

Puentes en Guadua:

Pasos sobre Material Constructivo Eficiente

■ Redacción M&M

La Guadua ha sido, históricamente, una solución efectiva a la hora de erigir sencillos puentes para conectar territorios y comunidades. Actualmente, el uso de este material se ha intensificado y las técnicas de ensamble han evolucionado hasta permitir el diseño y construcción de estructuras más sofisticadas, estéticas, funcionales y seguras.

El hombre, producto de su esencia de ser social, ha tenido desde siempre la necesidad de comunicarse con sus semejantes y en su afán por relacionarse con el mundo, ha desafiado la naturaleza misma a través de la construcción de puentes; estructuras que les ha permitido cruzar todo tipo de accidentes geográficos, desde grandes cañones hasta riachuelos y mares.

Aunque inicialmente sólo bastó con atravesar el paso a desafiar —en el tronco de un árbol— de orilla a orilla; con el paso de los años; las generaciones vieron levantarse monumentales estructuras que, en su momento, desafiaron todos los cálculos: los puentes Golden Gate en Estados Unidos, el Akashi-Kaikyo en Japón, el Jangyn en China, o el Humber en Inglaterra; son algunos de los más memorables.

No obstante la importancia y lugar que, los puentes en mención, ocupan en la historia —a razón de las técnicas desarrolladas, las soluciones ofrecidas por la ingeniería estructural, el uso de materiales como el hormigón o el acero y las consideraciones económicas que determinaron las construcciones— el hombre ha trabajado en otras obras que —con menos presupuesto e inversión— se constituyen también en soluciones efectivas; no sólo como pasos físicos de comunicación, sino como íconos arquitectónicos que integran recurso renovable e interesantes técnicas constructivas; estos son los puentes en guadua.



Puente en guadua, Adashino-nenbutsu ji Temple, Kioto, Japón.

Del Campo a las Grandes Ciudades

La guadua es un género de planta perteneciente a la familia de las *poáceas*, propia de los bosques andinos de América, y de los países asiáticos que se encuentran ubicados sobre la franja ecuatorial. Con al menos ocho especies: *amplexifolia*, *angustifolia*, *glomerata*, *paraguayensis*, *sacrocarpa*, *tessmanii*, *trinii*, y *weberbaueri*; presenta como características físicas generales y comunes entre las variedades, su forma de tubo ligeramente cónico –con un diámetro exterior que puede variar de 3.0 a 25.0 centímetros– y unas cualidades físicas y mecánicas que lo han llevado a ser llamado, en el campo de la arquitectura, el “acero vegetal”.

Históricamente, la guadua fue concebida como un material apto para obras menores, principalmente domésticas, y su uso estuvo ligado, durante siglos, a la construcción de estructuras para poblaciones de bajos recursos e ingresos económicos que, lejos de recurrir a técnicas arquitectónicas o de ingeniería estructural básica, tomaban los palos de guadua y simplemente los unían con lazos para dar forma al armazón de sus viviendas.

En el caso de los puentes, en el continente americano existen registros de su uso como material estructural en las culturas indígenas Inca, en Perú, y Paeces, en Colombia; sin embargo, y debido a la aparición de nuevos materiales como el concreto o el acero, la guadua dejó de aprovecharse en obras y su uso fue limitado a la elaboración de artesanías, objetos decorativos y mobiliario.

En los últimos años, con la promoción de la arquitectura sostenible, la cual reflexiona sobre la eficiencia de la construcción en relación con el



La guadua, ha sido por siglos un material natural usado por las comunidades que habitan en la franja ecuatorial de América y Asia. Puente Kampong Cham, en Cambodia.



medio ambiente y sobre el impacto ambiental que tienen todos sus procesos implicados; la guadua se ha posicionado como un material estructural sustentable, eficiente y efectivo en la construcción de edificaciones de grandes luces y estructurales – como los puentes–, a las que brinda además una estética natural.

Ahorro, Eficiencia y Versatilidad

De acuerdo a Virginia Carmiol Umaña, profesora e investigadora del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, en su ensayo ‘*Bambú Guadua en puentes peatonales*’, “la idea de construir un puente en este material viene ligada al empleo de materiales –existentes– en la zona donde se construya, maquinaria manual de bajo costo, pocos trabajadores y, sobre todo, una obra sin contaminación ambiental o destrucción de

bosques”. De este tipo de pasto, arquitectos e ingenieros afirman que es, en efecto, una opción económica y ecológica para el levantamiento de construcciones de este tipo.

