

**FORMATO DESARROLLO DE PROTOTIPO GRUPO HÁBITAT TECNOLÓGICO Y CONSTRUCCIÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA**

Nombre del prototipo: Parasol reforzado partir del uso del bambú *Aulonemia*

Desarrollado por: Erwin Zambrano y José Alcides Ruiz.

Dibujos: Julieth Cubillos. Estudiante semillero HTC.

Grupo Hábitat Tecnológico y Construcción

Facultad de Arquitectura

30 de noviembre de 2020

Descripción:

A partir del ejercicio del Workshop del XIV Congreso Internacional Ecociudades 2019: "Reflexiones críticas en arquitecturas de emergencia" se desarrolló un prototipo de parasol de construcción rápida con la utilización de varas de bambú *Aulemia*, cinta de alta resistencia para ductos de aire acondicionado y plástico para invernadero. Este prototipo se sometió a condiciones naturales, en el espacio de trabajo de Café Magola (Bogotá) con el objetivo de evaluar su durabilidad y resistencia a la intemperie y agentes naturales en general. A partir de lo observado y como parte de la evolución del desarrollo del prototipo planteado se propuso mejorar las condiciones de rigidez y resistencia, fundamentalmente en lo relacionado con las uniones entre varas, así como en el sistema de soporte principal. Es allí donde surge esta nueva propuesta con la utilización de platinas metálicas en los vértices y otras de mayor calibre para la conexión entre el elemento de soporte principal y la cubierta. Por otro lado, y como parte de la experimentación se estudió el curvado de varas completas de bambú con la utilización del fuego. Esto último dado que el prototipo original presentó problemas de estabilidad estructural en los elementos curvos de soporte conformados por latas de bambú curvadas gracias a su esbeltez y al peso de la cubierta.

Componentes:

24 varas de bambú *Aulonemia* de 1.80 mts. y diámetro promedio de 3 cms. Adquiridas en un mercado artesanal cercano al lugar de montaje.

Una vara de bambú *Aulemia* de 1.80 mts y un diámetro de 4 cms.

1 tramo de guadua *Angustifolia Kunth* de 1 mt. De longitud y un diámetro de 12 cms.

36 platinas triangulares (triángulos equiláteros) Cold Rolled calibre 18 con perforaciones de 5 mm. para tornillos de 2" cabeza redonda, de acuerdo con la posición en la estructura.

Seis pletinas metálicas de material reciclado, de 2 cms. X 22 cms. con dobleces de acuerdo con el modelo planteado.

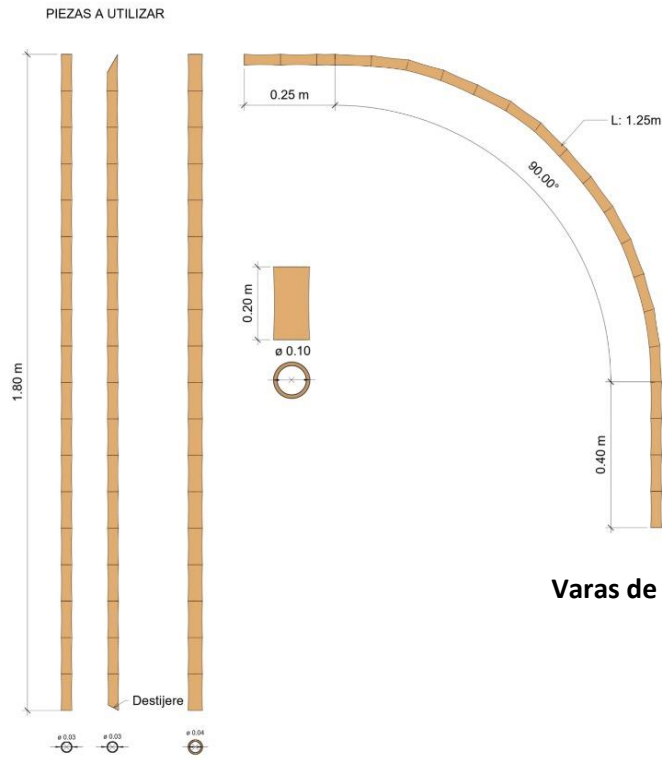
Una platina de 10 cm. X 10 cm. calibre 1/8" (con puntas recortadas para la parte superior de la estructura.

