

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año **1. Datos generales del Proyecto**

Codigo del Proyecto	3167
Titulo del Proyecto	Desarrollo de vivienda de interés social con base en un sistema modular prefabricado de culmos de Guadua angustifolia
Facultad o Instituto	Facultad de Artes Integradas
Departamento o Escuela	Departamento de Tecnología - Escuela de Arquitectura
Grupo (s) de Investigacion	AMSESTRA, BIOMECANICA, G7
Entidades	
Palabras Claves	Modulación, prefabricación, guadua, bambú, sostenibilidad, vivienda social, ecomateriales

Investigadores	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Hector Fabio Silva Florez	220 h/sem	220 h/sem
Coinvestigadores	Jose Jaime Garcia	198 h/sem	198 h/sem
	Peter Thomson	22 h/sem	22 h/sem
Asistente de Investigacion	Laura Villegas Villegas		
Semilleros de Investigacion	Dennis Paz Muñoz (201328277)		
	Jorge Jimenez Dominguez (201241404)		
	Jesus Muñoz Zambrano (201222603)		
Estudiantes de Pregrado	Carolina Benitez Giraldo (201125466)		
	Mauricio Marulanda (201323512)		

2. Resumen ejecutivo

Los alarmantes datos relacionados con el calentamiento global, el cual está asociado con altos consumos de energía por los procesos de construcción y transformación de materiales de construcción tradicionales como el concreto y el acero, han motivado la búsqueda de materiales sustentables, teniendo como protagonista especial a un vegetal de rápido crecimiento llamado Guadua.

La *Guadua angustifolia* es una planta endémica de Colombia, Ecuador y Venezuela. Los guaduales sirven para mejorar los suelos, reducir la erosión y regular las aguas. Además, la energía invertida para utilizar la Guadua en construcción es significativamente menor que la requerida para producir materiales estructurales como el acero y el concreto. Se estima además que un aumento del uso de la Guadua en construcción tendería a reducir la tala de bosques, apreciaría el material y crearía incentivos para que los agricultores aumenten el área de los guaduales.

La Guadua es un material reforzado con fibras longitudinales que es susceptible a fisuras longitudinales, en particular si se realizan agujeros pasantes en el material, tal como se hace en las conexiones tradicionales. Un factor que eleva los costos para construir con Guadua es el alto índice de intervención manual, en particular para la construcción de las uniones. Este proceso es dispendioso por la forma cilíndrica hueca de los culmos y las irregularidades geométricas que impiden la utilización de uniones normalizadas eficientes, como las usadas para conectar elementos sólidos de madera.

Para promover el uso de Guadua en construcción, este proyecto tuvo como objetivo general desarrollar un sistema constructivo modular prefabricado para vivienda social. En desarrollo del proyecto se realizaron actividades teóricas y experimentales, y de investigación básica y aplicada, tal como se describe a continuación.

Para complementar la información existente sobre el comportamiento mecánico del material se realizaron pruebas de compresión diametral para determinar la variación del módulo elástico

circunferencial con la posición radial. Además, se diseñaron dos pruebas con partes de anillos para determinar la resistencia a tensión circunferencial en las partes internas y externas de la pared. Esta información es importante para predecir la falla de uniones con modelos teóricos. Paralelamente se realizó el diseño arquitectónico de dos modelos típicos de vivienda de uno y dos pisos con un sistema modular. Con base en este diseño se definieron las características geométricas de los módulos, así como las cargas a que están sometidos considerando las especificaciones de la norma de construcción colombiana. Paso siguiente fue el diseño detallado de cada módulo, actividad en la cual jugaron un papel muy importante las uniones. Un elemento innovador fue el uso de anillos metálicos flexibles para conectar los culmos. A diferencia de conectores tradicionales que usan pernos atravesados en los culmos e inyección de mortero, el uso de anillos facilita los procesos constructivos, permite la implementación de procesos prefabricados y baja costos. Desde el punto de vista mecánico, el uso de anillos evita las concentraciones de esfuerzos que producen los agujeros y genera modos de falla dúctiles. Como resultado final del proyecto se propuso el sistema modular, cuyos componentes se describen de forma detallada en la presente investigación. Varios elementos de este sistema, como las vigas que componen el entrepiso fueron validadas teórica y experimentalmente de acuerdo con las normas del código de construcción colombiano.

La investigación permitió demostrar que es posible desarrollar vivienda de interés social con base en módulos prefabricados de Guadua, de buen desempeño mecánico y un costo razonable, con base en uniones con conectores de acero y cortes rectos en los culmos. Adicionalmente se demuestra que es posible construir proyectos de vivienda con guadua, con excelentes características arquitectónicas y estructurales y un bajo costo, mediante la utilización del sistema de prefabricación.

Abstract

The alarming data about global warming, which is associated with the high energy needed to produce traditional construction materials such as steel and concrete, have motivated the research about non-conventional materials, being one of them Guadua, which is a species of bamboo of rapid growth.

Guadua angustifolia is an endemic plant of Colombia, Ecuador and Venezuela. *Guadua* plantations help to improve the soil, to control erosion and to regulate the water cycles. In addition, the energy required to use *Guadua* in construction is substantially lower than that needed to produce concrete and steel. It is anticipated that an increased use of *Guadua* in construction will reduce the devastation of wood forests, and it would appreciate the material, thus generating economic incentives for the farmers to increase the area of plantations.

Guadua is a composite material axially reinforced with fibers that is prone to develop longitudinal fissures, particularly if there are through holes such as those used in the traditional connections. One factor that raises the cost to build with *Guadua* is the high labor intervention, particularly to construct the connections. This process is tedious due to the tubular shape of the culms and the geometrical irregularities of this natural material. This avoids using normalized connections such as those validated for solid timber elements.

Therefore, to promote the use of *Guadua* in construction, the general aim of this project was to develop a modular constructive system, oriented to low cost housing. Experimental and theoretical activities were performed, as well as basic and applied research, such as explained below.

Compression tests of rings were performed to determine the variation of the circumferential elastic modulus along the wall thickness. In addition, two experimental set-ups were designed to determine the circumferential tensile strength on the inner and outer positions of the wall thickness. This information is important to predict failure using theoretical models.

Next, an architectural design was proposed for two models of modular houses of one and two stories. This design was used to define the geometrical characteristics of each module as well as the loading cases according to the Colombian construction norm. The following step was to produce a detailed design of each module taking special attention to the mechanical connectors. One innovation was to use flexible steel clamps for the joints. Different to traditional connectors composed of through bolts and mortar injection, the steel clamps reduce costs, facilitate the

construction process, and it is amenable to prefabrication. From the mechanical point-of-view, the steel clamps avoid stress concentrations and generate ductile failure modes. One result of this project is a document describing in detail a modular system. Various modules, such as that composed culm-slat beams supporting the floor, were experimentally and theoretically validated according the Colombian norm.

