



El profesor de TadeoLAB, Germán Benavides, desarrolló una técnica de uniones de guadua que optimiza el tiempo de ensamblaje, es económica y fácil de aprender. Usa las partes cónicas de las botellas plásticas de gaseosa, tornillos y tubos de hierro.

¿Qué tienen en común un avión y el milenario Tal Majal de la India? A estas dos memorables creaciones de la humanidad las une un particular elemento de construcción: la guadua. **Denominada por la ONU como la ‘planta del milenio’**, debido a sus múltiples usos, este pasto gigante fibro-leñoso que puede alcanzar hasta 20 metros de altura, posee una gran resistencia y flexibilidad, a tal punto que **las normas técnicas de sismorresistencia colombianas lo consideran un material óptimo** para usar en estructuras de concreto.



# La guadua,

## un 'milagro' arquitectónico en Colombia

Emanuel Enciso Camacho  
(emanuel.encisoc@utadeo.edu.co)

Fotografías

Emanuel Enciso y Alejandra  
Zapata (linaal.zapataj@  
utadeo.edu.co)

Colombia es una potencia en guadua, pues **posee más de 1.200 especies de esta planta**, 126 de ellas endémicas o propias de nuestro país. Su cultivo, además, permea todos los pisos térmicos del territorio.

Hace veinte años, en Patasía, un corregimiento de Pacho (Cundinamarca), el profesor de TadeoLAB, **Germán Benavides**, comenzó a interesarse por este particular pasto, pues observaba con preocupación cómo algunos de los habitantes del lugar lo utilizaban solamente como producto para la molienda. Es así como este físico e ingeniero electrónico inició sus estudios como técnico en estructuras de guadua, buscando “sacarle jugo” a la planta.

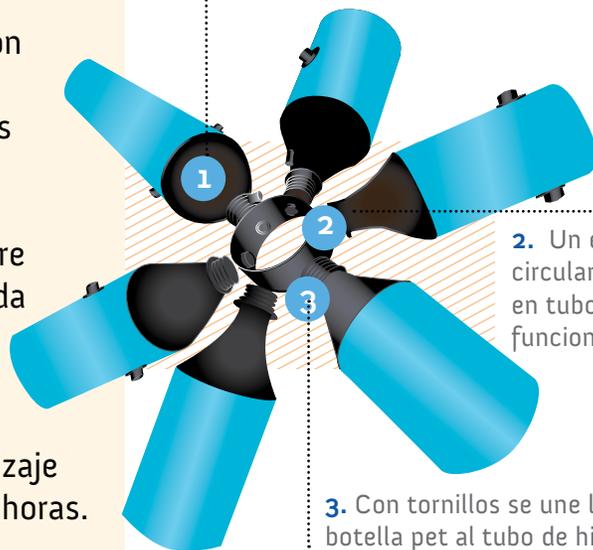
Tras participar en la construcción de puentes, parqueaderos, kioscos, escenarios e incluso paraderos hechos en guadua, Benavides percibió que las uniones mediante las cuales se ensambla tradicionalmente, entre ellas **amarres tipo boca de pescado o pico de flauta**, no quedaban en óptimas condiciones y transmitían las cargas de fuerza de manera inadecuada cuando eran elaboradas por personas con poco conocimiento sobre ellas. Por eso, se dio a la tarea de buscar otras opciones.

Luego de trabajar durante dos años, Benavides logró una nueva forma de ensamble que permitiera conservar las propiedades y resistencia de la planta, utilizando la **parte cónica de las botellas pet de gaseosa**, que usualmente depositamos a la basura y que se convierten en un problema ambiental para nuestros océanos.

Así, el problema se transformó en solución, pues **el plástico de las botellas tarda aproximadamente 200 años en degradarse**, razón por la que se aprovecha como encofrado

## Unión de guadua

El método de unión propuesto por Germán Benavides permite que una persona con poco conocimiento sobre construcción pueda llevar a cabo ensambles de alta calidad, con un tiempo de aprendizaje cercano a las dos horas.



1. Las partes cónicas de las botellas pet se utilizan como encofrado o molde del concreto.

2. Un elemento circular fabricado en tubo de hierro funciona como acople.

3. Con tornillos se une la botella pet al tubo de hierro.

Uno de los mayores atractivos de esta unión es su facilidad de fabricación y comprensión de la técnica, pues en cuestión de dos horas cualquier persona puede aprender a fabricar ensambles de alta calidad.

o recipiente para el concreto que se utilizará para la unión, logrando así que la guadua no se aplaste sino que más bien la carga de fuerza necesaria para mantener sólida la estructura, que es de aproximadamente **diez kilogramos-fuerza por centímetro cuadrado**, se transporte de manera longitudinal a las fibras de la guadua, su parte más fuerte.

Cuando el concreto se solidifica, **el plástico de la botella lo protege ante golpes y de la exposición del sol y la humedad**. Anteriormente el pet era retirado en este proceso, pero para evitar una mayor contaminación, Benavides decidió **brindarle a este objeto una función estética**, aprovechando su facilidad para pintar, así como sus formas geométricas armoniosas que hacen juego con la estructura.

Luego de ello, la unión es asegurada con **un tornillo que permite generar fuerza de tensión**, mientras la guadua genera fuerza de compresión a través de sus fibras. Para garantizar este proceso, convirtiéndose a la vez en una técnica económica para los constructores, el concreto rellena las dos primeras secciones de la guadua, mientras que el centro de esta queda hueco para que sea liviano y el costo no sea excesivo. **El resultado es una barra universal que puede unirse con otras para conformar estructuras de cualquier tipo**, haciendo uso de un elemento circular fabricado en tubo de hierro que acopla las guaduas que se atornillan a esta.

