
ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE VIVIENDA EN COLOMBIA-CASO GUADUA

DOI: <https://doi.org/10.24236/24220493.n6.2019.10>

Juan Pablo Villamil Poveda
Grupo de Investigación Grupo CTCM SENA Bogotá,
juanpvp@misena.edu.co

Palabras clave: Déficit de vivienda, guadua, sistema constructivo, sostenibilidad.

Resumen: En la actualidad la sobrepoblación mundial, el asentamiento acelerado de las poblaciones y los altos costos de la vivienda han generado un mayor déficit de vivienda, sumado esto al constante crecimiento del sector de la construcción y la mayor afectación de los recursos naturales en la explotación de los materiales convencionales (cemento, arena, metales, entre otros relacionados); por lo anterior, se muestra una oportunidad no solo productiva sino ambiental y social de generar e implementar nuevos materiales para el uso de sistemas constructivos sostenibles. Como respuesta a lo anterior, a continuación se tomó el estudio de caso de la guadua utilizada en un sistema mobiliario de vivienda sostenible, ya que, según las investigaciones, es un material que se da en nuestra región colombiana con características excepcionales para diferentes usos y que su industrialización se encuentra en crecimiento en nuestro país, lo cual, se pensaría, podría impulsar una mayor oferta de la misma con beneficios ambientales, económicos y sociales.

ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION SYSTEMS OF HOUSING IN COLOMBIA - CASE GUADUA

Abstract: At present many factors as global overpopulation, high housing costs, accelerated population settlement and others have increased the total housing deficit around the world. Due to this there has being a constant growth of the construction sector and a greater impact on natural resources in the exploitation of conventional materials (cement, sand, metals, among others related). This is an opportunity to generate and implement new materials for the use of sustainable building systems, not only in the productive fields but also in the environmental and social fields. In response to this issue, the case study of “the guadua” used in a sustainable housing furniture system was taken. According to the research this material can be found in Colombian and the equatorial zone with exceptional characteristics for different uses. The industrialization of guadua is growing in our country, therefore the use of this material could have a greater offer with environmental, economic and social benefits.

Keywords: Housing deficit, guadua, construction system, sustainability, buildings materials.

Introducción

La baja oferta inmobiliaria, los altos costos y el desconocimiento de materiales de construcción convencionales y un tanto más de los materiales no convencionales, ha contribuido a que el déficit de vivienda se marque en el constante crecimiento poblacional en Colombia. Esto dada su necesidad de vivienda en ambientes urbanos y rurales, lo cual ha desembocado en afectaciones de índole social (hacinamiento e invasiones, entre otros), ambiental (emisiones, sobreexplotación de ambientes, residuos, entre otros), y económicos (costos vs. ingresos, costos de materiales, entre otros).

Según la política del plan nacional de desarrollo y los reportes del DANE, se observa la carencia de vivienda en Colombia y la necesidad de implementar medidas a esta problemática. Es por esto que se evaluó mediante

un estudio de viabilidad, la instauración de un sistema mobiliario sostenible en guadua, como dicha alternativa de vivienda; todo esto para mitigar la demanda de vivienda y a costos asequibles. Este estudio fue realizado en la ciudad de Ibagué como punto de prueba, debido a sus condiciones de expansión en vivienda, su clima y la aceptación de productos livianos en la construcción, entre otros. El equipo encargado del estudio de viabilidad fue integrado por un grupo interdisciplinario, el cual, mediante los resultados, mostró el valor del sistema a la población de la ciudad en los análisis y a los externos a esta, como una alternativa para sus deseos y/o exigencias de adquisición de vivienda, adaptada a sus necesidades, gustos y economía, además de obtener un impacto positivo en el aspecto ambiental.

Materiales y métodos

Antes de evidenciar los resultados del estudio se debe conocer los antecedentes de la guadua. Esta hace parte de la familia del bambú, la cual fue clasificada por Carl Sigismund Kunth en 1822 como *Guadua angustifolia* (hoja angosta), después de los estudios de Humbolt y Bonpland; siendo una gramínea hace parte de las plantas de la familia de los cereales, maíz, grama y/o pastos y las cañas, entre otras.