This project showed that it is possible to build low-cost houses with prefabricated modules of Guadua, having a competitive cost and a good mechanical behavior using flexible steel clamps and straight cuts in the culms. Additionally, it is demonstrated that it is possible to develop low-cost housing with Guadua, with excellent architectural and structural behavior under a reasonable cost using prefabricated modules.

3. Síntesis del proyecto

La arquitectura juega un papel importante en la sostenibilidad ambiental, toda vez que el crecimiento de la población demanda un aumento de la actividad constructiva. Actualmente, la construcción consume más del 40% de la energía del planeta y genera más del 30% de los gases de efecto invernadero, por lo cual la responsabilidad de la arquitectura en el desempeño climático del planeta es substancial. (PNUMA, 2012)

Aproximadamente el 50% de los recursos renovables de la tierra son utilizados en los procesos de construcción haciendo de esta una de las actividades menos sostenibles (E.I.A. 2012). Asociadas con el alto consumo de energía, las emisiones de CO₂ causadas en la producción del cemento y productos cerámicos son significativamente altas comparadas con las asociadas con el uso de la madera y el bambú. Un mayor uso en construcción de un material renovable como la Guadua tendería a apreciar el material y crearía incentivos para que los agricultores hagan un mejor mantenimiento de los guaduales y aumenten las áreas de cultivo, con los consecuentes beneficios ambientales para así mitigar y enfrentar de mejor manera el cambio climático.

La Guadua es una especie de bambú endémica del norte de Suramérica. El bambú requiere muy poca energía para su transformación y sus plantaciones capturan CO₂ y producen oxígeno

(Yiping, 2010). Debido a que es una planta de rápido crecimiento, el uso controlado de la Guadua no representa un peligro para la naturaleza y ayuda a preservar los bosques naturales de maderas. Las plantaciones de guadua generan un microclima especial, capturan CO₂ de la atmósfera, crecen rápidamente y poseen una alta capacidad para mejorar los suelos y regular las aguas (Giraldo, 2008). Por estos motivos, el bambú en general se convierte en un material sustentable muy favorable para contribuir a la solución del déficit de vivienda en el mundo (Ghavami, 1998; Ghavami, 1992; De Flander & Rovers, 2009).

Un factor que eleva los costos para construir con Guadua es la cantidad de mano de obra ya que el material presenta muchas irregularidades geométricas. Este factor es aún más crítico en la construcción de las uniones. El proceso es dispendioso por la forma cilíndrica hueca de los culmos aunada a las irregularidades geométricas que impiden la utilización de uniones normalizadas eficientes, como las usadas para unir elementos sólidos de madera. Las uniones generalmente usadas utilizan cortes curvos que se adaptan a la geometría de cada culmo, tornillos pasantes e inyección de mortero. Estas uniones no se prestan para el desarrollo de prefabricados y las fallas mecánicas que se generan suelen ser frágiles.

Una alternativa para hacer más eficiente el uso de la Guadua consiste en el desarrollo de módulos prefabricados que sean ensamblados fácilmente en una fábrica. Con base en estos módulos se pueden realizar diseños ya sea para proyectos de vivienda u otras aplicaciones como puentes. Elementos esenciales para el buen comportamiento de los módulos prefabricados son las uniones, pues deben poderse construir fácilmente y deben ser confiables estructuralmente. Trabajos anteriores (Orozco, Villegas, García, 2014) han mostrado que es posible mejorar la eficiencia de juntas de Guadua mediante la aplicación de una pre-compresión en la dirección del espesor o radial. Esta idea se implementó en este proyecto para unir culmos mediante el uso de abrazaderas metálicas delgadas.

El objetivo principal de este proyecto fue desarrollar un sistema constructivo modular prefabricado con culmos de Guadua *Angustifolia* para vivienda de interés social, incorporando como objetivos específicos los siguientes: 1). Diseñar arquitectónicamente un modelo de vivienda de interés

social con base en un sistema modular prefabricado de culmos de Guadua. 2). Desarrollar un sistema de unión para los elementos del módulo que involucre procesos racionales de ejecución y garantice la rigidez y resistencia necesarias. 3). Determinar el comportamiento estructural, los procesos de fabricación y los costos del módulo.

Desde el punto de vista metodológico este proyecto tuvo componentes teóricas y experimentales y se realizó investigación básica y aplicada. Además, participaron estudiantes de pregrado, maestría y doctorado tanto de ingeniería como arquitectura. Primero se desarrolló el diseño arquitectónico de dos viviendas de interés social de uno y dos pisos, con base en el cual se definieron las dimensiones de los módulos y las solicitaciones a que iban a estar sometidos de acuerdo con los requerimientos de la norma colombiana de construcción.

Como la Guadua es un material natural reforzado con fibras de celulosa inmersas en una matriz de lignina, su comportamiento mecánico es anisótropo y heterogéneo. Debido a esto, se suelen presentar fallas en las conexiones estructurales, particularmente en los planos de las fibras con la formación de fisuras longitudinales por esfuerzos circunferenciales y cortantes. Por tanto, una parte de la investigación básica asociada con el proyecto estuvo encaminada a determinar la variación del módulo circunferencial con la posición radial. Para ello se realizaron experimentos de anillos con medición de deformaciones a través de la correlación de imágenes digitales (Digital Image Correlation, DIC). Complementariamente, se diseñaron dos experimentos tendientes a determinar la resistencia circunferencial en las partes internas y externas de la pared del culmo. Además, se propuso una prueba de latas de bambú que permite obtener el módulo de elasticidad y el de cortante. Producto de estas actividades se publicaron dos artículos en revistas internacionales.

Posteriormente, se complementó la búsqueda bibliográfica sobre uniones usadas para el bambú y se realizó un análisis cualitativo de sus ventajas y desventajas con el fin de definir los diseños que se adaptaran al sistema modular. Estas alternativas se complementaron con otras definidas en este proyecto, con base en las cuales se escogieron las conexiones del sistema. Para unir los culmos se optó por utilizar abrazaderas metálicas delgadas, las cuales se pueden producir en

juegos para adaptarse a la variabilidad geométrica de los culmos, venciendo así uno de los desafíos para unir culmos de bambú (Figura 2). Además, estas abrazaderas se pueden instalar de una forma relativamente rápida, generan formas de falla dúctiles, se pueden implementar en proceso de prefabricación y no requieren de cortes curvos. Otro elemento innovador del proyecto fue el uso estructural de latas de guadua. Estas latas son listones longitudinales que se cortan de los culmos. Con el uso estructural de las latas se aprovecha mejor el material, ya que muchos culmos no se pueden utilizar porque no cumplen las restricciones geométricas impuestas por el código de construcción colombiano, como el grado de rectitud o la conicidad. Para conectar estas latas se utilizó una unión desarrollada previamente por el grupo mediante la aplicación de compresión en la dirección de la pared del culmo a través de pequeñas platinas curvas (Figura 2).