Para empezar, y en relación con su crecimiento, la guadua se da de manera espontánea y sostenible ya que se automultiplica vegetativamente, sin necesidad de semillas, alcanzado los 30.0 metros de altura en sólo cinco años. Su manejo silvicultural también registra buenos rendimientos pues se estima que la especie logra, en tan sólo seis meses, una altura de hasta 12 metros, y alcanza su madurez después de tres años. De hecho, se puede explotar industrialmente entre los 18 y 24 meses después de establecido el guadua, lo que la convierte en una materia prima abundante y de fácil acceso en las zonas geográficas donde crece de manera silvestre, especialmente si se compara, por ejemplo, con la madera cuyo aprovechamiento puede demorar entre 10 y 20 años.



Bajos costos de la inversión requerida, mayor abastecimiento de la materia prima, cualidades físico mecánicas invaluable, además de ser un material sustentable y estéticamente bello, son las cualidades de la guadua.

En cuanto a sus cualidades como elemento estructural, Simón Vélez, arquitecto colombiano, pionero y principal promotor del uso de la guadua en la arquitectura, afirma que este es “un material muy versátil, con importantes características en su comportamiento físico mecánico. La relación resistencia/peso la hace tan importante como las mejores maderas, con una ventaja a su favor y es la de ser un recurso natural renovable de rápido crecimiento y fácil manejo, que además aporta importantes beneficios ecológicos durante su crecimiento”. En este sentido, Ronald Laude, ingeniero civil y especialista en el uso de la guadua como elemento estructural, explica que ésta, frente al concreto, el acero o la madera, ofrece hasta cinco veces más resistencia, durabilidad y flexibilidad.

De hecho, explica Laude que, en caso de necesitar mayor capacidad estructural, un puente de acero, es posible aumentar la sección de los tubos estructurales que lo sostienen, aunque con esto también aumenta el peso y

por ende, el valor de la inversión de la estructura. Con la guadua, se obtiene mayor capacidad sin recurrir a mayores gastos o tiempo horas hombre. También destaca la resistencia de la especie a la tracción y a la compresión, valores de esfuerzos que son iguales o superiores a los del acero; y

su capacidad para soportar esfuerzos de compresión dos veces mayores a los que resiste el cemento.

Otras de sus propiedades, es su excelente comportamiento como elemento sísmico resistente, o en palabras del arquitecto Vélez “sísmico indiferente”, pues la especie tiene fibras de alta densidad que unidas a su longitud, y después de ser sometida a los procesos de secado y preservación, la hacen un material resistente a sismos de hasta cinco grados de magnitud, según pruebas efectuadas. En relación con su resistencia a agentes atmosféricos —como la lluvia ó el viento— la guadua es ideal como material estructural, no obstante requerir la aplicación de preservantes apropiados para hacerla resistente a la humedad.

La suma de estas propiedades, prevalece cuando se busca hallar soluciones constructivas rápidas, efectivas y que no demanden de grandes inversiones que, en muchas ocasiones, dependen del presupuesto fiscal pues los puentes hacen parte de la infraestructura necesaria para el desarrollo y competitividad de un país. En este caso, la guadua no sólo resulta un material accesible,



Para usar el material como elemento constructivo, es necesario someterlo a procesos de secado e inmunización que garanticen su vida útil.

ARQUITECTURA

de bajo impacto ambiental y económico, sino que se constituye en una alternativa que –volviendo los ojos a nuestros antepasados indígenas– puede ser aprovechado para materializar soluciones inmediatas y necesarias a lo largo y ancho de la geografía nacional.

La técnica de Construcción

La investigadora Virginia Carmiol asegura que para el diseño y construcción de puentes elaborados en guadua, “no existen recetas porque cada caso tiene sus propias características funcionales, geológicas y topográficas”. No obstante, en países como Colombia, Alemania, China, Costa Rica o Estados Unidos, se ha iniciado un proceso para crear y definir una normatización, aplicable en cada uno de ellos, y fijar estándares que faciliten la manipulación del material en el levantamiento de puentes y estructuras, con altos estándares de calidad.

