Uniones versátiles aplicadas en la construcción con bambú

Roberto Aguilar Larrinaga[a], Laia Haurie Ibarra[a], Ana Maria Lacasta Palacio[a]
[a]GICITED, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona
roberto.aguilar@upc.edu

El interés de estudiar y aplicar el bambú como material en la construcción está creciendo de manera significativa en el sector de la arquitectura. Sus altas prestaciones físico-mecánicas, su rápido crecimiento (de 3 a 5 años) y su bajo coste son algunas de las características que se encuentran en el bambú y que atrae no solo a la construcción si no a diferentes sectores económicos. En la arquitectura, ya sea una construcción tradicional o contemporánea, se emplea un tipo de conexión que puede ser desde un amarre hasta conexiones desarrolladas con tecnología de punta. En este sentido, se puede encontrar una diversidad de conexiones desarrolladas con diferentes tecnologías, por lo cual, se plantea una clasificación de los conectores más empleados en la formación de estructuras ligeras con bambú, estos se pueden dividir en conexiones "Low Tech", "Medium Tech" y "High Tech".

Palabras clave: bambú, materiales, conexiones, arquitectura.

1. Introducción

El bambú es un material versátil, estético, económico y sostenible que puede ser desarrollado en productos básicos con poca o nada de industrialización. Es una planta con características tan especiales que lo convierten en un elemento estratégico en la solución concreta de problemas de gran actualidad[1]. Su rápido crecimiento la hace especialmente atractiva como cultivo para fines comerciales, ya que puede ser utilizada entre 3 y 6 años después de sembrada, época que adquiere su máxima resistencia[2].
En la arquitectura con bambú nos encontramos con tipologías tradicionales y contemporáneas donde se emplean una variedad de conexiones que van desde un amarre, utilizando cuerdas naturales o sintéticas, hasta aquellas que son diseñadas especialmente para una estructura en específico.
Para montar estructuras con bambú se necesitan unir dos o más cañas entre sí mediante un elemento conector, ese elemento es difícilmente encontrado en el mercado, la mayoría de las conexiones existentes se convierten en una adaptación o bien, se realizan de manera empírica y artesanal. Por lo que, una de las preocupaciones principales en la construcción con bambú es conseguir un ensamblaje efectivo, ya que el perfil circular del bambú crea problemas con las estructuras con geometría complicada. Su vacuidad y su superficie dura y lisa también puede ser complicadas para trabajar, y dado que todas las fibras están orientadas en las misma dirección, puede ser propenso a partirse [3].

2. Tecnología de las conexiones

Uno de los aspectos más importantes al construir con bambú es la formación de uniones que transfieran fuerzas de un elemento a otro. Dado a que la sección de las cañas de bambú son redondas y huecas, y las partes entre sus nodos solo tienen fibras longitudinales, no se pueden unir de la misma manera que los elementos de madera [4]. Existen una variedad de tipologías de conexiones que van desde las tradicionales hasta las más desarrolladas con tecnología de punta, son creadas para una construcción en específico o bien se emplean las conexiones que se aprenden en el lugar para el desarrollo de una construcción vernácula. En este aspecto, las conexiones con bambú se pueden dividir en tres tipologías: "Low tech" "Medium Tech" y "High Tech".

2.1 Conexiones "Low Tech"

Las conexiones "Low Tech" se refiere al conjunto de técnicas tradicionales para el desarrollo de uniones en estructuras ligeras con bambú (Fig. 1). Muchas veces estas técnicas son aprendidas de forma empírica y son transmitidas de una generación a otra. Los materiales que se utilizan para la unión, son materiales de proximidad que se pueden encontrar en la región o en el lugar donde se construye la estructura.

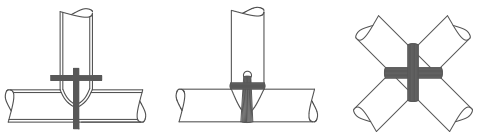

Figura 1. Dibujo de tipologías de conexiones "Low Tech".

Los conectores difieren dependiendo del país, sin embargo, la conexión más empleada, se podría decir la más universal, y una de las más antiguas es la unión por fricción con cuerdas trenzadas o con hilos hechos de hierbas autóctonas como el yute, cáñamo, ratán y con la misma médula de bambú seca [5]. No se requiere de herramienta especializada, pero sí una

técnica de amarre precisa. Este tipo de conexiones se pueden encontrar tanto en la arquitectura vernácula como en la arquitectura contemporánea (Fig. 2).

Figura 2. Imagen de unión por amarre, bienal de Venecia, Italia. Foto: autor.

2.2 Conexiones "Medium Tech"

Se refiere a las conexiones que son aplicadas en la construcción regular, tienen un proceso de industrialización medio y algunas de ellas son encontradas en el mercado, las cuales no son específicas para el bambú pero pueden ser adaptadas para unir dos o más cañas. Este tipo de uniones se realizan con conectores como pernos, abrazaderas, placas metálicas o de madera y cintas (Fig. 3). En la mayoría de los casos el hueco del bambú es rellenado con un material como mortero de cemento (reforzado con una varilla roscada) o con una pieza de madera [6].