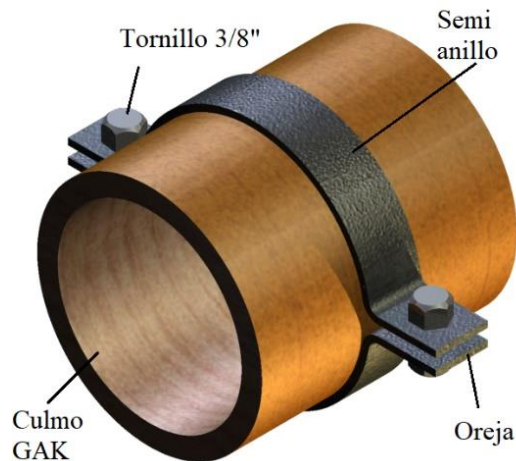


Figura 1. Anillos flexibles usados para conectar culmos. El anillo se ajusta alrededor del culmo y genera una presión externa que contrarresta la formación y propagación de fisuras

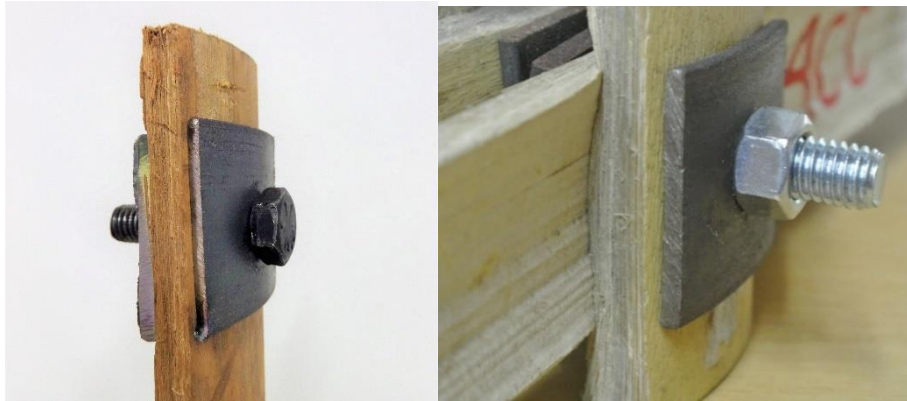


Figura 2. Unión usada para conectar latas mediante la aplicación de compresión en la dirección del espesor y uso de platinas curvas de confinamiento

El comportamiento mecánico de los diseños propuestos se analizó teóricamente con modelos de elementos finitos, cuyos resultados sirvieron para evaluar preliminarmente las alternativas propuestas. Con base en un diseño experimental, se construyeron y probaron los prototipos de uniones, los cuales sirvieron de base para establecer la conformación del módulo a desarrollar. En un paso siguiente se estableció el comportamiento mecánico de algunos módulos del sistema con base en pruebas de carga vertical y horizontal cíclica cuasi-estática.

En una fase posterior al presente proyecto se debería construir a escala real una vivienda con el uso de los módulos prefabricados con el fin de evidenciar en el campo la eficiencia del proceso constructivo y por consiguiente su representación en el valor final de la construcción. Como principal resultado del desarrollo de la presente investigación se obtiene inicialmente un módulo bidimensional, el cual incluye los análisis y estudios de las uniones de abrazaderas metálicas y adicionalmente incluye los estudios relacionados con el uso de latas de *Guadua Angustifolia*.

Dicho módulo bidimensional prefabricado (Figura 3) genera un módulo espacial, el cual permite a su vez la organización efectiva de los espacios que desarrollan la vivienda. La presente

investigación provee algunas opciones relacionadas con la disposición de los espacios de las viviendas.

El desarrollo de este sistema permite identificar incidencias significativas en torno al uso eficiente del material y del recurso humano y a la racionalidad del proceso constructivo, lo cual redundará finalmente en una vivienda digna, técnicamente adecuada y sostenible.



Figura 3. Prototipo de módulo de pared con diagonales de latas de guadua (izquierda) y prototipo de módulo con uniones de momento (derecha)

Como principales conclusiones se puede destacar que la guadua es un recurso estructural y constructivo de origen vegetal que resulta una opción válida para resolver el déficit de vivienda en nuestro país. Adicionalmente se debe entender que su origen natural en nada disminuye las posibilidades de vincularlo a procesos de semi-industrialización, como la modulación o la prefabricación.

También es importante añadir que los diseños adoptados no requieren cortes tipo boca de pescado, sólo cortes rectos, lo cual disminuye de manera drástica la incidencia de la mano de

obra en el costo total de las estructuras. Vale resaltar que el uso de la lata de guadua permite dar uso y aplicación a un sub producto de la guadua que más bien podría entenderse como un desperdicio, pero que en la presente investigación tiene un protagonismo importante.

Se debe de reconocer también que el modulo bidimensional en mención además de tener como importante cualidad el bajo peso, también incluye precios competitivos con módulos semejantes con tecnologías tradicionales y se circunscribe dentro de lo estipulado por el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes.

Además del aporte técnico de esta propuesta, la investigación presente enriquece las alternativas para desarrollar vivienda de buena calidad y buen desempeño mecánico, de tal manera que se puedan vencer los prejuicios que generalmente asocian a este material con construcciones temporales de mala calidad que se encuentran en invasiones o tugurios. Con la adopción de sistemas modulares y prefabricación con culmos de Guadua será posible mejorar los niveles de calidad, incentivar la utilización del material y superar el déficit de vivienda con una alternativa sostenible.

4. Impactos actual o potencial

Se fortalecieron los grupos de investigación con la generación de publicaciones en revistas y presentación de trabajos en eventos nacionales e internacionales. Además, se desarrolló una línea de investigación interdisciplinaria que va a generar el planteamiento de otras investigaciones.

Se fortalecieron los programas a través de la formación de estudiantes y la realización de proyectos de grado y tesis de estudiantes de pregrado y posgrado. Igualmente, se capacitaron los estudiantes de semilleros de investigación.

Se diseñó y validó un sistema de vigas compuesta culmo-latas de guadua que puede ser usado en diferentes aplicaciones de la construcción, como por ejemplo soporte de entresijos o cubiertas. Este sistema es susceptible de ser transferido al sector de la construcción. Se desarrolló además una unión entre culmos de Guadua que tiene la capacidad de transmitir momento. Esta unión permite usar algunos módulos sin diagonales, lo cual aporta una mayor versatilidad al sistema.

También vale la pena indicar que el aumento de propuestas de uso de la guadua en construcción permitirá generar un valor agregado al proceso de aprovechamiento del material, lo que podría aumentar los ingresos del campesino cultivador de este vegetal.

Otro impacto positivo es la propuesta de una solución de vivienda amigable con el medio ambiente y estructuralmente confiable. Todo lo anterior, permitirá a mediano plazo que los conocimientos derivados de esta investigación se reviertan en un mayor aprovechamiento de la guadua para uso estructural, permitiendo así que se disminuya el impacto sobre el bosque natural maderable.

5. Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el Acta de Trabajo y Compromiso y productos finalmente presentados**

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
Productos de nuevos conocimientos								
Artículo en revista ISI-SCOPUS:	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Artículo completo publicado en revistas indexadas	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C
		2			1	1		
Manual de construcción del sistema modular					1			
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial					2			

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis
Estudiantes de pregrado	1	1	2	1
Semillero de Investigación	1	1	3	2
Estudiantes de maestría	1	1	1	1
Estudiantes de doctorado	1		1	
Joven investigador				

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	1	1	6	1

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS	No. de PRODUCTOS PRESENTADOS
Propuesta de investigación		
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.	1	

Tabla No. 2. Detalle de productos

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a este formato encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos

Artículos

Tipo de Producto	Articulo 1
Nombre General	Construction and Building Materials, pp. 574-584, 2017
Nombre Particular	Edge bearing tests to assess the influence of radial gradation on the transverse behavior of bamboo
Ciudad y Fechas	Cali, Colombia, 2017
Participantes	R. Moran, K. Weeb, K. Harries, J. García
Sitio de Informacion	Biblioteca Central Univalle
Formas Organizativas	Grupo Biomecanica

Tipo de Producto	Articulo 2
Nombre General	Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings, vol. 170, pp. 303-310, 2017
Nombre Particular	A new method to measure the axial and shear moduli of bamboo
Ciudad y Fechas	Cali, Colombia, 2017
Participantes	R. Morán, G. Khosrow, J. García
Sitio de Informacion	Biblioteca Central Univalle
Formas Organizativas	Grupo Biomecanica

Ponencias Nacionales

Tipo de Producto	Ponencia Nacional 1
Nombre General	6 th Amazon & Pacific Green Materials Congress and Sustainable Construction Materials LAT-RILEM Conference
Nombre Particular	Joining with clamps for the development of modular systems with bamboo (guadua) angustifolia culms
Ciudad y Fechas	Cali, Colombia, Abril, 2016
Participantes	J. Garcia, H. Silva
Sitio de Informacion	N.A.
Formas Organizativas	Grupos Biomecanica

Tipo de Producto	Ponencia Nacional 2
Nombre General	VI Simposio Internacional del Bambú y la Guadua
Nombre Particular	Cerchas de latas de Guadua Angustifolia para soporte de cubiertas
Ciudad y Fechas	Bogotá, Colombia, 2016
Participantes	Villegas, L. Morán, R. Silva, H. Garcia, J.
Sitio de Informacion	N.A.
Formas Organizativas	Grupo Biomecanica

Tipo de Producto	Ponencia Nacional 3
Nombre General	Tercer Congreso Internacional Sobre Tecnologías Avanzadas de Mecatrónica, Diseño y Manufactura, AMDM
Nombre Particular	Desing of steel connector for structural bamboo members
Ciudad y Fechas	Universidad del Valle, Cali, 2016
Participantes	R. Morán, C. Benitez, H. Silva, J. García
Sitio de Informacion	https://www.researchgate.net/publication/308929921_Design_of_steel_connectors_for_structural_bamboo_members .
Formas Organizativas	Grupo Biomecanica

Tipo de Producto	Ponencia Nacional 4
Nombre General	II Simposio Internacional de Mecatronica, Unimar 2018
Nombre Particular	Desarrollo de un sistema de construcción prefabricado basado en Guadua
Ciudad y Fechas	Pasto, 13 de abril de 2018
Participantes	R. Morán
Sitio de Informacion	N.A.
Formas Organizativas	Grupo Biomecanica

Tipo de Producto	Ponencia Nacional 5
Nombre General	IV Simposio de Investigación Aplicada a la Ingeniería de Procesos
Nombre Particular	Uniones basadas en semi-anillos de acero para elementos estructurales de Guadua
Ciudad y Fechas	Universidad Mariana, Pasto 2017
Participantes	R. Morán
Sitio de Informacion	N.A.
Formas Organizativas	Grupo Biomecanica

Tipo de Producto	Ponencia Nacional 6
Nombre General	VI Simposio Internacional del Bambú y la Guadua
Nombre Particular	Conexiones resistentes a momento para culmos de Guadua angustifolia
Ciudad y Fechas	Bogotá, Colombia, 2016
Participantes	R. Morán, J. Muñoz, H. Silva, J. García
Sitio de Informacion	N.A.
Formas Organizativas	Grupos Biomecanica

Ponencias Internacionales

Tipo de Producto	Ponencia Internacional 1
Nombre General	Bamboo in the Urban Environment Symposium
Nombre Particular	Connections for Guadua angustifolia structures taking advantage of the ductile behavior under compression along the transverse axes
Ciudad y Fechas	Pittsburgh, 5 de mayo de 2016
Participantes	J. J. García, C. Benítez, L. Villegas, R. Morán
Sitio de Informacion	https://www.engineering.pitt.edu/2016Bamboo/
Formas Organizativas	Grupo de Biomecanica

Tesis de Grado

Tipo de Producto	Tesis de Pregrado Finalizada
Nombre General	
Nombre Particular	Comportamiento mecánico de culmos de guadua angustifolia ajustados con abrazaderas metálicas
Ciudad y Fechas	Universidad del Valle, Cali, Colombia, 2016
Participantes	Benítez, Carolina.
Sitio de Informacion	Biblioteca Central Univalle
Formas Organizativas	Grupos Biomecanica, G7 y Amsestra

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

Tipo de Producto	Tesis de Pregrado Finalizada
Nombre General	
Nombre Particular	Diseño y caracterización mecánica de una conexión entre culmos ortogonales de guadua
Ciudad y Fechas	Universidad del Valle, Cali, Colombia, 2017
Participantes	Muñoz, Jesus.
Sitio de Informacion	Biblioteca Central Univalle
Formas Organizativas	Grupos Biomecanica, G7 y Amsestra

Tipo de Producto	Tesis de Pregrado Finalizada
Nombre General	
Nombre Particular	Sistema Modular con Fibras Vegetales para la Construcción de Vivienda de Interés Social Rural
Ciudad y Fechas	Universidad del Valle, Cali, Colombia, 2018
Participantes	Paz,Dennis. Jimenez, Jorge. Vivas, Enrique
Sitio de Informacion	Biblioteca Central Univalle
Formas Organizativas	Grupos Biomecanica, G7 y Amsestra

Tipo de Producto	Tesis de Maestria en proceso de Sustentacion
Nombre General	
Nombre Particular	Propuesta de proceso constructivo de un sistema modular prefabricado de guadua angustifolia para vivienda
Ciudad y Fechas	Universidad del Valle, Cali, Colombia.
Participantes	Villegas, Laura.
Sitio de Informacion	Biblioteca Cental Univalle
Formas Organizativas	Grupos Biomecanica, G7 y Amsestra

Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones



ANEXOS

Artículo 1

Construction and Building Materials 131 (2017) 574–584



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Construction and Building Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/conbuildmat



Edge bearing tests to assess the influence of radial gradation on the transverse behavior of bamboo

Richard Moran^a, Kelly Webb^b, Kent Harries^c, José Jaime García^{a,*}

^a Escuela de Ingeniería Civil y Geomática, Universidad del Valle, Cali, Colombia
^b Department of Civil Engineering, Architecture and Building, Coventry University, United Kingdom
^c Department of Civil and Environmental Engineering, University of Pittsburgh, United States

 CrossMark

HIGHLIGHTS

- Edge bearing tests, DIC, and finite element simulations to characterize bamboo circumferential behavior.
- Three circumferential modulus distributions were proposed for three bamboo species.
- Circumferential failure stresses and strains were determined.
- Typical and atypical failures are described in standard edge bearing test.