Colombia ocupa el segundo lugar en diversidad de bambú en Latinoamérica. Actualmente, 9 géneros y 70 especies están reportados, siendo 24 especies endémicas y por lo menos aún 12 por describir. La región andina tiene la mayor cantidad y la más grande diver-

sidad en población de especies de árboles (89 %) y la cordillera oriental la más rica, con el 55 % de bosques de bambú reportados hasta ahora. Los departamentos de Colombia con mayor diversidad de bosques de bambú son: Norte de Santander, Cundinamarca, Cauca, Valle del Cauca, Antioquia, Huila, Nariño y Quindío. La mayoría de especies pertenecen al género *Chusquea* (30 %), y el resto pertenecen a los géneros *Neurolepis*, *Arthrostyidium*, *Aulonemia*, *Elytrostachys*, *Merostachys*, *Rhipidocladum*, *Guadua* y *Otatea*, según Londoño (2001).

Existen estudios de la guadua y sus diferentes características en muchos países, de los cuales se encuentran algunos citados en el siguiente cuadro:

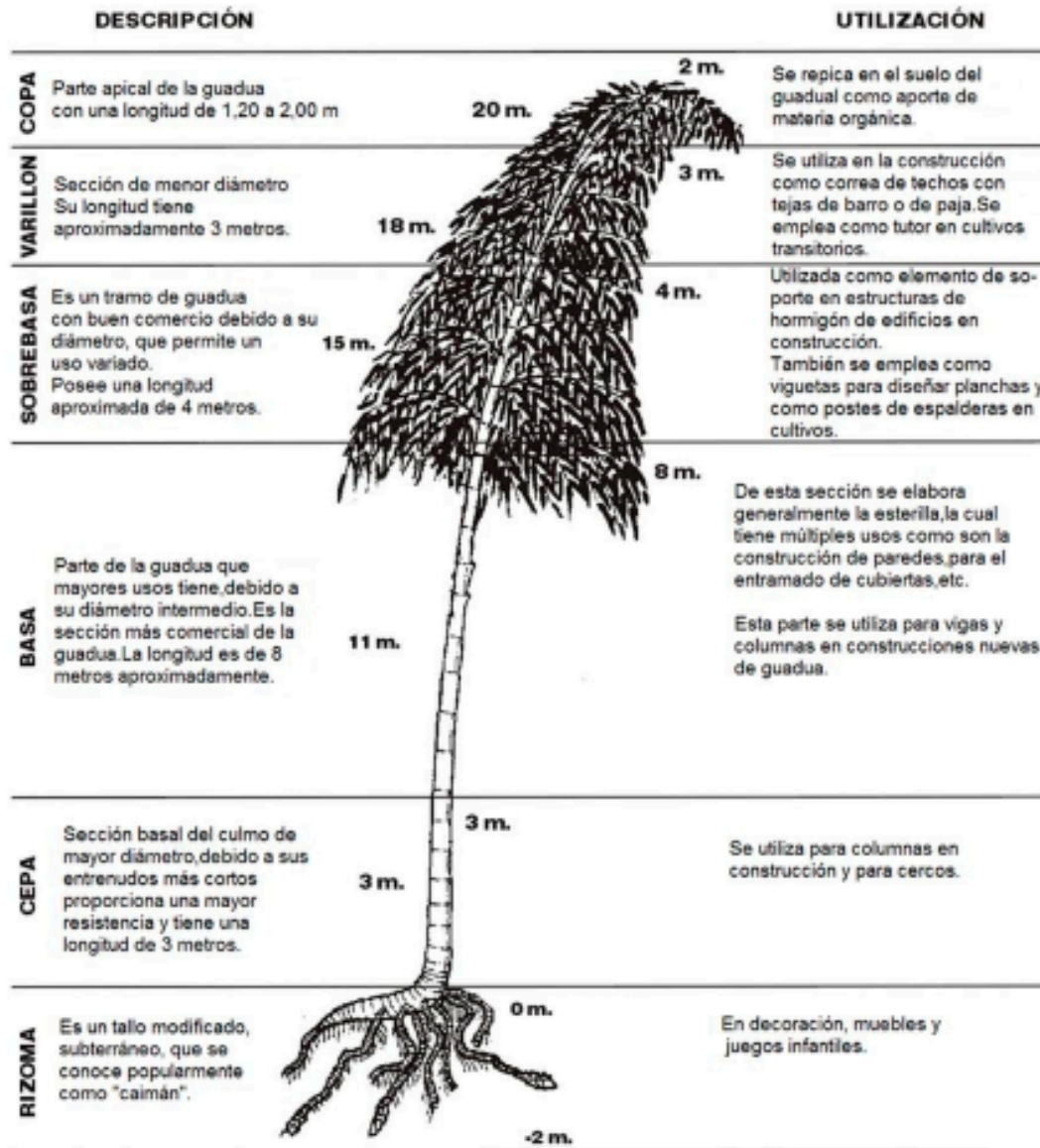
| Nombre científico | Nombre vulgar | Lugar de origen | Diámetro |
|---------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| <i>Phyllostachis aurea</i> | Tacuarita-Tacuara-gasanchiku | Este de China | 10 a 70 milímetros (mm) |
| <i>bambusoides</i> | Caña de la India-Madake | China e India | 40 a 130 mm |
| <i>Phyllostachis nigra</i> | Caña negra - kuro chiku | Taiwán y China | 60 a 150 mm |
| <i>pubescens</i> | Moso | China | 60 a 150 mm |
| <i>Bambusa vulgaris</i> | Bambú gigante | Japón | 40 a 120 mm |
| <i>Bambusa tuldoidea</i> | Bambú-Take | China | 20 a 60 mm |
| <i>Bambusa vulgaris vitatta</i> | Bambú amarillo | Sur de China | 40 a 120 mm |
