

# LA GUADUA EN EL LAMINADO PEGADO ESTRUCTURAL

INVESTIGACIÓN, TRABAJO DE GRADO, ARQUITECTO, WALTER BARRETO [walterbarret@hotmail.com](mailto:walterbarret@hotmail.com)

“Evaluación de guadua laminada pegada aplicada a propuesta de reticulado plano”

Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Facultad de Artes, Escuela de arquitectura y urbanismo 2003



[Ampliar](#)

## RESUMEN

La investigación plantea la posibilidad de utilizar un material compuesto de tablillas de guadua angustifolia kunt, y un adhesivo de contacto base de policloropreno, en elementos estructurales de una propuesta de reticulado plano tipo pratt.

Para esto se plantea una metodología que consiste en primero una documentación a partir de la cual se actualiza un marco teórico sobre el tema, segundo una propuesta técnica de materiales, uniones, fabricación, construcción, estructura y aplicación, y tercero una evaluación del planteamiento (materiales uniones sistema), el proceso, el costo y la aplicación.

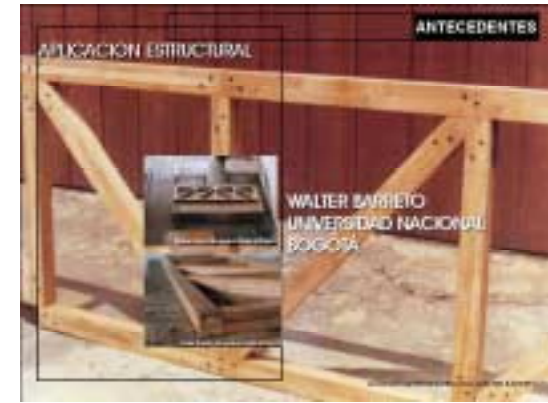
Mediante la aplicación de ésta metodología se consolida un marco teórico actualizado sobre el tema y la evaluación experimental de los componentes de la propuesta, con lo cual, se comprueba la factibilidad técnica del planteamiento inicial y se concluye con importantes aportes para el desarrollo de nuevas investigaciones.

## ABSTRACT

The investigation propose the possibility to use a composite material of guadua angustifolia kunt and a policloropreno adhesive in a structural elements of a plane reticulated.

For this, the investigation propose a methodology consisting in, first, a research in order to create a technical frame work about the theme, second a technique propose about the material, the joints, the structure and the application and finally, an evaluation of a technical propose, the procces and the cost.

The application of a methodology, permit a technical framework, the experimental evaluation of the proposed elements, showing the real technical possibility of the general propose, an conclude with a important contribution for next research process.



[Ampliar](#)

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación, busca hacer un acercamiento a las posibilidades estructurales de los laminados de bambú, aplicando la tecnología que se ha desarrollado para el laminado pegado de madera y de algunos bambúes y utilizando una especie nativa de Colombia como la *guadua angustifolia kunt*, para fabricar los elementos componentes de una estructura reticulada, que puede tener una aplicación en la resolución de proyectos arquitectónicos.

Para esto, se hace necesario una evaluación del sistema estructural, mirando en conjunto el material, la tecnología y el sistema evaluándolo desde el punto de vista constructivo y

estructural pero también , desde el punto de vista de la aplicación y del beneficio. Mediante la documentación acerca de los materiales y los procesos, es preciso, proponer un sistema y una aplicación, que se evalúan con los criterios ya señalados.

Del resultado de esta evaluación se pueden adoptar criterios que permiten avanzar en el desarrollo de la tecnología propuesta y del material, con miras a tener una herramienta de diseño que permita soluciones arquitectónicas creativas, y que den respuesta a una arquitectura con un lenguaje propio, atendiendo a las exigencias del mundo contemporáneo.