En términos generales, se puede decir que la guadua es una materia prima de fácil manipulación y que, con la implementación de algunas recomendaciones técnicas, garantiza durabilidad y resistencia.

Así pues, se ha establecido como, para su uso, es necesario que la guadua alcance su punto de maduración, 3 a 5 años de edad, tiempo durante el cual se endurece lo suficientemente para maximizar sus propiedades físicas. Una vez seleccionado el material, este debe ser sometido a un proceso de inmersión en una solución de borato de sodio y agua –que se utiliza como conservante de la madera y disminuye los niveles de almidón y contenido de azúcar de las cañas– para evitar así, el ataque de hongos e insectos.

Después de un proceso de secado de la guadua al sol, que suele tomar una o dos semanas, para blanquearla ⁽¹⁾, se procede a almacenar las cañas en un lugar seco y oscuro en donde puedan ser sometidas a inyección de aire caliente a fin de reducir la humedad y dar por concluida la etapa de secado para pasar a elegir las cañas para la construcción del puente.

Vale señalar que, por ser un material natural, las cañas no son idénticas y tienen prioridad de uso las más largas y flexibles para que la curvatura convexa neutralice la flexibilidad de la guadua, la cual suele arquearse hacia arriba. De igual manera, se seleccionan las cañas según su diámetro y longitud: las más gruesas y rectas se utilizan para los postes del puente; las diagonales se destinan a elementos de compresión; y las intermedias para los diagonales, tensionados y correas. A su vez, las que tienen alguna curvatura se aprovechan en los arcos y barandales, y las que tienen más de dos curvaturas se reservan para los rieles del piso.

Visítenos en: www.revista-mm.com



ITAKA
HARDWARE SAS
www.itakahardware.co

En Herrajes para Muebles tenemos
Todas las **soluciones**,
con las mejores marcas



Laterales de Cajón con Sistema de Cierre Suave



Cierre Suave

Touch Open

Conectores



Perfilería de Aluminio

Brazos



Cerraduras

Barras Organizadoras



Sistemas de Almacenamiento



Carrera 28B No. 75-64

PBX (571) 231 1404 • Telefax (571) 311 4619
Bogotá D.C. Colombia • itakahardware.com

En los extremos del puente, las guaduas se tensionan entre rocas, piedras o cimientos de concreto. Los troncos más delgados, que no son aptos como elementos estructurales, se utilizan para los revestimientos y techos cuando éstos forman parte del diseño del puente.

La estructura del puente debe contemplar algunos aspectos denominados cargas vivas y ocasionales. La primera hace referencia a su propio peso, que resulta del volumen del peso de las cañas y de otros materiales como concreto, platinas, pernos, cuerdas o la cubierta que puede ser en guadua ó en lona; el de la carga que soportará —ganado, vehículos o personas—, o la velocidad de los vientos en la zona donde servirá. Las cargas ocasionales se relacionan con la carga muerta de la estructura que pueden afectarla o no, pues se comportan a compresión en barlovento (entrada de viento) y succionan la estructura en sotavento (salida de viento).

La estructura básica de un puente se divide en arco de carga, arco de piso y arco de baranda. Esta es inicialmente, trazada en el suelo para facilitar la preparación de los arcos. Una vez lista la configuración del puente, los constructores

proceden a unir los arcos, a encajar los elementos diagonales en los respectivos arcos y a colocar los postes principales y auxiliares que dan estabilidad a la estructura. Para finalizar la construcción, instalan los arcos en forma de sándwich, es decir, formando una estructura de tres cañas.

De esta manera, resulta una estructura que además de fácil instalación, demanda poco tiempo de construcción frente a otros en materiales tradicionales, y una menor inversión económica. Por estas razones, los puentes de guadua se proyectan hoy, como obras eficaces y eficientes para áreas urbanas o rurales que exigen soluciones de comunicación, viabilidad inmediata y un componente de vida, en medio de los paisajes propios de las “babeles” de cemento.