Pero sin duda uno de los mayores atractivos de esta unión es su facilidad de fabricación y comprensión de la técnica, **pues en cuestión de dos horas cualquier persona puede aprender a fabricar ensambles de alta calidad.** Esto, por supuesto, revoluciona las dinámicas de construcción, especialmente en lugares de difícil acceso para maquinarias de gran envergadura. Es así como Benavides transformó los hábitos en Patasía, pues ahora sus pobladores usan la guadua como elemento de construcción para sus fincas y hogares, a tal punto que próximamente, con la asesoría del profesor, edificarán un centro comunitario utilizando este material.

El reto ahora es constituir un **grupo interdisciplinar de profesionales de la Universidad**, así como talleres de ensamble en TadeoLAB, que trabajen la guadua como alternativa arquitectónica, pues a partir de esta propuesta han surgido múltiples solicitudes por parte de diferentes instituciones como la Universidad Nacional y el Parque San Diego, interesados en construir edificaciones en guadua.



## El domo de Utadeo, la primera apuesta con guadua en la Universidad

Desde el año 2016, y hasta febrero de 2018, una estructura esférica, ubicada en la Plazoleta de las Flores de Utadeo, se convirtió en un referente para estudiantes y profesores tadeístas. Se trataba de un domo fabricado en guadua, compuesto por cerca de **250 piezas y 500 uniones de botella pet, así como noventa aros circulares.**



Germán Benavides, profesor de TadeoLAB.



El domo cuenta con seis tamaños diferentes de pentágono.



El domo fue instalado en agosto de 2016 en la Plazoleta de las Flores de Utadeo.



La forma que el domo adoptó guarda relación con la estructura molecular del carbono.

# ¿A cuánto equivale un Kilogramo-Fuerza?

El Kilogramo-Fuerza es la fuerza ejercida sobre una masa de un kilogramo, por efecto de la gravedad en la superficie de la Tierra. En el caso de la guadua, una barra universal como la empleada para el domo de Utadeo soporta fuerzas de compresión cercanas a los 100 kilogramos fuerza por centímetro cuadrado. Así, una guadua con una sección de solo diez centímetros cuadrados resistiría aproximadamente una tonelada.

Benavides diseñó el domo inspirado en la forma del fullereno, una molécula compuesta por carbono que puede tomar formas esféricas, elipsoides, de tubo o anillo.

Dicha estructura fue todo un reto para Benavides y sus estudiantes de la asignatura **electiva Open Fiesta en Las Nieves de TadeoLAB**, quienes, en tiempo récord de una semana, fabricaron las uniones con el fin de levantar la estructura en la **Plaza de Las Nieves**, como parte de los 478 años de la fundación de Bogotá.

Benavides diseñó el domo **inspirado en la forma del fullereno**, una molécula compuesta por carbono que puede tomar formas esféricas, elipsoides, de tubo o anillo. **La estructura resiste toneladas de peso**, pues su naturaleza fractal contribuye uniformemente en cada elemento.

Como dato curioso, las guaduas que conformaron el domo **tenían siete diferentes medidas de longitud**, con el propósito de que cada pentágono de uniones permitiera la conformación de una estructura de media esfera perfecta.

## La guadua, un material idóneo para la construcción

**Económico, resistente y amigable con el medio ambiente.** Así definen los expertos en construcción a este milagro de la naturaleza. Sus propiedades físicas y mecánicas, similares a las del cemento, el acero y la madera, **pueden llegar a reducir los costos de construcción hasta en una quinta parte**, al tiempo que es fácil de montar y desmontar.



Así fue la construcción del primer apiario urbano en guadua en Bogotá.



**Pero a diferencia de la madera, cuya deforestación pone en peligro los bosques, la guadua es una gramínea,** lo que quiere decir que entre más se corte más nace; crece aproximadamente 20 centímetros por día y **tarda tan solo tres años en alcanzar su maduración.**

Adicionalmente, su flexibilidad permite que **las estructuras resistan de manera efectiva los movimientos telúricos.** Así, las edificaciones no colapsan completamente, como si lo haría una placa de concreto, y adicionalmente, su elasticidad posibilita que la estructura vuelva a su forma y posición natural.

## Así se convierte la guadua en un material de construcción

- 1
- 2
- 3
- 4

Luego de madurada la guadua, se corta en menguante y en la oscuridad de la madrugada. Esto, debido a que la fuerza gravitacional del planeta permite que el azúcar de la caña sea menor en esa fase lunar, al tiempo que los procesos fotosintéticos de la planta disminuyen el contenido de humedad de la guadua a esas horas, con el propósito que esta presente mayor resistencia y sea menos atractiva para los insectos.

Tras ser cortada, la guadua debe dejarse de 20 a 25 días en el guadual, para que el azúcar se convierta en vinagre o una especie de alcohol, y así, deje de ser apetecida por los insectos.

La guadua pasa a un proceso de inmunización, limpieza y corte. Adicionalmente se protege de la humedad, mediante el uso de lacas o aceites.

Finalmente, la guadua no debe estar en contacto con el suelo ni expuesta continuamente al sol. Para ello, se usan pedestales en la base, así como aleros, carpas o acrílicos que cubren la estructura.