[Ampliar](#)

## ANTECEDENTES

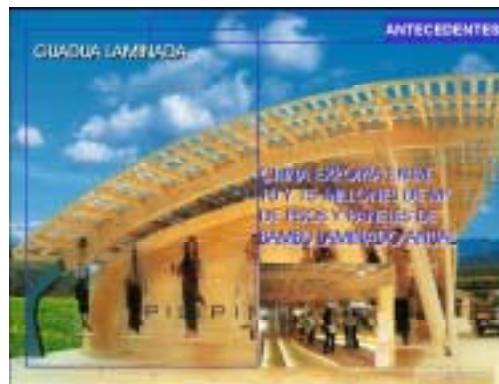
Los antecedentes del extenso tema que aborda ésta investigación pueden dividirse en generales, sobre el material, la tecnología y el sistema; específicos, sobre el laminado de bambú y guadua y su utilización en estructuras y el estado actual en el contexto internacional, latinoamericano y nacional.

### Antecedentes generales.

Como material el bambú siempre ha estado presente en la arquitectura popular de la cultura colombiana y de gran parte de Latinoamérica y Asia, encontrándose referencias milenarias de su uso. Recientemente ha crecido el auge de la arquitectura en este material en obras de reconocida importancia alrededor del mundo

Como tecnología constructiva el laminado pegado de madera, tiene una larga tradición en los países industrializados en donde comenzó a ser utilizada a principios del siglo XX, acrecentándose su uso hasta lograr la construcción en los últimos años de estructuras para cubiertas de hasta 250 m de longitud .

Como sistema estructural los reticulados han tenido un gran desarrollo desde finales del siglo XIX , se han utilizado con múltiples propósitos y con varios materiales entre ellos la madera, hasta lograr en la actualidad una amplia variedad tipológica y morfológica, así como la utilización de sistemas informáticos que agilizan y facilitan su cálculo.



[Ampliar](#)

### Antecedentes específicos.

La tecnología del laminado pegado utilizando bambú se ha usado desde hace varios años en la fabricación de artesanías, utensilios, baldosas para piso parquet, entre otros productos. Recientemente, el aumento de la demanda, adelantos en maquinaria, insumos y procesos han dado origen a una industria de productos laminados pegados utilizando bambú, para la fabricación de diferentes tipos de productos como molduras, perfiles para puertas, listones para pisos, tableros contra chapados y muebles. Esta industria se ha desarrollado especialmente en países asiáticos como Filipinas, China, India e Indonesia. Últimamente esta creciente industria ha llegado a países de Latinoamérica como Ecuador, Costa Rica y Colombia, en donde se ha utilizado *guadua angustifolia kunt* y la tecnología traída de países de Asia<sup>1</sup>.

El arquitecto colombiano Oscar Hidalgo publicó en 1975 resultados de ensayos de laboratorio realizados por H. E. Heck a elementos de guadua laminada pegada, efectuados en 1954, además fabricó probetas con guadua, que fueron ensayadas por Peter Koch en los Estados Unidos<sup>2</sup>; posteriormente en 1990 fabricó un prototipo de sillas con elementos de guadua laminada pegada y propuso vigas doble te fabricadas con tableros contra chapados de madera y guadua laminada pegada. En Alemania, el profesor Dieter Sengler realizó ensayos con elementos de mayor área de sección transversal, para cubrir grandes luces, eliminando los nudos y con tablillas de sección reducida.

<sup>1</sup> BURNEO Calisto, Marcelo. La industria de molduras, pisos y laminados de caña guadua y bambú en el Ecuador. I Seminario Bamboo 2001

<sup>2</sup> HIDALGO López Oscar, 1974 Bambú, su cultivo y aplicaciones en fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería, artesanía. Editorial Estudios técnicos colombianos Ltda Bogotá. 318 p.

En otros países como Filipinas e Indonesia, se han hecho experimentalmente bloques para vigas y columnas con laminado pegado de bambú. En Costa Rica el centro de investigación en vivienda y construcción (CIVCO) realizó investigaciones con paneles estructurales (playbambú) utilizando *guadua angustifolia kunt*<sup>3</sup>.