| <i>Arundinaria amabilis</i> | Caña japónica-tonkin | China y Japón | 10 a 35 mm |
| <i>Arundinaria japónica</i> | Caña japónica | Japón | 5 a 20 mm |
| <i>Chusquea culeou</i> | Colihue | Sur de Chile y Argentina | 10 a 35 mm |
| <i>Pleioblastus fortunei</i> | Shima dake-Chingo sasa | Japón | 7 a 20 mm |
| <i>Bambusa Sp.</i> | Bambú largo | Delta del Paraná | 15 a 40 mm |
| <i>Gen Sp.</i> | Chuki | Bolivia Lago Titicaca | 7 a 25 mm |
| <i>Guadua weberbaueri</i> | Caña Guadua | Región Amazónica-Brasil | 40 a 150 mm |
| <i>Guadua sarcocarpa</i> | Caña Guadua | Perú | 60 a 150 mm |
| <i>Guadua paniculata</i> | Caña Guadua | México | 40 a 80 mm |
| <i>Guadua, amplexifolia</i> | vulgaris | Centroamérica y Brasil | 40 a 120 mm |
| <i>Guadua angustifolia</i> | Tacuarazú o Tacuara Guazú, Caña brava o Caña Guadua | Sur de Venezuela, Colombia y Ecuador | 60 a 250 mm |

Fuente: Velasco (2002).

La especie *Guadua angustifolia* sobresale dentro del género por sus propiedades físico-mecánicas y por el tamaño de sus culmos que alcanzan hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro. Ha sido seleccionada como una de las veinte mejores especies de bambúes del mundo, ya que su capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión la convierten en un

material ideal para construcciones sismorresistentes. Esta especie crece naturalmente en Colombia, Ecuador y Venezuela, pero ha sido introducida a Centroamérica, Islas del Caribe, Hawái y Asia. Reúne dos variedades: *G. angustifolia* var. *bicolor* y *G. angustifolia* var. *Negra*, y varias formas: "cebolla", "macana" y "castilla".

PARTES DE UNA GUADUA



Fuente: Aplicaciones estructurales de la guadua.