Un gancho con pasador en varilla roscada 1/4", gancho de 12 cm de largo y el pasador de 5 cm. con tuercas

Tapa circular de madera de 7 cms de diámetro

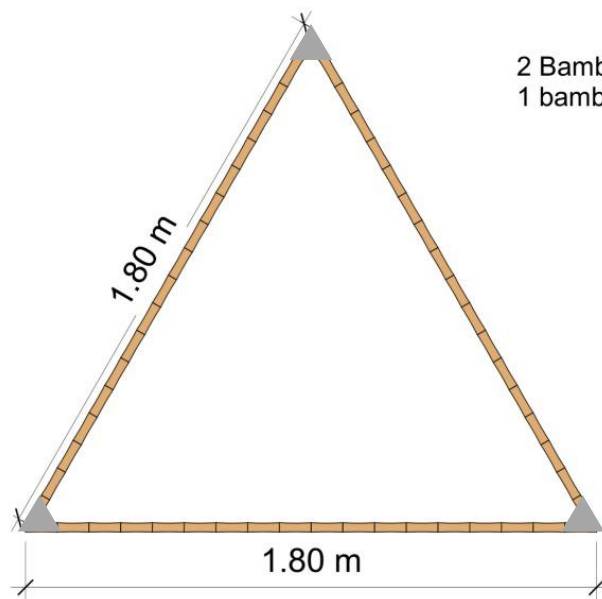
Cinta Bandit Acero 5/8" (Zuncho Metálico Inoxidable)

Planimetría y especificaciones:



Varas de bambú curvadas con fuego

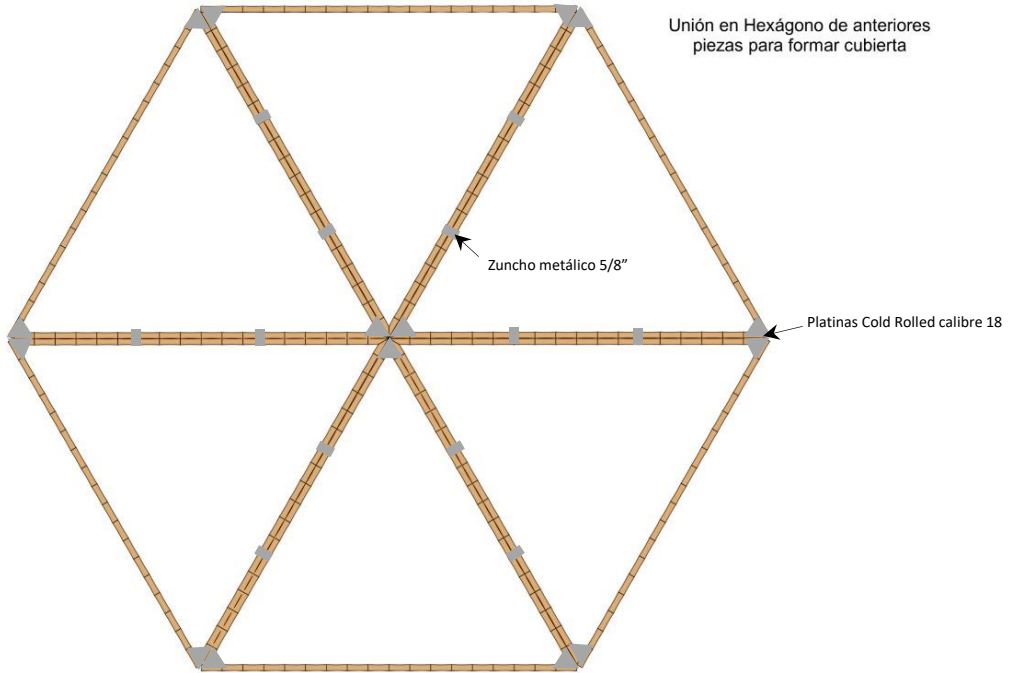
Varas de bambú básicas a utilizar



2 Bambú con destijere (1.80)
1 bambú completo (1.80)

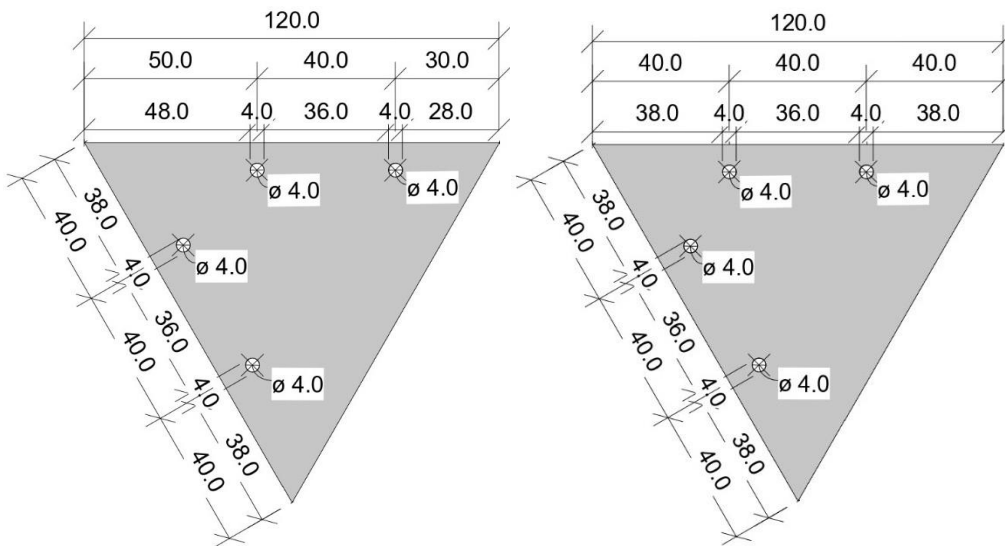
Triángulos básicos en bambú

Planimetría y especificaciones:



Hexágono construido a partir de los triángulos

Platinas calibre 18 Cold Rolled de refuerzo en cada triángulo de varas de bambú (medidas en mm.).



Construcción escala 1:1 (fotografías):

La construcción de este prototipo de parasol surge como una propuesta de mejoramiento del prototipo desarrollado en el “Workshop Guadua/Bamboo Structures”, del XIV Congreso Internacional Ecociudades: Reflexiones Crítica en Estructuras de Emergencia 2020. Dado que el prototipo inicial, en el período de prueba, evidenció debilidad estructural en los soportes de lata de bambú curvo y en las uniones entre varas de bambú realizadas con cinta de alta resistencia para ductos de aire acondicionado, como se puede evidenciar en la fotografía anexa, donde producto de los fuertes vientos y lluvias del momento el prototipo presentó fallas.



En este contexto se planteó realizar un reforzamiento con platinas metálicas lámina Cold Rolled calibre 18 para las uniones de los triángulos formados por varas de bambú, amarres con zuncho metálico de 5/8” entre los triángulos para formar el hexágono, unión entre el hexágono y el elemento vertical de soporte con pletinas y tornillos de cabeza redonda de 2” con tuerca. Por otro lado, los soportes en bambú que se conectaban al elemento vertical central se cambiaron para varas completas, quitando las latas propuestas para el modelo inicial.