A continuación, la Revista **M&M**, presenta algunos de los puentes que son, hoy por hoy, objeto de estudio, observación y admiración en los campos de la arquitectura y la ingeniería estructural. 📷

Nota

- 1) *El sol blanquea la clorofila a un color amarillo dorado que es el conveniente para las piezas usadas en construcción.*

Pasos Naturales de Orilla a Orilla

Colombia es pionero en materia de construcción de puentes elaborados en guadua, gracias al trabajo de arquitectos, ingenieros, academia y centros de investigación forestal y maderera. Aunque existe poca información respecto a los adelantos del aprovechamiento de este material en la construcción de puentes —quizá por ser una industria naciente— estos son algunos de los que se han construido en territorio colombiano, o fuera de este pero pensados por el ingenio de un colombiano, y que se constituyen como ejemplo de la eficiencia de la guadua en esta aplicación.

Puente Jenny Garzón

Ubicado en una de las avenidas más transitadas de Bogotá, (Cundinamarca), sobre la altura de la carrera 119 con la troncal de la Calle 80, se levanta este puente que pesa 130 toneladas y que conecta la alameda Florida Juan Amarillo con el parque La Florida, la avenida principal del sector y los barrios aledaños, a través de un trazado de 5,6 kilómetros que sirven como ciclorruta. Es el primer puente de guadua de la ciudad, cuenta con bases de concreto, uniones de hierro y 3.000 cañas de guadua.

La obra, que fue diseñada por Simón Vélez y Marcelo Villegas, quien se encargó del montaje estructural, consiste en un viaducto de 45 metros de longitud y 3.0 de ancho, que resisten 36 toneladas y cuyo techo, elaborado en bambú y materiales sintéticos, garantiza una vida útil de 200 años para la estructura.



ARQUITECTURA

Puente de Medellín

La comuna 1 de la ciudad de Medellín (Antioquía), es escenario de este puente en arco y estructura tipo costilla sólida que construye, actualmente, el Centro para el Desarrollo Tecnológico de la Construcción y la Industria, del SENA, Regional Quindío, para comunicar los barrios Santo Domingo Sabio y Granizal

Acompañado por la Biblioteca España, edificación del arquitecto Giancarlo Manzanti, esta estructura es hasta ahora, el puente en guadua más largo del mundo y la iniciativa prima para el desarrollo de la normatividad para el uso de la guadua en grandes construcciones. Diseñado por el Ingeniero Civil, Francisco Rojas Pinto, este puente se destaca por el trabajo aplicado de compresión y por exhibir una estructura compacta en la que trabaja cada uno de los elementos, incluidos los pernos y platinas.



Para cada **Madera**
Existe una **Solución.**

- ✔ Sistema Acuoso **Proco Agua**
- ✔ Sistema Curado **Ultravioleta**
- ✔ Sistema Poliuretano **Interiores y Exteriores**
- ✔ Sistema Catalizado al Ácido

- ✔ *Facil y practico de usar*
- ✔ *Más que proveedores, somos una mano amiga de calidad!*

- ✔ Tintes Industriales **En Solvente y Poivo**
- ✔ Sistema Pintura para Vidrio
- ✔ Inmunizante, Pegantes, Diluyentes, Ferrería
- ✔ Servicio de Pintura Profesional


PROCOQUINAL
PRODUCTORA COMERCIALIZADORA QUÍMICA NACIONAL
www.procoquinal.com.co

Fábrica: Av. Cra 27 # 28-46 sur, Telefax: 202.07.24, Teléfonos: 202.44.27/408.82.56, Bogotá, Colombia

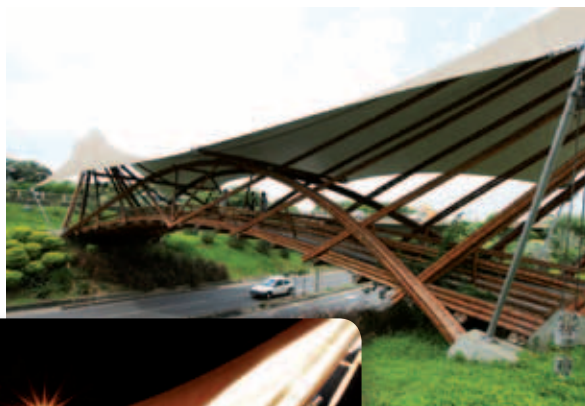
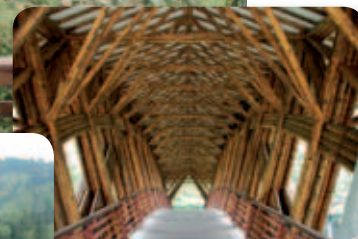
Distribuidores: Ferrepinturas Richard Cr 39 (Cr 51) No. 76 76 - Tel 2259876 Bogotá. Ferrepinturas Oval Trv 73b (Av 1a de Mayo) No. 38c-95 sur - Tel 2648170 Bogotá. Industrias Picasso Ltda. Ave 68 No. 1 - 53 Tel 2905953 Bogotá, Colombia