ARTICLE INFO

Article history:
 Received 31 May 2016
 Received in revised form 15 November 2016
 Accepted 22 November 2016

Keywords:
 Bamboo
 Digital image correlation
 Finite element method
 Circumferential elastic modulus
 Functional graded material

ABSTRACT

Bamboo is a sustainable material with high potential for structural applications. The aim of this study was to use edge bearing tests, digital image correlation analysis, and finite element simulations to research about the distribution of the circumferential elastic modulus through the wall and the associated failure strain and stress. Studied bamboo species were *Phyllostachys edulis* (Moso), *Bambusa stenostachya* (Tre Gai) and *Guadua angustifolia* (Guadua). Using the edge bearing tests, the effective circumferential moduli under compression were similar to those obtained under tension. Mean effective moduli were 1358.5 MPa, 662 MPa, and 862 MPa for bamboo Moso, Tre Gai, and Guadua, respectively. Linear, exponential and parabolic functions that were proposed to represent the circumferential modulus provided a relatively good fitting of the experimental results. Due to the radial gradation, the circumferential moduli at the outer position were 2.3, 1.9, and 2.6 higher than those at the inner location for Moso, Tre Gai, and Guadua, respectively. Mean circumferential failure strains and stresses in the inner culm surface were: 6693 $\mu\epsilon$ and 7.6 MPa; 13137 $\mu\epsilon$ and 12.1 MPa; and 5948 $\mu\epsilon$ and 3.7 MPa for Moso, Tre Gai and Guadua respectively.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

Bamboo is a variety of giant grass widely available in tropical zones around the world [1]. Bamboo has shown great potential as a sustainable material, due to its fast growth and maturation, and its capacity to sequester CO₂ and regulate water cycles [2,3]. Furthermore, bamboo has excellent potential as a structural material because of his tubular shape and the fact that its axial strength is similar to that of low carbon steel [4,5].

Bamboo culms consist of hollow cylindrical internodes reinforced with transverse diaphragms dispersed along their length. The internodes behave mechanically as a hollow cylinder reinforced with axially oriented cellulose fibers embedded in a weak matrix of lignin [5]. Thus, mechanical properties are highly anisotropic, with large strength and stiffness in the axial direction and poor properties in the transverse directions [6,7]. In addition, bamboo is a heterogeneous material as the fiber density increases from the inner to the outer wall faces of the internode cross-section. For this reason, bamboo is often referred to as a functionally graded material [8,9].

Despite its attributes, the use of bamboo in construction remains limited primarily to 'non-engineered' or vernacular structural forms. This is due in part to the considerable dimensional and mechanical property variation among culms and even along the

* Corresponding author.
 E-mail addresses: richard.moran@correounivalle.edu.co (R. Moran), webbk6@uni.coventry.ac.uk (K. Webb), kharrises@pitt.edu (K. Harries), josejgar@gmail.com (J.J. García).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.11.106>
 0950-0618/© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Artículo 2

Structures and Buildings
Volume 170 Issue SB4

A new method to measure the axial and shear moduli of bamboo
Moran, Ghavami and García

ice | proceedings

Proceedings of the Institution of Civil Engineers
Structures and Buildings 170 April 2017 Issue SB4
Pages 303–310 <http://dx.doi.org/10.1680/jstbu.16.00045>

Paper 1600045
Received 11/03/2016 Accepted 18/01/2017
Published online 27/02/2017

Keywords: computational mechanics/field testing & monitoring/
strength & testing of materials
ICE Publishing: All rights reserved



ice
Institution of Civil Engineers

publishing

A new method to measure the axial and shear moduli of bamboo

Richard Moran MSc
PhD student, Escuela de Ingeniería Civil y Geomática, Universidad del Valle, Cali, Colombia

Khosrow Ghavami MSc, PhD
Emeritus Professor, Department of Civil Engineering, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro, Brazil

José J. García MSc, PhD
Professor, Escuela de Ingeniería Civil y Geomática, Universidad del Valle, Cali, Colombia (corresponding author: josejgar@gmail.com)





Guadua angustifolia is a species of bamboo exhibiting excellent mechanical properties in the axial direction, which have been extensively investigated. Few studies have measured other anisotropic constants, which are necessary for reliable theoretical analyses. A simple new protocol is proposed to determine the circumferential–axial shear modulus and axial Young’s modulus of this bamboo species by loading slats under torsion and bending. Different theoretical formulations were considered to correlate with the experimental data. The circumferential–axial shear modulus was determined using a torsion formula of strength of materials and an orthotropic finite-element model. The axial Young’s modulus obtained using the strength of materials formula was higher than those determined using finite-element orthotropic, isotropic and functionally graded models. The shear and axial moduli obtained with the strength of materials formulae provided relatively good estimates of beam deflections. This protocol can be applied to assess the mechanical properties of other species of bamboo and wood used in structural engineering practice.

Notation

E_3	longitudinal Young’s modulus
G_{33}	circumferential–axial shear modulus
K_T	torsion stiffness, measured as torque over torsion angle
k_a	stiffness under bending
k_b	stiffness under bending and torsion
k_c	stiffness under torsion, measured as force over displacement
L	slat free length
P	applied load
r	radial coordinate measured from centre of culm
r_i	inner radius of culm
t	slat thickness
w	slat width
δ_a	displacement for load case ‘a’
δ_b	displacement for load case ‘b’
δ_c	displacement for load case ‘c’
λ	geometric parameter for slat under torsion
ν	Poisson ratio

in particular its high strength-to-weight ratio compared to other natural and man-made materials, is well known (Ghavami and Culzoni, 1987). Bamboo takes only 3–5 years to harvest and plants can be repeatedly cropped with sustainable management. The energy needed to produce 1 m³ per unit of stress in bamboo is 50 times lower than that needed for new steel production (Ghavami, 1995). During the production of 1 t of steel around 1.8 t (average of all steels) of carbon dioxide (CO₂) is emitted to the atmosphere, whereas bamboo actually absorbs carbon dioxide, and oxygen is produced during its growth. Bamboo is therefore a great alternative to engineering composite materials and its production is sustainable. Around the world more than 1200 bamboo species have been identified, but only a few bamboo species are useful for engineering purposes.

Guadua angustifolia (GA) is a species of bamboo indigenous to various regions of South and Central America. It is a plant that grows rapidly and its controlled use does not pose a danger to forests (Arce-Villalobos, 1993). As GA has excellent mechanical properties along the axial direction of the culm, it has been frequently used in the construction of rural houses and temporary structures. Hence, GA is a sustainable material that is a potential candidate to help in solving the housing deficit of the world (De Flander and Rovers, 2009).