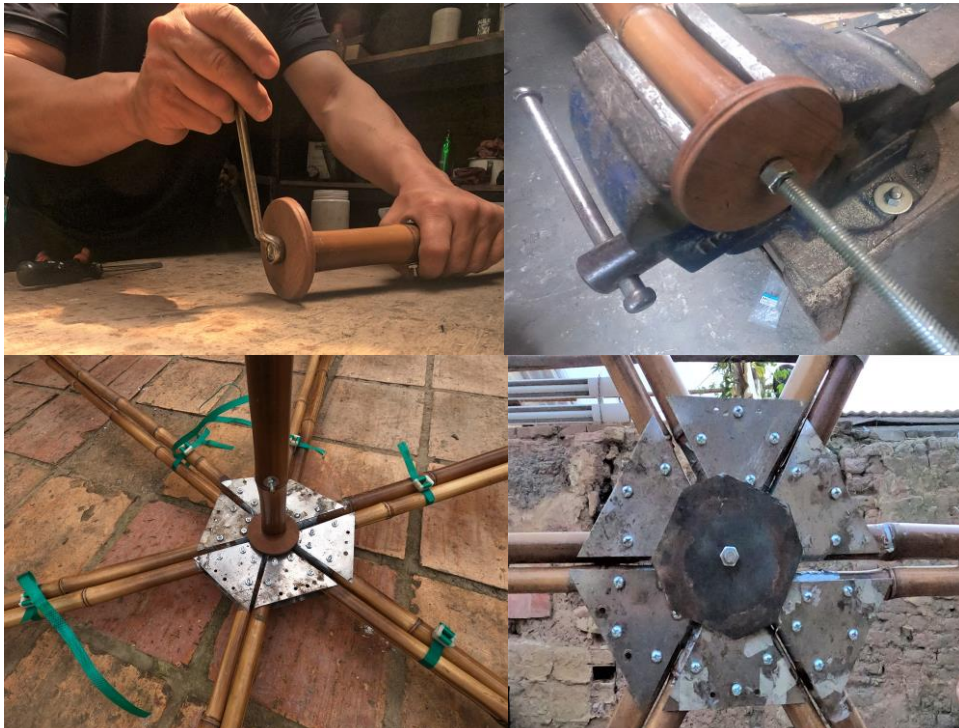


Construcción escala 1:1 (fotografías):

Una vez armados los triángulos con las varas de bambú y las platinas metálicas, por cada cara, y los torillos con tuerca, se unieron con un zuncho plástico de manera provisional para revisar el ajuste



A continuación, se montó el elemento central de soporte, usando una vara de bambú *Aulonemia* de 4 cms. de diámetro con una tapa redonda de madera para garantizar un mejor ajuste, que a la vez está fijada por un gancho en varilla roscada de $\frac{1}{4}$ " cuya prolongación atraviesa el hexágono de cubierta y permite asegurar una platina de 10 cmsX10 cms. en calibre de que rigidiza la conexión entre el elemento de soporte vertical y el hexágono de cubierta.



Construcción escala 1:1 (fotografías):

El paso siguiente fue conectar, utilizando pletinas de material reciclado, de 2cm X 2 mm. X 22 cms. con dobleces de acuerdo con el modelo planteado y perforaciones en el punto de contacto con el hexágono de cubierta de tal manera que una por medio de tornillo de 1" con tuerca a las platinas que rigidizan los triángulos de varas de bambú. A su vez las pletinas se amarran con zuncho metálico de 5/8" al elemento vertical en bambú que soporta la cubierta.



Como parte de la estructura de cubierta con el elemento principal vertical de soporte la estructura del hexágono se montó en sus vértices sobre ladrillos para que generara la caída necesaria y poder realizar tanto el ensamble con la vara vertical como la unión de las varas curvas de bambú que complementaron la estructura general de soporte para la cubierta.

En este sentido es importante anotar que a medida que se van ensamblando los diferentes elementos, con los herrajes metálicos su rigidez aumenta de manera más significativa que cuando se hizo con la cinta de alta resistencia para ductos de aire. También importante el amarre provisional con zuncho plástico para que cuando se ponga el zuncho definitivo, el metálico, la estructura en general quede ajustada adecuadamente.

Construcción escala 1:1 (fotografías):

A continuación, se realizó el ensamble de las varas curvas de bambú. En este proceso se experimentó de diferentes maneras para lograr un nivel de curvatura adecuada a la estructura general del prototipo, encontrando algunos aspectos a mencionar: 1) El fuego facilita el curvado del bambú 2) Se debe mantener en la posición de curvado hasta que el bambú se enfríe completamente y es recomendable dejarlo en una formaleta o elemento que lo mantenga en la misma posición de curvado hasta cuando se vaya a usar, pues el material tiende a recuperar su forma 3) Un aspecto importante para facilitar el curvado es romper los nudos del bambú interiormente, esta operación se puede realizar con una varilla de $\frac{1}{4}$ " y un largo superior a 1,5 mts. 5) El doblado debe hacerse progresivamente aplicando carga en las puntas del bambú generando un esfuerzo de flexión para que vaya adquiriendo la forma y calentando toda la superficie a curvar 6) no se deben aplicar esfuerzos puntuales porque el bambú tiende a fisurarse y si se sigue aplicando carga se rompe por ese punto 6) es recomendable para un buen curvado, dada las condiciones del material, utilizar arena fina para rellenar la vara y así garantizar que el esfuerzo se distribuye uniformemente.