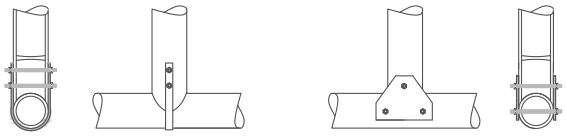

Figura 3. Dibujo de conexiones "Medium Tech".

Las varillas roscadas es la conexión más utilizada (Fig. 4), tiene la característica de ser económica con buen rendimiento y alta eficiencia en la construcción por la forma en que transmite las fuerzas de manera simple y confiable [7]. El arquitecto Colombiano, Simón Vélez, en sus principios de construir con bambú, desarrolló una técnica para unir varias cañas, utilizando varillas roscadas embebidas en concreto donde se rellena el bambú[8].
Las uniones pernadas o varillas roscadas han sido las que más estudios tienen sobre el comportamiento mecánico entre dos o más cañas de bambú. Se encuentran fuerzas máximas a tracción donde se utilizan pernos de 10mm con los nudos rellenados con mortero de cemento que van desde los 9kN hasta los 18kN [9], muchas veces es el perno el que falla (se deforma) y no el bambú.

Figura 4. Imagen de unión mediante pernos. Foto: autor.

2.3 Conexiones "High Tech"

La mayoría de este tipo de conexiones son usadas para construcciones efímeras, son conexiones vanguardistas que pueden ser aplicadas en otro tipo de arquitectura, sin embargo, resultan complejas de realizarlas y por lo tanto costosas, cuando se emplean, muchas de ellas no son reutilizables, son realizadas de aleaciones metálicas, como aluminio, acero inoxidable y acero galvanizado, reforzadas con algún aglomerante para lograr mayor estabilización en la estructura. La tecnología aplicada para desarrollarlas es alta, se utilizan programas computacionales, maquinas de control numérico y corte laser (Fig. 5).

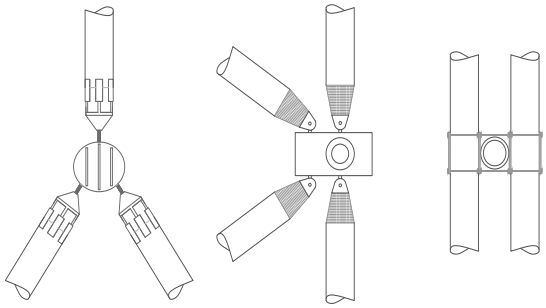

Figura 3. Dibujo de conexiones "High Tech".

En la actualidad existen una infinidad de conexiones creadas por diferentes autores para montar pabellones y prototipos arquitectónicos de casas y/o edificios, sin embargo, muchas de ellas siguen sin estándares o normativas por lo cual no son encontradas en el mercado.

3. Conclusiones

Las conexiones es el elemento más importante para el la construcción de estructuras ligeras con bambú, sin el desarrollo de una conexión estandarizada y

normalizada difícilmente se podrá regular y construir con el bambú. Por lo que es necesario una conexión que se pueda ajustar y aplicar a los diferentes desafíos arquitectónicos.

Aparte de la clasificación propuesta anteriormente, se necesita saber los valores de resistencia a tracción y compresión que cada conexión tiene para poder utilizarlas de manera fiable y así conocer el potencial no solo del bambú, si no del conjunto que lo compone.

4. Bibliografía.

[1] À. S. Vidiella, *Bamboe, néerlandais ; flamand:* Loft Publications, 2011.

[2] M. Villegas, E. Arango Restrepo, J. E. Arango, and J. F. Machado, *Bambusa guadua*. Bogotá : Villegas Editores, 1996.

[3] E. Broto, *Bambú : arquitectura y diseño*. Barcelona : Links, 2014.

[4] G. Minke, *Building with bamboo*. Basel : Birkhäuser, 2012.

[5] K. Disén and P. L. Clouston, "Building with bamboo: A review of culm connection technology," *J. Green Build.*, vol. 8, no. 4, pp. 83–93, 2013.

[6] J. J. A. Janssen, *Building with bamboo : a handbook*. London : Intermediate Technology Publications, 1995.

[7] C. Hong *et al.*, "Review on connections for original bamboo structures," *J. Renew. Mater.*, vol. 7, no. 8, pp. 714–730, 2019.

[8] S. Vélez, *Grow your own house : Simón Vélez und die bambusarchitektur = Simón Vélez and bamboo architecture*. Weil am Rheim : Vitra Design Museum, 2000.

[9] N. Elliot and J. Willard, "3023EXQ Research Dissertation Strength Parameters of Orthogonal Bamboo Connections for use in Construction Supervisor : David Trujillo," no. April, 2018.