En Colombia según la investigación dirigida por la ingeniera Anacilia Arbelaez en 2001<sup>4</sup> la investigación sobre las posibilidades estructurales de los laminados en bambú, no ha sido muy explorada; allí se registran algunas aproximaciones hechas en la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, en donde se han desarrollado, investigaciones como trabajo de grado sobre elementos estructurales, como armaduras, (en 1981, armadas con tablillas de guadua)<sup>5</sup>, correas en celosías tridimensionales, (en 1982, utilizando también tablillas de guadua)<sup>6</sup> y paneles estructurales ensamblados con perfiles de aluminio (en 2000, los marcos y tableros, fueron hechos con tablillas de guadua)<sup>7</sup>.

<sup>3</sup> International Network for Bamboo and Rattan, Bamboo Panel Boards a State-of-the-Art Review 1999

<sup>4</sup> ARBELAEZ Arce, Anacilia. Evaluación de las investigaciones sobre el recurso guadua (*guadua angustifolia kunth*) realizadas en Colombia. Medellín, 2001. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Facultad de Ciencias agropecuarias.

<sup>5</sup> CARVAJAL CAMINOS, William Norberto; ORTEGON CRIOLLO, William Oswaldo y ROMERO ANTURY, Carlos Julio. Elementos estructurales en bambú. Bogotá, 1981. 91p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería.

<sup>6</sup> CARRASCO RODRÍGUEZ, José Isaac; JUNCO LÓPEZ, Jairo Roberto y QUIROGA PARRA, José Joaquín. Correas en celosía tridimensionales armadas en latas de Guadua de Castilla. Bogotá, 1982. 88p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería.

<sup>7</sup> DELGADO, Osorio Claudia Patricia, Paneles estructurales con laminas de guadua, 2000. Trabajo de grado (arquitectura). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Facultad de artes



[Ampliar](#)

## Estado actual.

A nivel internacional algunas marcas de productos laminados de bambú, son Playboo®, Wellmade®, Zhehiang Fustar®, Hanzhou Zen®, la mayoría multinacionales con plantas de producción y cultivos en China.

Las investigaciones más importantes a nivel internacional sobre materiales compuestos de bambú las realizan el instituto indio de investigación y entrenamiento de la industria del triplex (IPIRTI por sus siglas en inglés)<sup>8</sup> y el departamento de ingeniería civil de la Queen's University, en Kingston Ontario, Canada<sup>9</sup>.

En Latinoamérica, La empresa Forestal esmeraldeña (FORESA), es la primera empresa que en Ecuador, comenzó a fabricar listones para piso y enchapes con *guadua angustifolia kunt* laminada pegada y existen varios

<sup>8</sup> Zoolagud, S.S.; Rangaraju, T.S. 1993. Bamboo mat board manufacture. In Proceedings of National Workshop on Bamboo Mat Board, Bangalore, India, 12 febrero 1993. Indian Plywood Industries Research and Training Institute, Bangalore, India.

<sup>9</sup> DAGILIS, Trevor David Bamboo Composite Materials for Low-Cost Housing. Ph.D. Thesis, Department of civil, Engineering Queen's University, Kingston Canada 1999

proyectos de producción de empresas como Bambua y Panda Bambú que actualmente solo importan pisos de Asia<sup>10</sup>.

A nivel nacional, la empresa Multiservicios integrales agropecuarios (MIA) ha elevado el valor agregado de sus exportaciones de guadua, mejorando la maquinaria existente para producir volúmenes grandes de tablillas de guadua<sup>11</sup>. La fundación para el desarrollo del Quindío ha elaborado un proyecto para el montaje de una planta procesadora de guadua para pisos, paneles y molduras, que demuestra los beneficios de la industrialización de la guadua<sup>12</sup>.

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) regional Risaralda, adelanta estudios para procesar el culmo de la guadua y producir fibra, enchapes y laminados, también el SENA Bogotá, financia un proyecto gestionado por la empresa Gestión medio ambiente y tecnología (GEMATEC Ltda.), con el objeto de desarrollar un prototipo de maquinaria para procesar la guadua como sustituto de especies maderables tradicionales.