Algunas de las ventajas y desventajas sobre la guadua para tener en cuenta son las siguientes:

1. Es el vegetal de más rápido crecimiento en el mundo. Llegando en una etapa a crecer hasta 20 cm diarios. Produce más biomasa que cualquier madera tropical, y de mejor calidad, en condiciones ideales se podría llegar a 50 t/ha/año.
2. En cuatro años puede ser cosechada. Se siembra una sola vez, y produce brotes indefinidamente, mejorando su calidad con el tiempo.
3. Gracias a imágenes satelitales se sabe que una de las especies de guadua de la Amazonía es el organismo viviente más grande del mundo, por su inmenso sistema de raíces subterráneas.
4. Retiene más humedad que cualquier vegetal; en épocas húmedas almacena agua dentro de los canutos. Esta absorción también controla las inundaciones, y en época seca dosifica el agua a las raíces reteniendo la humedad en los suelos.
5. Posee propiedades estructurales sobresalientes, que no solo superan a las de la mayoría de las maderas, sino que además pueden ser comparadas con las del acero y algunas fibras de alta tecnología.
6. Según estudios realizados por Gnanaharan *et al.* (1995) y su grupo de investigación: "El Módulo de Ruptura (MOR) de un segmento largo varía de 54,5 a 81,7 N/mm² y el módulo de elasticidad (MOE) varía de 13,793 a 23,006 N/mm². Cuando la fuerza se aplica en el nudo los MOE y MOR son más altos que cuando se aplican en el entrenudo. El alto porcentaje de fibras longitudinales es lo que aporta una mayor resistencia a la tracción; en el caso de la caña guadua, esta es mayor que la de la madera mientras que a la compresión perpendicular la fibra es muy pobre por carecer de fibras radiales o ser hueca".
7. La enorme capacidad de la guadua para soportar alto esfuerzo de compresión, flexión y tracción, así como, otras cualidades físicas, la hacen óptima para reemplazar estructuras de metal y de maderas en vías de extinción. En cada nudo existe un tabique o septo transversal que, a la vez que le da mayor rigidez y elasticidad, evita su ruptura al curvarse. Por eso es apropiada para estructuras antisísmicas.
8. Una de sus desventajas es que la resistencia a fuerzas perpendiculares a las fibras (cortante) es muy baja, lo que significa que tiene tendencia de rajarse fácilmente en el sentido paralelo a las fibras.
9. Una construcción de guadua necesita una protección por diseño que asegure que este material no reciba directamente ni humedad, ni rayos directos del sol.
10. Se cree que es débil frente al fuego, sin embargo, existe un estudio realizado en Italia (Ministerio del medio ambiente y Salud, "Guía de construcción sostenible", 2005), que afirma que la corteza del bambú tiene un alto contenido de silicio, lo que le daría propiedades de resistencia al fuego.
11. Todavía no se ha establecido una técnica confiable de inmunización contra hongos.
12. Su comportamiento puede variar mucho con respecto a la especie, al sitio donde crece, a la edad, al contenido de humedad y a la parte del culmo o de la sección que se utilice.
13. Absorbe sonidos y olores.
14. Tiene estupendas características estéticas.
15. Se necesita un buen mantenimiento para su durabilidad.

Ventajas características en el medio ambiente:

1. Se trata de una planta que posee la característica de auto regeneración, lo que implica que garantiza una captura de CO₂ constante.

2. La estructura celular de sus hojas (Carbón 4) y la gran superficie que ocupan, le permiten una fotosíntesis más eficiente. Por eso crece tan rápido, produciendo hasta cinco veces más oxígeno que otras plantas, lo cual hace que sea ideal para proyectos de captura de carbono.
3. El bambú evita la movilización de tierra y conserva efectivamente los suelos, de allí que su siembra resulte ideal en áreas propensas a deslizamientos, derrumbes, erosión y remociones, sin contar su gran capacidad para el almacenamiento de agua.
4. Su extenso e intrincado sistema de raíces contiene la erosión. Enriquece los suelos, y por eso, los sitios que han sido cañaverales están entre los mejores para la agricultura.
5. Los rizomas y hojas en descomposición conforman una “esponja”, evitando que el agua fluya de manera rápida y continua, con lo cual se propicia la regulación de los caudales y la protección del suelo a la erosión.