1. Introduction

Bamboo is widely available in many tropical and sub-tropical areas of the world. Bamboo’s favourable mechanical properties,

303

Ponencia Nacional 1



Ponencia Nacional 2



Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

Ponencia Nacional 3



Ponencia Nacional 4



Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

Ponencia Nacional 5



Ponencia Nacional 6



Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

Ponencia Internacional



University of Pittsburgh

Swanson School of Engineering
Department of Civil and Environmental Engineering

742 Benedum Hall
3700 O'Hara Street
Pittsburgh, PA 15261
412-624-9870
412-624-0135 (fax)

12 May 2016

José Jaime García, Ph.D.
Escuela de Ingeniería Civil y Geomática
Universidad del Valle
Cali - Colombia
josejgar@gmail.com

RE: *Bamboo in the Urban Environment* Symposium, 4-6 May 2016

Professor Garcia,

It was a great pleasure to finally meet you at the recent *Bamboo in the Urban Environment* Symposium, held in Pittsburgh 4-6 May. Your participation and insight certainly added to the quality of the meeting for all 40 international participants.

I would also like to acknowledge and thank you for your 5 May presentation, entitled *Connections for Guadua angustifolia structures taking advantage of the ductile behavior under compression along the transverse axes*. Of all the presentations, I think that this one generated the most discussion among the group, particularly since it addresses perhaps the greatest challenge to full-culm bamboo construction: connections.

I look forward to our continued collaborations.

Sincerely,



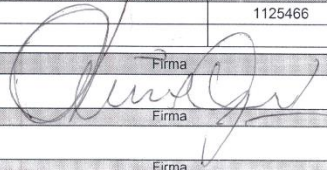
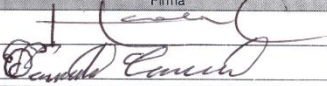
Kent A. Harries, Ph.D., F.A.C.I., F.I.I.F.C., P.Eng
Bicentennial Board of Visitors Faculty Fellow and Associate Professor
kharries@pitt.edu

Tesis de Grado (Pregrado) Carolina Benítez



FACULTAD DE INGENIERIA
Coordinación Académica
Programa Académico de Ingeniería Civil

**ACTA DE
SUSTENTACIÓN**

INFORMACIÓN GENERAL						
Título del trabajo				FECHA	DÍA	MES
Comportamiento mecánico de culmus de guadua angustifolia ajustados con abrazaderas metálicas					19	1
						2017
Estudiante(s)				HORA	10:00 AM	
Carolina Benítez Giraldo					Código	
					1125466	
Nombre del director 1			Firma			
Prof. José Jaime García						
N/A	Nombre del director 2					
X			Firma			
N/A	Nombre del Asesor 1		Firma			
X						
N/A	Nombre del Asesor 2		Firma			
X						
COMITÉ EVALUADOR						
Nombre del evaluador			Firma			
Prof. Harold Cárdenas						
Prof. Gonzalo Casanova						
EVALUACIÓN						
Escala de evaluación						
Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Aceptable	Deficiente	
5.0 - 4.8	4.7 - 4.5	4.4 - 4.0	3.9 - 3.5	3.4 - 3.0	2.9 - 1	
				Nota	Ponderación	Total
Nota definitiva documento final				4.7	60%	2.82
Sustentación				4.7	40%	1.88
NOTA FINAL				-	100%	4.70
OBSERVACIONES						
DEFINICIÓN Y COMPROMISOS MENCIÓN						
Como evaluadores y de común acuerdo consideramos que, una vez realizada la sustentación, el trabajo merece mención y nos comprometemos a completar el trámite correspondiente para solicitarla.						
SI ☐ NO ☒ MERITORIA ☐ LAUREADA ☐ La decisión anterior queda sujeta a la revisión del cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la Resolución No. 057 de marzo 17 de 2015						
 Firma Director de Programa						
*En concordancia con el reglamento interno de Trabajo de Grado, en el Artículo 7, Sustentación Pública.						

F-0171-06-04-02
V-01 2014

Elaborado por:
Coordinación Académica
Facultad de Ingeniería

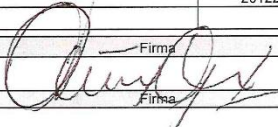
Tesis de Grado (Pregrado) Jesús Muñoz

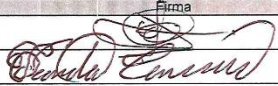
181



FACULTAD DE INGENIERIA
Coordinación Académica
Programa Académico de Ingeniería Mecánica

**ACTA DE
SUSTENTACIÓN**

INFORMACIÓN GENERAL					
Título del trabajo				FECHA	DÍA MES AÑO
DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE UNA CONEXIÓN ENTRE CULMOS ORTOGONALES DE GUADUA				10	10 2017
Estudiante(s)				HORA	08:00 a.m.
JESÚS HERNANDO MUÑOZ ZAMBRANO				Código	201222603
Nombre del director 1		Firma			
JOSÉ JAIME GARCÍA ÁLVAREZ					
Nombre del director 2					
N/A	Nombre del Asesor 1		Firma		
N/A	Nombre del Asesor 2		Firma		

COMITÉ EVALUADOR	
Nombre del evaluador	Firma
LAURA VILLEGAS	
GONZALO FERNANDO CASANOVA GARCÍA	

EVALUACIÓN					
Escala de evaluación					
Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Aceptable	Deficiente
5.0 - 4.8	4.7 - 4.5	4.4 - 4.0	3.9 - 3.5	3.4 - 3.0	2.9 - 1

	Nota	Ponderación	Total
Nota definitiva documento final			4.6
Sustentación			4.6
NOTA FINAL			4.6

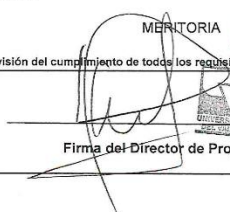
OBSERVACIONES

DEFINICIÓN Y COMPROMISOS MENCIÓN

Como evaluadores y de común acuerdo consideramos que, una vez realizada la sustentación, el trabajo merece mención y nos comprometemos a completar el trámite correspondiente para solicitarla.

SI ☐
NO ☐
MERITORIA ☒
LAUREADA ☐

La decisión anterior queda sujeta a la revisión del cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la Resolución 058 de Enero de 2015



UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECTOR
PROGRAMA DE
INGENIERIA MECÁNICA

Firma del Director de Programa

F-0171-06-04-02
V-01 2014

Elaborado por:
Coordinación Académica
Facultad de Ingeniería

Tesis de Grado (Pregrado) Dennis Paz, Jorge Jiménez

FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
ESCUELA DE ARQUITECTURA



ACTA DE EVALUACION DE PROYECTO DE GRADO

Fecha 13-FEB-2018

Hora 9:40 AM.

Lugar EDIFICIO 300 ESCUELA DE ARO.