Paralela a la presente investigación se adelantan dos propuestas para el estudio de las posibilidades estructurales de los laminados en bambú, en Colombia, una, por parte de la agencia alemana para la cooperación y el desarrollo (GTZ Por sus siglas en alemán), con el apoyo de la Universidad Tecnológica de

<sup>10</sup> LONDOÑO PAVA, Ximena. 2001 La guadua un bambú importante de América. I Seminario Bamboo 2001 Guayaquil, Ecuador

<sup>11</sup> ARIAS YOUNG, Alvaro. 2001 Economía y rentabilidad de los cultivos de guadua. Simposio sobre usos y servicios de la guadua. Armenia, Colombia

<sup>12</sup> VELÁSQUEZ ECHEVERRI, Luis Fernando. 2001 Montaje de una planta procesadora de guadua para pisos, paneles y molduras. Fundación para el desarrollo del Quindío. Simposio sobre usos y servicios de la guadua. Armenia, Colombia

Pereira<sup>13</sup> y la otra por parte de la Universidad Nacional de Bogotá como trabajo de grado en Arquitectura aplicada a soluciones arquitectónicas tensegrities.



[Ampliar](#)

## BIBLIOGRAFÍA

GALVIS , Sánchez Tiberio, Estudio teórico practico de las deformaciones en cerchas de madera dependiendo del tipo de uniones entre elementos 1994 Bogotá Trabajo de grado Ingeniería civil Universidad Nacional de Colombia . Bogotá. Facultad de Ingeniería.

MAHECHA, Jorge; TAMASCO Leonardo. 1995, Diseño de herrajes para usar en uniones de madera con propósitos múltiples. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Trabajo de grado. Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería

OBREGÓN Caridad; KURI Phres, José Anuar. COHEN, Bissu Elías. 1986. Manual de sistemas de unión y ensamble de materiales. México Ed. Trillas 239 p.

OVALLE, Lizardo; VEGA, Mora, Jaime. Uniones con pegante para madera. 1993. Universidad Nacional de Colombia . Bogotá Trabajo de grado Ingeniería civil Facultad de Ingeniería.

ROSERO FERBES CORDERO, Lilliana Andrea. Estructuras laminares con maderas tropicales. 1998. Universidad Nacional de Colombia Bogotá Trabajo de grado Arquitectura

## ENLACES

[www.inbar.org.cn](http://www.inbar.org.cn): sitio web de la red internacional del bambú y el ratán, proporciona textos completos específicos sobre bambú y ratán además de enlaces con instituciones, proveedores y eventos.

[www.americanbamboo.org](http://www.americanbamboo.org) sitio web de la sociedad americana del bambú, importante fuente de bibliográfica y de enlaces.

[www.domegroup.com](http://www.domegroup.com): sitio web del grupo de fabricantes y estudiosos de sistemas geodésicos reticulados.

[www.ipirti.com](http://www.ipirti.com): sitio web del el instituto indio de investigación y entrenamiento de la industria del triplex (IPIRTI).

## CONTACTOS

Autor: **Arquitecto Walter Barreto**

Telefax: 3378721 Bogotá, Colombia

[walterbarret@hotmail.com](mailto:walterbarret@hotmail.com)

Director: **Arquitecto Gonzalo Patiño**

Conmutador : 316 5000 Ext 12201

Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Instituto de Tecnología, Edificio Sindú

<sup>13</sup> Stamm Jörg, Laminados de guadua Pereira 2002 Universidad tecnológica de Pereira G.T.Z. Seminario - Taller Avances en la investigación sobre Guadua. Universidad Tecnológica de Pereira