El resumen anterior de algunos de los muchos beneficios, y algunas desventajas, del material de la guadua nos da paso a la ampliación del espectro de utilización de esta gran planta que no afecta el medio donde se genere su explotación, sino que, por el contrario, el incremento del uso de este material genera reacciones en cadena para la mejora del ambiente, de la mano de la industrialización y explotación de la guadua en sus diferentes usos.

Impacto de la construcción “convencional” al medio ambiente

En la construcción de edificaciones existen diferentes sistemas constructivos que se diferencian unos de otros principalmente por los materiales utilizados. Entre los tradicionales tenemos aquellos que se desarrollan con base en hormigón armado y acero estructural.

Según datos del Ministerio de Ambiente Español, en la Unión Europea la construcción y su mantenimiento utilizan el 40 % del total de materiales que se producen; se le atribuye, además, el uso del 40 % de la energía total, el 30 % de las emisiones de CO₂, y la generación del 40 % de los residuos. Sin embargo, un sistema constructivo no solo depende de los materiales utilizados, sino de la manera en que estos sean colocados, su acoplamiento y homogenización, de tal manera que faciliten en un futuro la deconstrucción correspondiente.

Debido a la creciente preocupación que existe en el mundo por el desgaste de los ecosistemas y su impacto en la salud humana, así como la necesidad de asegurar la subsistencia de las futuras generaciones (ya que las decisiones que las personas tomen ahora afectarán a sus descendientes), en la actualidad existe una tendencia a darle mayor importancia y tomar acciones encaminadas a asegurar la sostenibilidad ambiental del planeta.

Al respecto Sánchez (2002) resalta la definición de desarrollo sostenible dada en el documento *Nuestro futuro común* de la Comisión Brundtland como la “que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades”.

La preocupación sobre la sostenibilidad ambiental ha derivado en una serie de compromisos y políticas en las que diversos Estados se han adscrito. Muchas de las acciones de estos Estados no solo destacan la importancia de la sostenibilidad sino también la compatibilidad que esta tendencia puede tener con el crecimiento económico.

A continuación, se describen las principales acciones que grupos de países han realizado en pro de la sostenibilidad ambiental:

- Protocolo de Montreal
- Protocolo de Kioto
- RIO +20

Instrumentos para la protección ambiental en alineación para la construcción

Según Sánchez (2002), Colombia, al igual que los demás países, posee tres tipos de instrumentos que puede utilizar con el fin de lograr la protección del medio ambiente. Estos tipos de instrumentos son:

1. Los instrumentos de comando y control, en donde se constituyen normas de emisión de contaminación para la fuente emisora o normas tecnológicas para los equipos que estas utilizan.
2. Los instrumentos económicos o de mercado, que a través de incentivos se direcciona la conducta de los agentes contaminadores, ya sea mediante cargos o mediante subsidios.
3. La provisión directa del gobierno; es el mismo gobierno quien se encarga del manejo de los residuos o desechos y también de proveer el desarrollo de tecnología que contribuya a la sustentabilidad ambiental.

En cuanto a la guadua, la normativa colombiana sobre sostenibilidad ambiental no es muy amplia pero sí limita su explotación. Esta normativa se presenta en los siguientes puntos:

Decreto 1791 de 1996

Este decreto del Ministerio del Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) estableció el régimen de aprovechamiento forestal, en el cual se clasificaron las diversas formas de aprovechamiento forestales y el procedimiento que se debe seguir al respecto. Para el caso específico de la guadua, el decreto aclara, en su artículo 62, que en caso de aprovechamientos con fines comerciales cada Corporación Regional reglamentará lo relacionado con los aprovechamientos de especies y productos no maderables, como la guadua.