Nombre del proyecto de grado SISTEMA MODULAR EN FIBRAS VEGETALES
PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL.

Temática DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA VIVIENDA SOCIAL RURAL.

Estudiantes Enrique Córdova Código 2012 30180
Dennis Felipe Paz Código 2013 28277
Jorge Jiménez Código 2012 41200

Director del proyecto de grado HECTOR FABIO SILVA FLOREZ

Concepto PROYECTO QUE DESARROLLA TÉCNICAMENTE UNA
PROPUESTA VARIADA DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA RURAL
ADAPTABLE A DIFERENTES CONDICIONES DE CLIMA Y
TOPOGRAFÍA CON UN SISTEMA MODULAR PREFABRICADO.
REVISAR ANOTACIONES DE LOS JURADOS.

Observaciones TRABAJO NOTABLE REDECEDOR DE NOTA MERITORIA.

Calificación (numérica y en letras) 5.0 (CINCO CERO)

Director (nombre y firma) HECTOR FABIO SILVA

Jurado (nombre y firma) JACOBO STERLING

Jurado (nombre y firma) CLAUDIO VARELA



FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ACTA DE EVALUACION DE PROYECTO DE GRADO Formato para el jurado

Fecha 13-02-2018

Hora _____

Lugar Edif. 380

Nombre del proyecto de grado SISTEMA MUEBLIN EN FIBRAS
VEGETALES PARA LA CONSTRUCCION DE U.I. S.

Temática U.I. S.D. TECNOLOGICO

Estudiantes _____

Código _____

Código _____

Director del proyecto de grado _____

Concepto SE CONSIDERA UN PROYECTO CONSECUTIVO
ORGANIZADO QUE DEFINE UN PROTOTIPO
ARQUITECTONICO Viable DE SER DESARROLLADO
Y APLICADO EN EL CONTEXTO SOCIAL ACTUAL
Y ECONOMICO DE LA NACION.

Observaciones SE PROPONE SER DEFINIDO COMO
UN TRABAJO DE GRADO MERITORIO.

Calificación (numérica y en letras) CINCO (5.00)

Jurado (nombre y firma) _____

JOSE
SILVEIRA
JUAN JACOB STERLING



FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ACTA DE EVALUACION DE PROYECTO DE GRADO

Formato para el jurado

Fecha 13.02.2018
Hora 9:40
Lugar Edificio 380
Nombre del proyecto de grado SISTEMA MODULAR EN FIBRA/VEGETALES
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL
Temática Desarrollo tecnológico x vivienda Rural.
Estudiantes _____ Código _____

Código _____
Director del proyecto de grado _____
Concepto Proyecto sólido, desarrollado con mucha atención en lo
técnico. Diseño correcto. Trabajo de análisis formal
y tipológico atento.
Atención a la materialidad y la estumbre constructiva
local.
Se evidencia una fuerte atención e interés por
la familia que vive en el campo y su dignificación -

Observaciones Trabajo cualitativamente de alto nivel

Calificación (numérica y en letras) 5.0 (cinco punto cero)
Jurado (nombre y firma) CLAUDIO VARIAN 



CONSEJO FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS

RESOLUCION No.031

Marzo 7 de 2018

"Por la cual se autoriza calificar como MERITORIO un Trabajo de Grado"

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS, en uso de las atribuciones que le confiere la Resolución No. 121 de 2006, emanada de este organismo y el Parágrafo 2º. del Artículo 90º., Acuerdo 009 de 1997 - Reglamento Estudiantil- emanado del Consejo Superior.

RESUELVE:

ARTICULO UNICO: Autorizar a la División de Admisiones y Registro Académico para:

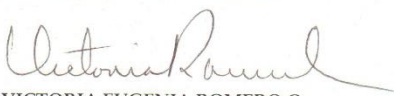
Registrar la calificación de **MERITORIO** al Trabajo de Grado "*Sistema Modular en Fibras Vegetales para la Construcción de Vivienda de Interés Social*", presentado por el estudiante **JORGE EDUARDO JIMENEZ DOMINGUEZ**, código 201241404, del Programa Académico de Arquitectura - 3556 - de la Facultad de Artes Integradas.

COMÚNIQUESE, NOTÍFIQUESE Y CÚMPLASE

Firmada en Santiago de Cali, a los siete días del mes de marzo de dos mil dieciocho.



JOSE HLEAP BORRERO
Decano



VICTORIA EUGENIA ROMERO C.
Coordinadora Área Académica

Sandra L.



CONSEJO FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS

RESOLUCION No.032

Marzo 7 de 2018

"Por la cual se autoriza calificar como MERITORIO un Trabajo de Grado"

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS, en uso de las atribuciones que le confiere la Resolución No. 121 de 2006, emanada de este organismo y el Parágrafo 2º. del Artículo 90º., Acuerdo 009 de 1997 - Reglamento Estudiantil- emanado del Consejo Superior.

RESUELVE:

ARTICULO UNICO: Autorizar a la División de Admisiones y Registro Académico para:

Registrar la calificación de **MERITORIO** al Trabajo de Grado "*Sistema Modular en Fibras Vegetales para la Construcción de Vivienda de Interés Social*", presentado por el estudiante **DENNIS FELIPE PAZ MUÑOZ**, código 201328277, del Programa Académico de Arquitectura - 3556 - de la Facultad de Artes Integradas.

COMÚNIQUESE, NOTÍFIQUESE Y CÚMPLASE

Firmada en Santiago de Cali, a los siete días del mes de marzo de dos mil dieciocho.



JOSE HLEAP BORRERO
Decano



VICTORIA EUGENIA ROMERO C.
Coordinadora Área Académica

Sandra L.

Tesis de Grado (Maestría)



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA
PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA, ÉNFASIS EN INGENIERÍA CIVIL

Santiago de Cali, 07 de febrero de 2019

El suscrito Coordinador de los Programas de Postgrados
de la Escuela de Ingeniería Civil y Geomática de la Universidad del Valle

INFORMA QUE:

La Ingeniera Laura Villegas Villegas (Cód. 1504120), identificada con cédula de ciudadanía No. 1.144.058.074 de Cali, estuvo matriculada en el periodo agosto - diciembre de 2018 como estudiante del Programa Académico de Maestría en Ingeniería, Énfasis en Ingeniería Civil – Modalidad de Investigación, Orientación en Construcción, cursando séptimo semestre. El trabajo de grado denominado "PROPUESTA DE PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN SISTEMA MODULAR PREFABRICADO DE GUADUA ANGUSTIFOLIA PARA VIVIENDA" de la Ingeniera se encuentra aprobado por los evaluadores y está pendiente la programación de la sustentación pública. Además, ella cuenta con la aprobación del examen de proficiencia en idioma extranjero posgrado y las asignaturas obligatorias y electivas. Su Promedio Total Acumulado es 4.68.

Se expide la presente a solicitud de la Ingeniera.



