



**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS: Atribucion sin deribas

AÑO DE ELABORACIÓN: 2019

TÍTULO: Evaluación del esfuerzo último de dos uniones con acoples de diferentes diámetros, adheridos con una mezcla de mortero, para determinar su posible aplicación a construcciones en guadua angustifolia kunth.

AUTORES: Cubides Alfonso Leidy Katherine y Gamba Gil Henry Yesid.

DIRECTOR: MSC. Vanegas Alfonso Olga Lucia.

MODALIDAD: Trabajo de investigación.

PÁGINAS: 115 **TABLAS:** 66 **GRAFICAS:** 19 **FIGURAS:** 33 **ANEXOS:** 3

CONTENIDO:

1. GLOSARIO.
2. RESUMEN.
3. INTRODUCCIÓN.
4. OBJETIVOS.
5. MARCOS DE REFERENCIA.
6. METODOLOGÍA.
7. RESULTADOS.
8. CONCLUSIONES.
9. RECOMENDACIONES.
10. BIBLIOGRAFÍA.
11. ANEXOS.

DESCRIPCIÓN: Esta investigación se enfocó en el estudio de dos modelos de uniones con guaduas de la especie Angustifolia Kunth de diferentes diámetros,



buscando una posible solución a la articulación de los elementos estructurales de construcciones en guadua. El modelo uno consiste en una guadua de 20 cm de diámetro con nudo y un complemento, de 5cm y 10 cm de diámetro respectivamente, que quedan embebidas dentro de la guadua de 20 cm y se adhieren con una mezcla de mortero hasta el nudo de la guadua, quien se encarga de contener la varilla corrugada de ½”. El modelo 2 se origina al articular un elemento a 90 grados, compuesto por una guadua de 20 cm de diámetro y un complemento de 5 y 10 cm de diámetro respectivamente. Para realizar la conexión entre guaduas, se perforó la guadua de mayor diámetro en el centro del lomo, con el fin de insertar la varilla de ½” adhiriéndolas a una mezcla de mortero. Para la investigación se construyeron 24 uniones, configurando 12 por cada modelo de unión, y 6 por cada diámetro de 10 y de 5cm de guadua; esto con el propósito de fallar 3 para compresión y 3 para corte perpendicular a la fibra por cada modelo de unión de 5cm y 10 cm con la máquina MTS, sometiendo las probetas a fallas destructivas. En el proceso constructivo se evidenciaron fisuras superficiales de las probetas, debido al fraguado del mortero; esto afectó su comportamiento estructural, debilitando la capacidad de asumir carga y llevándolas más rápido a la falla. Además, los resultados obtenidos, se cotejaron con estudios realizados a las probetas sin ninguna modificación por el Semillero SiGesCo (Sistema de Gestión en Construcción) de la Universidad Católica de Colombia con articulación de la Universidad Nacional de Colombia, concluyendo que los resultados obtenidos en los dos modelos de unión son favorables con base en los resultados de las probetas solas..

METODOLOGÍA: El marco normativo aplicable a las acciones realizadas durante la ejecución del proyecto está motivado y fundamentado básicamente en los siguientes lineamientos:

1. Norma sismo resistente 10 título G 12 guadua NSR-10.
2. G. 12.3.1 requisitos de calidad para guadua estructural.
3. G. 12.3.2 clasificación visual por defectos.
4. G. 12.3.4 clasificación mecánica.
5. NTC 5407 uniones en guadua *Angustifolia Kunth*

Se utilizaron estas normas, para la elaboración y construcción de dos uniones en guadua *Angustifolia Kunth* desarrollando inmersiones de guadas de menor diámetro, dentro de guaduas de diámetros mayores, complementados con un mortero de pega, y una varilla corrugada en el centro del nudo de la guadua.



Posteriormente se llevaron a ensayos destructivos en la maquina MTS, con el fin de analizar su comportamiento estructural a partir del esfuerzo último.

PALABRAS CLAVE: ANGUSTIFOLIA KUNTH, ENSAYOS A COMPRESIÓN, ENSAYOS A CORTE PARALELO A LA FIBRA, UNIÓN EN GUADUA.