Para montar las varas de bambú curvo, como elementos complementarios de soporte, primero se fijaron con zuncho plástico provisional para ajustar las varas a la forma de la cubierta, observando que el bambú ofrece alta resistencia ser curvado más allá de donde quedó preformado y en algunos casos las varas llegaron a fisurarse, lo cual plantea una posibilidad de mejoramiento buscando nuevas formas de hacer que la curva pudiera ser mayor y de esta manera adaptarse de mejor manera.



Construcción escala 1:1 (fotografías):

Posteriormente, una vez zunchadas las varas curvas tanto al hexágono de cubierta como al soporte vertical, también en bambú, se pudo observar que la rigidez del conjunto era notablemente mayor que la que presentó el prototipo inicial y por tanto es de suponer que su comportamiento futuro y su durabilidad también serán mayores.



A diferencia del prototipo inicial donde se usaron llantas vehículo recicladas para la base, en este segundo prototipo se adaptó una mesa existente en el lugar para montar la estructura, ofreciendo una estabilidad adecuada, haciendo más funcional el espacio y quedando listo para poner una cubierta liviana e impermeable similar al polipropileno que se utilizó en la primera propuesta.



Pruebas de validación:

Este prototipo ha estado más de tres meses en el lugar y hasta ahora no ha ofrecido ninguna falla, a diferencia del prototipo inicial y esa ya es una prueba de las posibilidades que desde el punto de vista estructural puede tener el bambú *Aulonemia* para prototipos de tamaño pequeño y que pueden ser muy versátiles en espacios y usos como el que presenta Café Magola.

A pesar de haberse dejado a la intemperie por buen tiempo, el material sufre afectaciones naturales de fotodegradación en el caso del bambú y las platinas tienden a sufrir oxidación, pero mantiene sus condiciones estructurales sin mayor variabilidad. Un aspecto a evaluar es el tamaño de la cubierta en relación con el soporte vertical ya que dada el área que cubre al tener una membrana que la recubre el viento es un factor afectaciones futuras en la estructura, en particular cuando se presente en gran magnitud.

Conclusiones:

La experiencia ha sido fructífera en cuanto al conocimiento del material, las soluciones constructivas planteadas y sobre todo en conocer las posibilidades espaciales y arquitectónicas que puede ofrecer el bambú *Aulemia*.

El trabajo con el fuego abre nuevas posibilidades de aplicación para el bambú *Aulonemia* ya que si bien tiene un límite de deformación, también es cierto que se pueden llegar a alcanzar radios de curvatura pronunciados manteniendo la integralidad de la vara, eso sí es necesario tener en cuenta varios aspectos en el proceso de curvado como los que se enumeraron anteriormente en este documento, como son: el calentamiento continuo y progresivo, la perforación interna de los nudos, el uso de arena en el proceso de doblado y la aplicación de cargas en la punta de bambú a medida que se va curvando, de igual manera es importante tener en cuenta las perforaciones que le hacen para inmunizarlo, pues aunque son muy pequeñas esas perforaciones, normalmente si quedan por la cara interna o por el lado de la superficie curva por ahí se termina fisurando el material, por tal motivo estas perforaciones deben quedar por la cara externa.

Es importante anotar que el bambú *Aulemia*, una vez curvado mantiene su capacidad portante y trata de volver a su forma recta inicial lo cual puede afectar el proceso constructivo posterior y por tanto hace necesario mantenerlo con la curva lograda con el fuego a través de cargas.

Respecto a las perforaciones en las uniones, para poder poner las platinas, deben ser muy precisas y hacerse con mucho cuidado para no deteriorar el material en un punto que se puede tornar débil sobre todo cuando no coincide un nudo en la punta de la vara.

Una experiencia muy positiva, como parte de la búsqueda de material de bajo costo fue encontrar una gran cantidad de piezas metálicas de desecho, de diferente índole, que pueden llegar a ser utilizadas como material para este tipo de prototipos y que con ello se garantiza una disminución en el impacto ambiental que pueden generar al prolongar su vida útil.

Referentes:

Patiño, L. & Martínez, M. & Zambrano, E. & Ruiz, J. (2019). XIV Congreso Internacional de Ecociudades – Workshop.

<https://www.youtube.com/watch?v=0MzgkAbxb4o&t=3750s>

Widywijatnoko, A. (2012). Traditional and Innovative Joints in Bamboo Construction. India: Taschenbuch.