La Guadua en el laminado pegado estructural

**ANTECEDENTES**

**GUADUA LAMINADA**

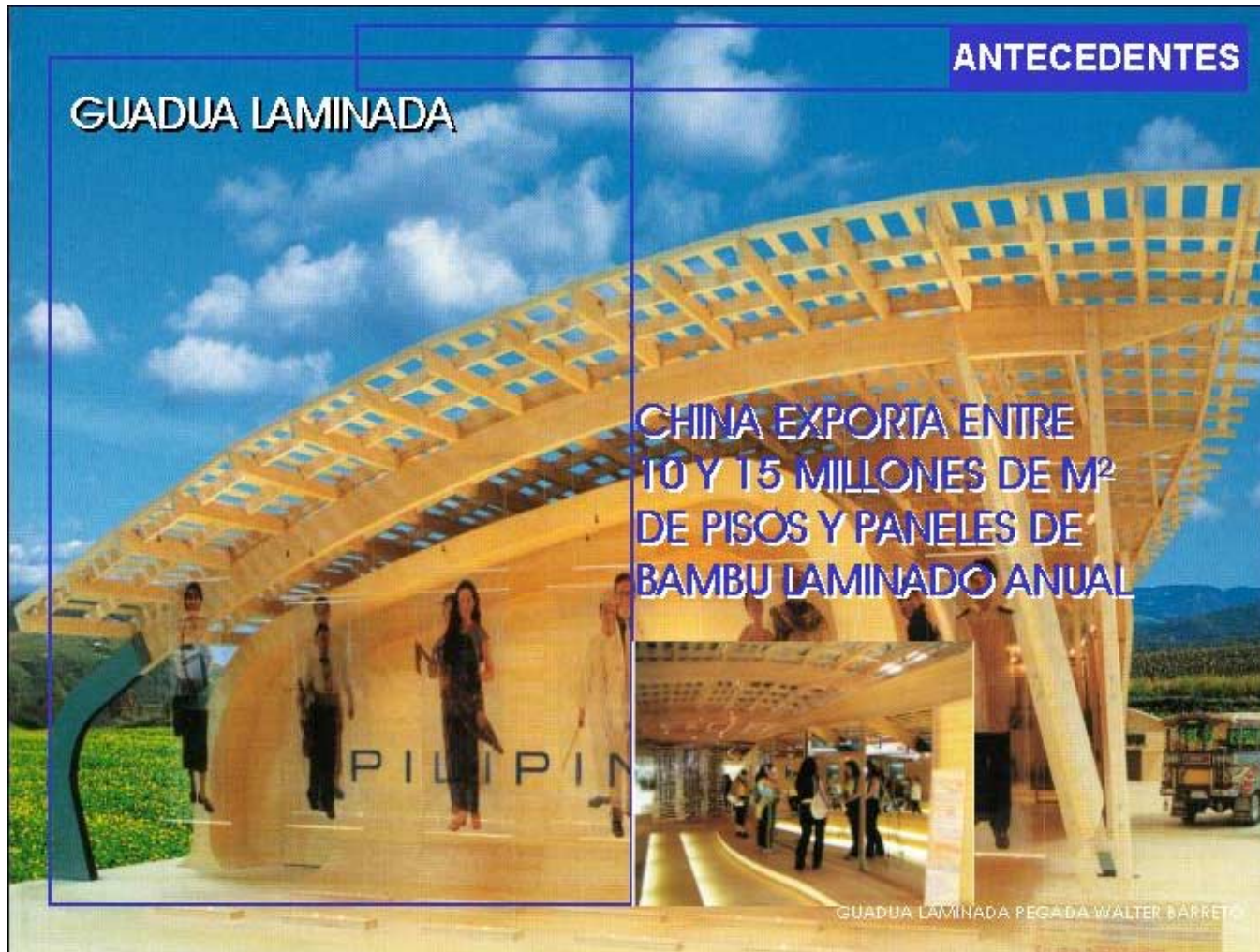


**H.E. HECK  
OSCAR HIDALGO  
DIETER SENGLER  
U.N. BOGOTA**

GUADUA LAMINADA PEGADA WALTER BARRETO

Antecedentes específicos de guadua laminada pegada

[Volver](#)