CONCLUSIONES:

1. Al observar las fisuras en algunas probetas después del fraguado del mortero, se logró concluir que la adherencia mortero-guadua no es la adecuada, principalmente porque, en su proceso de fraguado, el mortero presenta segregación de la mezcla, dejando partículas de agua que la guadua tiende a absorber, lo que eleva el contenido de humedad perdido durante el proceso de secado. Esto hace que la guadua se expanda, para luego comprimirse en un espacio que está ocupado por el mortero endurecido, causando fisuras perpendiculares a sus fibras y esto ocasiona pérdida en su capacidad portante.
2. En los ensayos de compresión se evidenció que el tallo de menor diámetro que compone la unión llega primero a la falla por aplastamiento. Esto se debe a la falta del núcleo de mortero que llevan las uniones, y que le dan a la unión más capacidad portante, primero por las características mecánicas del material y por el área transversal, que es superior al área transversal del tallo sin ninguna mejora. Otro factor importante en el aplastamiento del tallo de la unión fueron las cargas aplicadas con la máquina MTS, porque en algunas uniones no se garantizó la verticalidad de la carga, debido a que el modelo 1 se construyó encima del nodo del tallo, produciendo un eje corrido del centro de la unión.
3. En el modelo 2, se comprobó que, al momento de la falla por corte perpendicular a la fibra, la probeta no se fractura homogéneamente si no en diferentes caras planas. Esto es debido a la falta de adherencia y la capacidad de respuesta individual de cada material, puesto que la guadua



tiende a deformarse encontrando una superficie rígida con mayor resistencia que le origina diferentes fracturas al tallo de la unión.

4. En los ensayos de corte perpendicular a la fibra de la guadua, se encontró que el modelo 1 disipó las cargas aplicadas y controló la fractura en varias caras planas mejor que el modelo tipo 2, esto es consecuencia del nodo presente en la unión modelo 1 y la ausencia de este en el modelo 2.
5. En el ensayo de compresión del modelo 1, entre la configuración de la unión de 10 cm y 5 cm, se obtuvieron resultados de carga muy cercano y esfuerzos del rango del 60% de separación. Aunque la unión de 5cm deformó el tallo de menor diámetro, resultó más efectiva que la de 10 cm porque esta última fracturó la unión dejando diferentes caras planas, este fenómeno se produjo por falta de adherencia entre mortero y los tallos de guadua de 20cm y 10cm de diámetro, originando una unión con menos capacidades portantes.
6. En el ensayo de corte perpendicular del modelo 1, entre la configuración de la unión de 10 cm y 5 cm, se consiguieron mejores resultados de carga de un 20 % de diferencia con la unión de 10cm, pero el esfuerzo máximo en esta unión es del modelo de 5cm, con un 40% de diferencia.
7. Se puede identificar que las uniones con las dos configuraciones mejoraron las características a corte paralelo, dando esfuerzos más esfuerzos que el modelo de referencia. En cambio a compresión paralela se evidencia que la capacidad de la guadua disminuye, con relación a los datos de referencia.
8. El modelo 1 y 2 con configuración de 10cm presento mayores deformaciones y fallas en el centro de la unión, con relación al modelo 1 y 2 con configuración de 5 cm que presento fisuras mínimas y deformaciones más controladas.



FUENTES:

- ALVAREZ Mario Francisco. 2008. La guadua: acero vegetal. Bogotá: Construdata, 2008. ISSN 2322-652.
- ATUL Agarwal A BHARADWAJ Nanda & DAMODAR Maity. 2014. Experimental investigation on chemically treated bamboo reinforced concrete beams and columns. India: Construction and Building Materials, 2014. 0950-0618.
- CAMARGO Juan Carlos & KLEINN Christoph. 2010. Length curves and volume functions for guadua bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) for the coffee region of Colombia. 2010. 10.1007/s10342-010-0411-2.
- CEMEX. 2019. CEMEX. [En línea] CEMEX de Colombia SAS, 2019. [Citado el: 14 de 04 de 2019.]
- CERVERA Miguel & BLANCO Diaz. 2015. Resistencia de materiales. España: s.n., 2015. 978-84-944244-4-1.
- Construcción), SIGESCO (Sistema de Gestión en. 2019. Universidad Católica de Colombia. Bogotá: s.n., 2019.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. 2005. Caracterización bosque de Guadua. Valle del Cauca: CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA –CVC, 2005.
- CUBIDES Katherine & GAMBA Henry. 2019. Bogotá: s.n., 2019.
- GIRALDO Herrera Edgar y SABOGAL Ospina Aureliano. 1999. Una alternativa sostenible: la Guadua. [En línea] Corporación Autónoma Regional del Quindío 1999, 1999. [Citado el: 18 de 04 de 2019.] https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93442/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf.
- Gobernación del Quindío, 2019. GOBIERNACIÓN DEL QUINDIO. 2019.
- Janssen, Jules J.A. 2000. Designing and Building with Bamboo. Netherlands : Art Options, 2000. ISBN 81-86247-46-7.
- LONDOÑO Ximena. 2019. Estructuras para Guadua *Angustifolia* Kunth. Armenia: s.n., 2019.
- LONDOÑO Ximena, Pava. 2011. El bambú en Colombia. Bogotá: s.n., 2011. ISSN 1609-1841.
- LUNA Patricia. LOZANO Jorge & TAKEUCHI Caori. 2014. Determinación experimental de valores característicos de resistencia para *Guadua angustifolia*. Bogotá : Madera ciencia y tecnología, 2014. 0718-221X.
- María Teresa Sánchez Medrano José Adán Espuna Mújica & Rubén Salvador Roux Gutiérrez. 2016. El bambú como elemento estructural: la especie *Guadua Amplexifolia*. El bambú como elemento estructural: la especie *Guadua Amplexifolia*. México : Revista Electrónica Nova Scientia, 2016. Vol. 17, 8(2). ISSN 2007 – 0705.
- Ministro de Ambiente y Desarrollo Territorial. 2010. NSR-10 Título B. NSR-10 Título B. Bogotá : s.n., 2010.



- MORENO Luis. 2011. Civilgeeks ingeniería y construcción. [En línea] 08 de 12 de 2011. [Citado el: 22 de 04 de 2019.] <https://civilgeeks.com/2011/12/08/uniones-de-estructuras-para-guadua-angustifolia-kunth/>.
- Norma Técnica Colombiana SISMORESISTENCIA. 2010. NSR-10. Bogotá : s.n., 2010.
- ROJAS M & ALVARADO J. 2013. Análisis de las propiedades Mecánicas de la guadua Angustifolia mediante técnicas estadísticas y redes neuronales. s.l. : Universidad Nacional de Colombia., 2013.
- SANCLEMENTE Ana & JARAMILLO Manrique. 2003. Estudio de Uniones en guadua con ángulo de inclinación entre elementos. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- TAKEUCHI Caori. 2014. CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL BAMBÚ GUADUA LAMINADO PARA USO ESTRUCTURAL. Bogotá : s.n., 2014.
- Takeuchi Caori González Patricia & César M. 2007. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA Y DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD. Bogota : s.n., 2007. 0123-2126.
- The Green School and Green Village. 2015. HUELLAS DE ARQUITECTURA. [En línea] 28 de 09 de 2015. [Citado el: 03 de Abril de 2019.] </storage/MBR3GC3C/asi-se-construyo-el-green-school-y-green-village.html>.
- URIBE Alejandro VALLEJO Maritza & DURÁN Contreras. 2002. ESTUDIO DE ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESIÓN ARMADOS POR TRES GUADUAS. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia., 2002.
- Van Den Dobbelsteen a & J.J.A. Janssen B. 28 April 2005. An environmental, economic and practical assessment of bamboo. Netherlands : Construction and Building Materials, 28 April 2005.—. 28 April 2005. An environmental, economic and practical assessment of bamboo. Netherlands : Construction and Building Materials, 28 April 2005.
- VELEZ Simón. 2009. Construyendo con acero vegetal. Bogotá : Construdata, 2009. ISSN 2322-652.
- Vélez, Simón. 2005. CONSTRUDATA. [En línea] CONSTRUDATA, 05 de 08 de 2005. [Citado el: 03 de 04 de 2019.] <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/l/idu-30-12-2003/idu-30-12-2003.asp>.

LISTA DE ANEXOS:

1. Caracterización inicial de la guadua, reporte de ensayo de laboratorio.
2. Ensayo de corte guadua angustifolia kunth.
3. Ensayo compresión paralela a las fibras de la guadua angustifolia kunth.