Como corolario de lo anterior se encuentra la guía del usuario que expidió la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), en donde se dice que para el aprovechamiento doméstico de bosques de guadua, este no puede superar los 20 metros cúbicos anuales, en cambio para aprovechamientos con fines comerciales, estos pueden ser de dos tipos: Tipo I, inferior o igual a 50 metros cúbicos, y Tipo II, superior a 50 metros cúbicos. Además, se debe adquirir el derecho para el aprovechamiento mediante una autorización.

Resolución 1555 de 2005

Por medio de esta resolución expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se reglamenta el uso del Sello Ambiental Colombiano, para la “promoción de productos que pueden reducir los efectos ambientales adversos, en comparación con otros productos de la misma categoría, contribuyendo así a un uso de los recursos naturales y a un elevado nivel de protección del medio ambiente” (Resolución 1555 de 2005, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).

Este Sello es una certificación reconocida por la Superintendencia de Industria y Comercio y la puede obtener un producto que cumpla con los requisitos establecidos en esta resolución. Los productos de guadua, por sus características relacionadas a un menor impacto ambiental adverso, son candidatos a este Sello.

Norma unificada para el manejo y aprovechamiento de la guadua

Esta norma, desarrollada por las corporaciones regionales de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle de Cauca, reglamenta el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guadua, cañabrava y bambúes. Su objetivo es alcanzar el manejo sostenible de los guaduales y muestra, además, los procedimientos que deben seguir los propietarios y aprovechadores de la guadua para obtener los permisos de aprovechamiento forestal de las CAR.

Es relevante destacar que esta norma se encuentra en constante revisión por parte de las CAR, en donde participan los diversos actores que hacen parte del proceso del manejo de los guaduales, mediante consultas y discusiones donde se realizan aportes y recomendaciones para ajustar la norma.

Antecedentes y descripción de la situación de diagnóstico del mercado

En Colombia se observa que, al 2012, el déficit habitacional en el país fue de 1.647.093 unidades; es decir, de 16,4 % frente al 27 % del censo del 2005 según el DANE, que era el dato más reciente sobre el tema. En la actualidad, aún persiste la carencia de hogar o persisten falencias en las estructuras de las viviendas.

Además de lo anterior, se observa que los diferentes tipos de mobiliario de uso residencial se encuentran basados en construcciones convencionales y, en su defecto, las personas de bajos recursos o con motivaciones de uso de hábitat de rápido acceso acuden a las viviendas modulares o prefabricadas, además de un constante crecimiento de la preocupación de la afectación de los materiales en lo ambiental por los individuos, lo cual repercute en la construcción o adquisición de vivienda. Es así como en Colombia son utilizados los sistemas de casas prefabricadas en láminas de concreto y, en algunos casos, en madera, a lo cual este tipo de construcciones generan afectaciones de índole ambiental, económica y social.

“El déficit cuantitativo de vivienda bajó del 12,56% en 2005 al 5,54% en 2012. Se estima que 554.087 hogares requieren de una solución en vivienda”.

El estudio de la industria de la construcción en Colombia revierte en una gran oportunidad para el incremento en la demanda de vivienda, la cual, a pesar de los vaivenes de las variables económicas, se encuentra

con un constante crecimiento, especialmente en las zonas urbanas y capitales del país. Así mismo, el sector de construcción de vivienda, dada su interacción con las diversas actividades de los sectores económicos, presenta mayor posibilidad de dinamizar la economía e impulsar el crecimiento y la generación de empleo, entre otros. A comienzos del año 2012, “el sector de la construcción generó 188.000 nuevos empleos directos, en comparación con el mismo periodo del año 2011, siendo este un 19,1 % de los empleos generados en el país en esta fecha. Además del impacto social que implica para los hogares colombianos contar con más y mejores condiciones de habitabilidad”. Según el DANE, en su reporte del 7 septiembre de 2012 sobre viviendas VIS y no VIS, durante el transcurso del año el área destinada en Bogotá para viviendas de interés social ha presentado un aumento del 5,1% en lo registrado en doce meses a junio de 2012 (DANE, 2012).