Antecedentes de bambú laminado no estructural

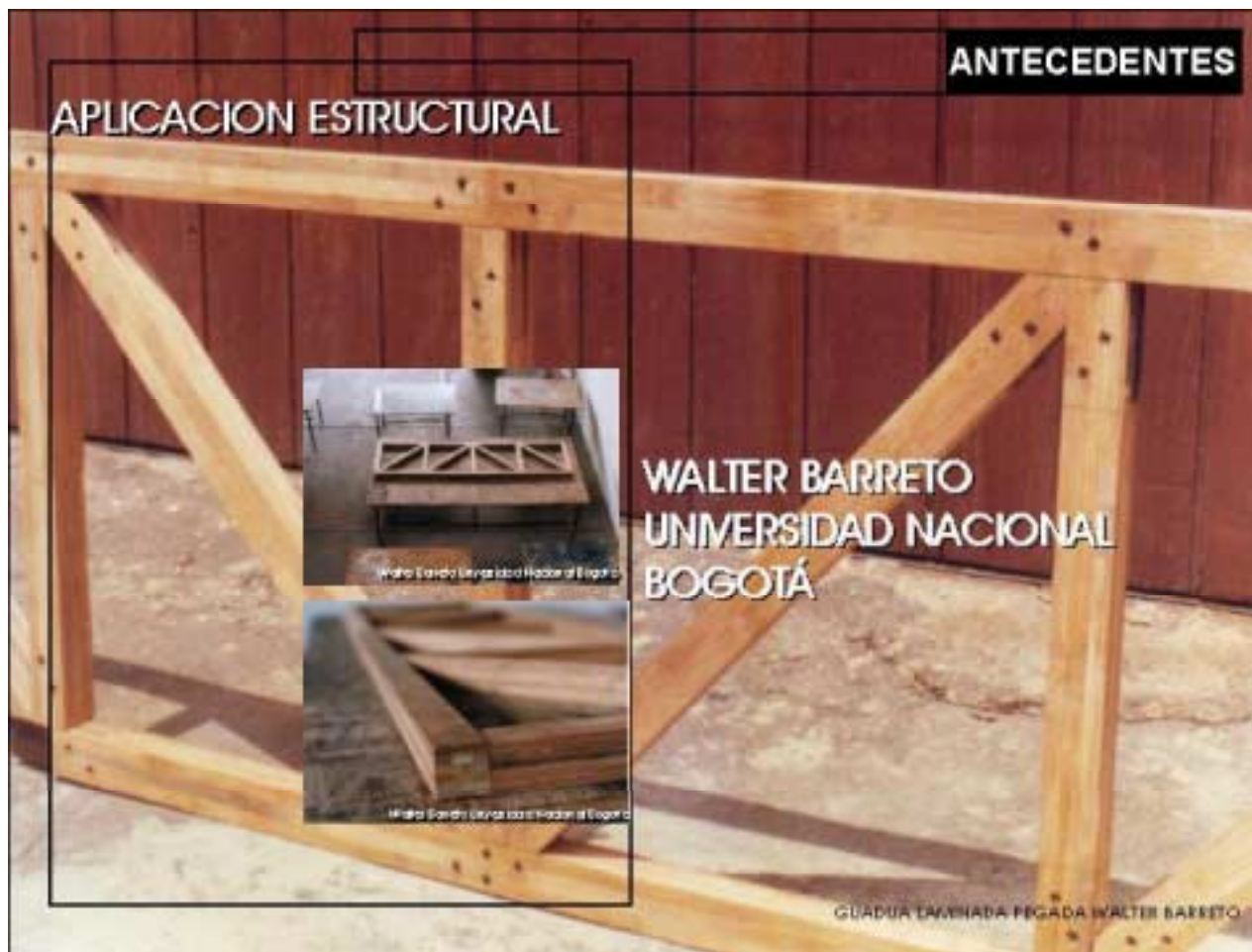


Aplicación no estructural de guadua laminada pegada

[Volver](#)



Antecedentes de guadua laminada pegada aplicada a estructuras



Aplicación en sistema reticulado plano tipo pratt