Puente Crosswaters

Simón Vélez es un arquitecto manizaleño, con más de 20 años de experiencia en el uso de la guadua como elemento estructural. En su haber se destacan diferentes edificaciones en bambú/guadua en Estados Unidos, Alemania, México, China, Colombia y Brasil, que le han valido ser invitado en varias oportunidades a dictar talleres en el Museo de Diseño Vitra y el Centro George Pompidou, en Francia.

Uno de sus proyectos, por el cual recibió el Premio Honorario de Análisis y Planeación 2006 de la Sociedad Americana de Arquitectos del Paisaje de China, es 'Crosswaters Ecologde', el primer destino ecoturístico de los bosques de la Reserva de la Montaña de Nankun Shan, en la provincia de Guangdong y que incluye un puente que permite, a los visitantes, cruzar el río Gangken hasta el edificio central.

Según el arquitecto, en la construcción enfrentó el reto de hacer un puente lo suficientemente duradero para resistir los embates meteorológicos, lo largo del tiempo.



Puente en Cúcuta

Sobre la intersección vial, Arnulfo Briceño entre las avenidas Libertadores y Gran Colombia, se ubica este puente inaugurado en diciembre de 2008, en Cúcuta, Norte de Santander, que fue construido con el propósito de darle movilidad al sistema de tránsito de la zona. Su creador y encargado de la estructura, el alemán Jörg Stamm, uno de los diseñadores y especialistas más destacados del mundo en el aprovechamiento de la guadua como elemento constructivo.

Según la revista de arquitectura 'Fabric Architecture Magazine', este puente se destaca por su estructura concebida "como un rompecabezas de madera, hecho a mano, que se apoya en cada pieza de bambú para contribuir a la integridad de la estructura, y por dos grandes arcos compuestos cada uno por un trío de bambú de gran diámetro que soportan el peso del puente; y por su techo de lona tensada, ideada por Gerardo Castro, que le otorga un toque de elegancia.

La estructura recibió en mayo de 2010, el premio a la Excelencia en la categoría de estructuras de menos de 558 m², de la Asociación Internacional de Textiles Industriales (IFAI), Estados Unidos, por la membrana que lo recubre.

Fuentes

- Arquiguadua
- Periódicos El Tiempo, La Impronta
- *Bambú Guadua en puentes peatonales*, Carmiol Umaña, Virginia. *Tecnología en Marcha*, Vol. 23, N° 1, enero-marzo 2010, P. 29-38
- Artículo *La importancia de la guadua en la obra de Simón Vélez*, Eduardo Salas Delgado, Boletín de información técnica N° 241, AITIM, mayo-junio de 2006

- <http://www.bamboogrove.com>; <http://arquiguadua.com>; <http://www.fundeguadua.org>; www.ecobamboo.net

Fotografías

- <http://www.arteyfotografia.com.ar>; <http://viewthrumygloballens.blogspot.com>; <http://fabianwilly.blogspot.com/>; <http://www.skyscrapercity.com>

TABLEROS ITALIANOS EN MDF "CON ACRÍLICO PRENSADO" PARA LA FABRICACIÓN DE MUEBLES



- Alto Brillo.
- Homogeneidad en la superficie.
- No se decolora: resistente a la luz.
- Resistente a la luz y el tiempo.
- Posibilidad de reparar rayaduras.
- Reducción del tiempo de producción vs pintura hasta en un 85%
- Tableros de 3.76 x 1.27 mts. espesor 18.8 mm
- Servicio de corte y enchape de cantos.
- 10 colores básicos.
- Biodegradable.



Bogotá: (57 1) 625 9865 - 614 3380 Fax: (57 1) 258 8235
Barranquilla: (57 5) 357 1051 - 355 1012 | Medellín: (57 4) 232 8132 - 238 8989

www.alsada.com.co