La industria de la construcción aporta el 60 % de la contaminación mundial, ya que las materias primas convencionales como el ladrillo, cemento, hierro y sintéticos provienen de recursos naturales que no se renuevan nunca; y la madera proviene mayoritariamente de talas indiscriminadas, poniendo en riesgo la preservación de los ecosistemas y la vida. Es necesaria la utilización de recursos naturales renovables como la guadua, que posee una gran capacidad de auto-renovación, pues crece hasta 25 metros en 6 meses en las condiciones ideales.

La guadua es catalogada como el acero vegetal por su composición de filamentos microscópicos que en conjunto constituyen un tejido de gran resistencia estructural, y su implementación ha sido incorporada en el capítulo G del *Reglamento colombiano de construcción sismorresistente NSR-10*. Es un material que forma parte de la identidad cultural de Colombia, y que se perfila como una materia prima renovable muy apropiada para la industrialización de la construcción. Es así como se tomó de referente la empresa emprendedora Muiskey, la

cual mediante el fondo emprender (SENA) se encuentra realizando este tipo de pruebas con la guadua y los análisis de beneficios de las construcciones sostenibles en el caso de la guadua, a lo cual el empresario en conjunto con el grupo de trabajo Construeco Colombia, pretende estudiar y poder validar los beneficios de los sistemas constructivos a partir de procesos industrializados de guadua, para la obtención de superficies laminares que son transportables, combinables y económicas, aplicables en cualquier ámbito de la construcción urbana y rural. Según los procesos que comenta el arquitecto Fabián Martínez, el proceso de construcción de una vivienda en guadua se basa en los siguientes pasos:

- Adquisición y transporte del material (guadua rolliza y esterilla de guadua) y los “pegantes” con los que sea realiza el pegado de los paneles.
- Corte y adaptación de la esterilla para pegado, prensado y posterior terminado del panel.
- Corte de guadua rolliza acorde a las estructuras y diseño arquitectónico de la propuesta de vivienda.

Los anteriores pasos son los básicos de manera muy general y dicho sin técnica, de cómo se preparan anticipadamente los elementos para la construcción previa de una vivienda. Para los pasos anteriores se promedia la producción del material de una vivienda de 27 metros cuadrados en 3 días.

Luego de tener la materia prima para el sistema constructivo, se traslada al lugar de instalación, el cual debe cumplir con los debidos permisos de curaduría o del departamento de planeación, o del ente que regule dichas autorizaciones para construcción; adicionalmente, el terreno debe estar nivelado y con acceso a las redes de servicios públicos. Bajo estas condiciones, la casa estaría construida en un periodo aproximado de 3 días.

A partir de las evidencias e información brindada por el arquitecto Fabian Martínez, se puede llegar a va-

rias comparaciones frente al modelo de construcción convencional en mampostería (ladrillo-bloque):

- **Fuentes y obtención de materia prima:** Las fuentes de extracción y obtención de la construcción convencional son múltiples y algunas de estas afectan aspectos ambientales debido a la excavación y emisiones de gases en los procesos de manufactura de estos, entre otros; en comparación con la guadua, el material base es la planta, la cual sí es obtenida a partir de los productores de este material vegetal con el debido cumplimiento de las normas de aprovechamiento forestal que rigen en nuestro territorio.
- **Durabilidad y resistencia del sistema:** La guadua cumple y está contenida dentro de las normas de construcción NCR-10. Las construcciones en este material son altamente sismorresistentes, e igualmente representan menos peligro al ser livianas y tener características de baja inflamabilidad.
- **Adaptación y diseño con el entorno:** Al ser un material de construcción liviano por medio de los sistemas de anclaje de paneles, permite que se realicen diseños tanto a baja escala como en gran formato y que se puedan adaptar de manera fácil y eficiente a los terrenos y espacios, según los diseños arquitectónicos y mobiliarios del usuario.

Conclusiones

El mundo y nuestro país deben propender a la implementación de hogares amigables al entorno, no solo por la afectación de los materiales de construcción convencionales (arena, grava, cemento, entre otros), sino por la sostenibilidad de la vivienda en cuanto a temas de transporte al lugar de construcción del material y su disposición final.