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
CIVIL Y GEOMÁTICA

POSTGRADO

Prof. Johannio Marulanda Casas
Coordinador de Postgrados
Escuela de Ingeniería Civil y Geomática

Universidad del Valle
Ciudad Universitaria de Meléndez
Tel.: 3212100 Ext. 7049 - 3396938
Apartado Aéreo 25360
Cali – Colombia

Propuesta presentada para Convocatoria Externa



CERTIFICADO DE REQUISITOS

CÓDIGO DEL PROGRAMA: 63885

TÍTULO: Desarrollo de módulos de Guadua con abrazaderas metálicas para
muros estructurales de vivienda de interés social
ENTIDAD: UNIVERSIDAD DEL VALLE

CONVOCATORIA: 808-2018 PROYECTOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INNOVACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LOS RETOS DE PAÍS
PROGRAMA: PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E
INNOVACIÓN EN AMBIENTE, BIODIVERSIDAD Y HABITAT

RELACIÓN DE REQUISITOS Y DOCUMENTOS ADJUNTOS

Nº	Definición del requisito	Nombre del archivo	Tamaño	Cumple	Fecha Cumpl.	Observación
1	Acto Administrativo que soporte la constitución del Comité de Ética	comite de etica resolucion 149.pdf	1821371 Bytes	Pendiente		
2	Aval del Comité de Ética / Bioética	transitorio hector fabio arquitectura 808.pdf	234455 Bytes	Pendiente		
3	Carta unificada de aval y compromiso institucional	Aval Institucional Univalle_Unal.pdf	629769 Bytes	Pendiente		
4	Otros Adjuntos	Carta Aval profesor Ghavami.pdf	46697 Bytes	Pendiente		

TOTAL: 4 ARCHIVOS ADJUNTOS

Certificado generado a los 23 días del mes de mayo de 2018 por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e innovación - COLCIENCIAS



<http://formulariosigp.colciencias.gov.co:7001/FormularioProyectos/faces...>

Validación del proyecto



Información del Radicado del proyecto

Título del Proyecto:

Desarrollo de módulos de Guadua con abrazaderas
metálicas para muros estructurales de vivienda de
interés social

Número del registro:

63885

Fecha de radicación:

23/05/2018 10:21 AM

Código de Verificación:

1491F857C0EBD372B59AB28AC27139AF

Estado:

PENDIENTE

Imprimir



PRESENTACIÓN PROYECTO

Generalidades

Código Registro: 63885

Título: Desarrollo de módulos de Guadua con abrazaderas metálicas para muros estructurales de vivienda de interés social

Convocatoria: 808-2018 PROYECTOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LOS RETOS DE PAÍS

Programa Nacional de CTel: PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACION EN AMBIENTE, BIODIVERSIDAD Y HABITAT

Entidad/Persona: UNIVERSIDAD DEL VALLE

Tipo: Proyecto

Tipo Financiación: RECUPERACIÓN CONTINGENTE

Lugar Ejecución: VALLE - CALI

Duración en Meses: 30

Ejecución Cronograma en: Meses

Eje Temático: 3. AGREGACIÓN DE VALOR A RECURSOS RENOVABLES Y NO RENOVABLES.

Línea Temática: 3.1 Materiales avanzados y nuevos materiales

Sublínea Temática Principal: Desarrollo de materiales eficientes o alternativos para aplicaciones en infraestructura.

Sublínea Temática Secundaria:

Contrapartida

Entidad	Especie	%	Efectivo	%	Valor Total
UNIVERSIDAD DEL VALLE	\$ 142.342.497	100	\$ 0	0	\$ 142.342.497
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	\$ 41.135.760	100	\$ 0	0	\$ 41.135.760
TOTAL	\$ 183.478.257		\$ 0		\$ 183.478.257

Ciudad: _____ Día: _____ Mes: _____ Año: _____

Equipos adquiridos con el proyecto

 Vicerrectoria de Investigaciones		Convocatoria 4 - 2.015
Proyecto "Desarrollo de Vivienda de Interés Social con base en un Sistema Modular Prefabricado de Culmos de Guadua Angustifolia"		Código 3167
Equipos y Herramientas adquiridos por el Proyecto		Ubicación Edificio 350 Espacio 1006
No.	Nombre - Marca	No. Inventario
1	Higrometro - Extech	53937315
2	Caja para Herramienta	53937316
3	Caja para Herramienta	53937317
4	Caja para Herramienta	53937318
5	Caja para Herramienta	53937319
6	Prensa de Banco	53937320
7	Juego de Destornilladores - Stanley	53937321
8	Sensor de Desplazamiento ref. 2A-300	53937322
9	Sensor de Desplazamiento ref. 2A-301	53937323
10	Sensor de Desplazamiento ref. 2A-302	53937324
11	Alicate 8" - Redline	53938371
12	Alicate 8" - Redline	53938372
13	Atornillador de estria 6"	53938373
14	Atornillador de estria 6"	53938374
15	Destornillador de Pala - Redline	53938375
16	Destornillador de Pala - Redline	53938376
17	Cinta Metrica Metalica 30 mts - Stanley	53938377
18	Cinta Metrica Metalica 30 mts - Stanley	53938378
19	Escuadra	53938379
20	Flexometro 8 mts - Stanley	53938380
21	Flexometro 8 mts - Stanley	53938381
22	Formon - Stanley	53938382
23	Llave Mixta modelo 9/16 - Stanley	53938383
24	Llave Mixta modelo 9/16 - Stanley	53938384
25	Llave Mixta modelo 9/16 - Stanley	53938385
26	Llave Mixta modelo 9/16 - Stanley	53938386
27	Llave Mixta modelo 9/16 - Stanley	53938387
28	Llave para tubo - Stanley	53938388
29	Llave Mixta modelo 3/4 - Stanley	53938389
30	Llave Mixta modelo 3/4 - Stanley	53938390
31	Marco para Segueta - Stanley	53938391
32	Marco para Segueta - Stanley	53938392
33	Martillo - Stanley	53938393
34	Martillo - Stanley	53938394
35	Nivel Aluminio 24 pulgadas - Stanley	53938395
36	Nivel Aluminio 24 pulgadas - Stanley	53938396
37	Nivel Laser de Linea - Redline	53938397
38	Plomada - Stanley	53938398
39	Plomada - Stanley	53938399
40	Pulidora Manual 4 1/2 pulgadas ref. G720 - Dewalt	53938400
41	Serrucho modelo 22" - Stanley	53938401
42	Serrucho modelo 22" - Stanley	53938402
43	Juego de Llaves Hexagonales - Redline	53938403
44	Juego de Llaves Hexagonales - Redline	53938404
45	Cizalla - Stanley	53938405
46	Dobladora de Tubo	53938406
47	Taladro de Arbol pequeño	53938407
48	Taladro de Columna 5/8 velocidad variable 300W - 120 v	53938408
49	Taladro Electrico - Dewalt	53938409
50	Caladora - Dewalt	53938410
51	Juego de Prensa C - Stanley	53938411
52	Juego de Copas por 11 - Redline	53938412
53	Juego de Copas por 11 - Redline	53938413

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones