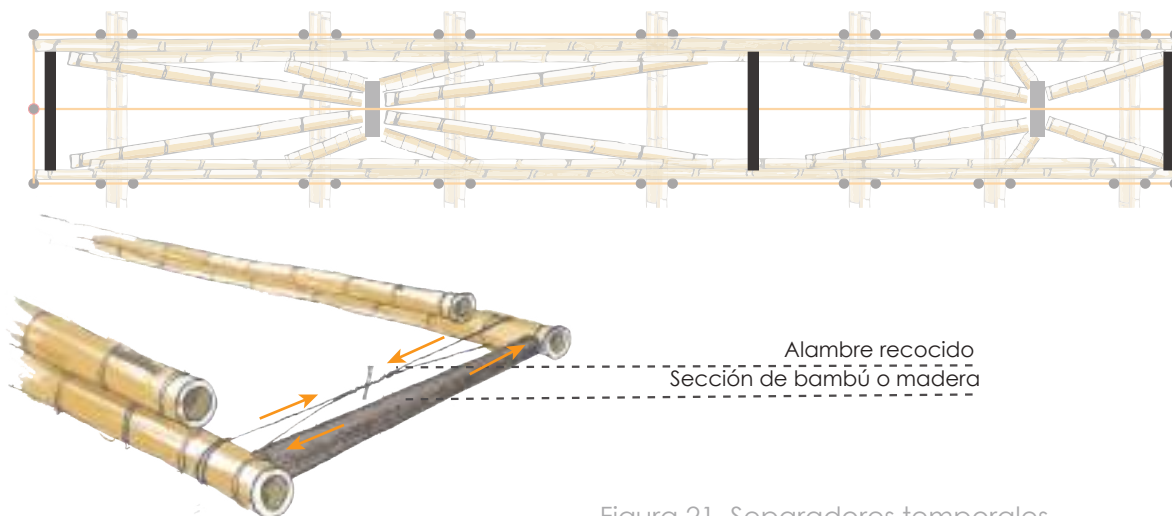


Figura 21. Separadores temporales.

ARMADURA DE CUBIERTA

9.3. Utilizar un taladro para hacer dos perforaciones en sentido diagonal en sentidos opuestos, atravesando las correas dobles largas con los culmos inclinados como se muestra en las siguientes figuras.

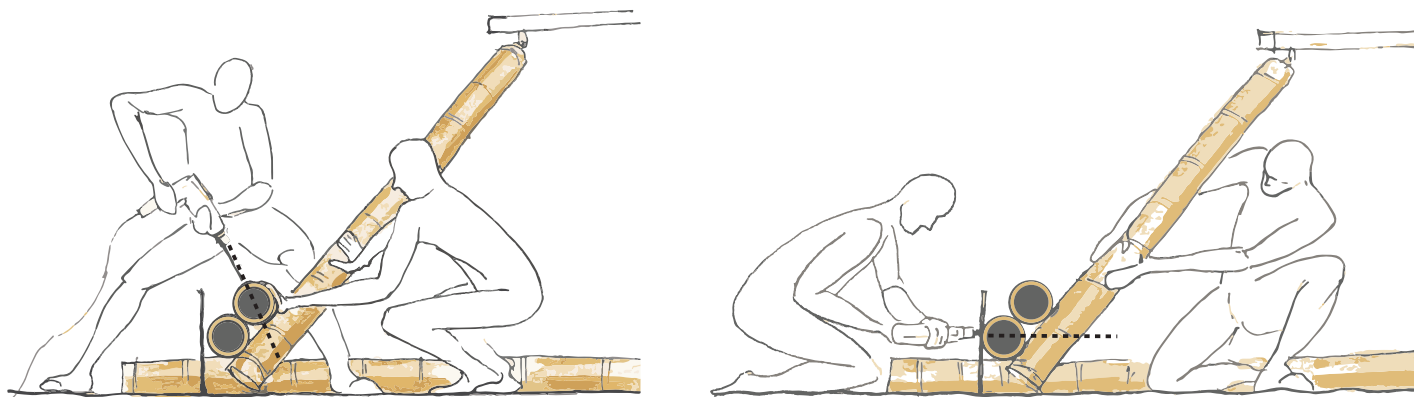


Figura 22. Perforación de las correas y los culmos.

9.4. Para fijar la unión se utilizarán dos pasadores de bambú o dos espárragos galvanizados (diámetro verificar con plano estructural) con tuerca y rondana. La unión será en diagonal como se muestra en la figura.

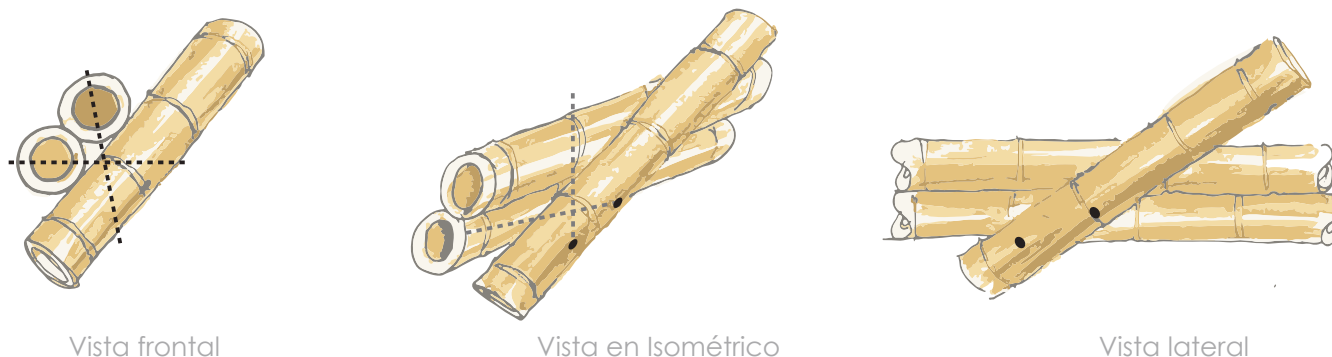


Figura 23. Detalle de pasadores en las uniones.

9.5. Una vez hechas todas las uniones, se procede a dividir la estructura en dos partes, cortando las placas por la mitad usando de referencia el hilo de la pendiente.

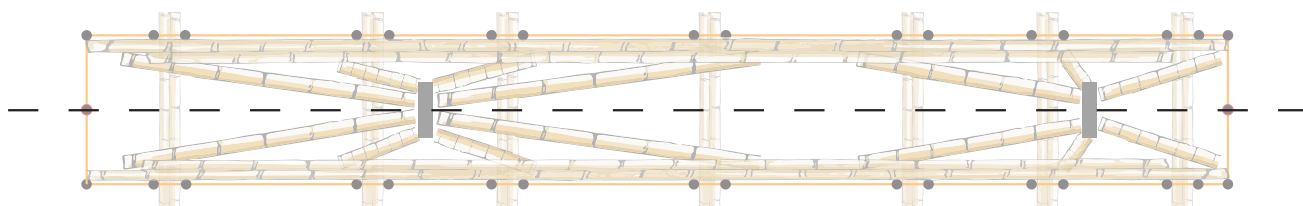
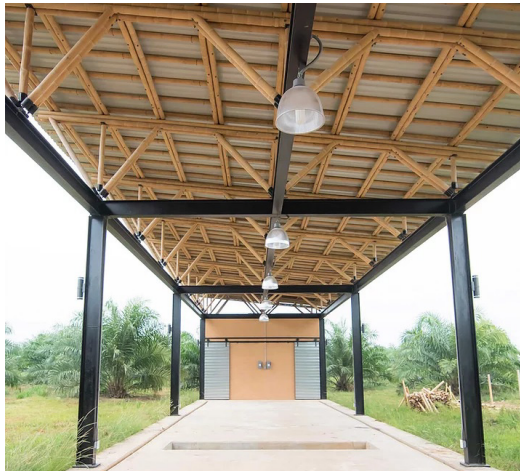


Figura 24. Línea de corte.















Ficha Técnica:

Nombre del Proyecto: Manual para Armaduras de cubiertas / La Ceiba

Nombre Oficina de Arquitectura: Lucila Aguilar Arquitectos

Sitio Web oficina: www.lucilaaguilar.com

E-mail contacto oficina: info@lucilaaguilar.com

Arquitectos autores de la obra: Lucila Aguilar Arquitectos

Ubicación (calle, comuna, ciudad, país): Chiapas, México

Año término construcción: 2016

Fotógrafo / Sitio web: Lucila Aguilar / www.lucilaaguilar.com

Otros Participantes:

Bambú: Jörg Stamm

Equipo de Diseño: Arq. Raúl de Villafranca, Arq. Daniela Luján, Arq.

Miguel Vargas, Arq. Bolívar Epigmenio

Manuales e Ilustraciones Bambú: Bolívar Epigmenio