Son muchos los elementos y materiales utilizados en la actualidad como formas y materias primas en la construcción de vivienda, pero es realmente la cultura

sostenible y ambiental del usuario final la que regula los mercados.

Dentro de las recomendaciones a tener en cuenta se debe generar un programa de divulgación social y académica de este tipo de sistemas mobiliarios, para que las comunidades puedan acceder a una vivienda digna sin afectar el medio ambiente, mitigando el impacto de la industria en la construcción convencional y su explotación de recursos a veces “indiscriminada” y sin manera de cultivar o generar dichos materiales a voluntad.

Agradecimientos

Agradecimientos al arquitecto Fabian Martínez y su empresa Muiskey en la toma de datos y los espacios brindados para la validación y entrevistas realizadas.

Referencias bibliográficas

- Bongiovanni, Beatrice (2007). Artículo Lifegate. Disponible en: www.ecosofia.org/2007/03/la_arquitectura_ecologica_10_principios.html
- Buiny (2008). *Bufete de Ingeniería de Yucatán*. (s.d.).
- Canter, Larry (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental*. Mc Graw Hill: Madrid.
- CENAC (2012). *Contexto Sectorial*. Obtenido de Ibagué-Tolima.
- Cerec (2006). “La gallina de los huevos de oro”. Grupo editorial 87: Bogotá, 1998. - Echarri Prim, Luis. *Ciclos de los elementos en los ecosistemas*. España.
- Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1987). *Nuestro futuro común*. Oxford University Press: Londres.
- Conesa, Vicente (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa: Madrid.
- Corporación Autónoma Regional del Quindío (2009). *Guía del usuario*. (s.d.).
- DANE (2012). *Vivienda vis y no-vis*. Bogota.
- Daniel, T.; Helms, J.; y Backer, F. (1982). *Principios de silvicultura*. Mc Graw Hill: México - Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD).
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2004-2007). *Planificación. Base de gestión municipal*. Bogotá.
- Domínguez, Gerardo (200\$). *Formulación y evaluación de proyectos sociales*. Biblioteca Jurídica Dike: Medellín. Ecofondo.
- García, J. A. (2014). *Crecimiento económico y empleo en Ibagué*. Obtenido de “Documentos de trabajo sobre economía regional”: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_210.pdf
- Guhl, Ernesto et al. (1998). *Guía para la gestión ambiental regional y local*. Fonade: Bogotá. Ingeniería Ambiental Universidad Distrital. Documento Soporte.
- Ibagué, A. D. (2016). Alcaldía de Ibagué. Obtenido de: <http://www.alcaldiadeibague.gov.co/portal/seccion/noticias/index.php?idnt=1644>
- Julca-Otiniano, A.; Meneses-Florián, L.; Blas-Sevillano, R.; y Bello-Amez, S. (2006). “La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura”. *Idesia* (Arica), 24(1): 49-61.
- Londoño, Ximena (2011). “El bambú en Colombia”. *Biotecnología Vegetal*. 11(3).
- Ministerio del Medio Ambiente (2002). *Manual de Evaluación de Estudios Ambientales*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e IDEAM (s.f.). *Sistema de Información Ambiental de Colombia*. (s.d.).
- Sampieri, R.; Fernández, C.; y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta. ed.). D.F., México: McGraw Hill.

Sostenible, C. C. (2014). Construcción Sostenible. Obtenido de: <http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/certificacion-de-edificaciones>.

VIP, A. G. (2016). Alcaldía de Ibagué. Obtenido de: <http://www.alcaldiadeibague.gov.co/portal/seccion/noticias/index.php?idnt=1089> Canter, Larry. (1998).

Utria, Rubén Darío (2001). "La dimensión ambiental del desarrollo". UJTL: Bogotá. 1986. - Vásquez, Guadalupe. *Ecología y formación ambiental*. McGraw Hill. México.

(s.n.). (2002). Solicitud Registro Calificado. Bogotá.

(s.n.). (2000). Plan de Ordenamiento Territorial. Bogotá.