

# **BAMBÚ GUADUA LAMINADO, MATERIAL ESTRUCTURAL PARA LA CONSTRUCCIÓN**

CAORI TAKEUCHI

*Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Grupo de Investigación Análisis, Diseño y Materiales GIES. [cptakeuchit@unal.edu.co](mailto:cptakeuchit@unal.edu.co)*

GRUPO DE TRABAJO

*Proyecto de investigación “Diseño y construcción de vivienda con elementos estructurales en Guadua laminada prensada pegada”. Universidad Nacional de Colombia*

## **RESUMEN**

En Colombia la *Guadua Angustifolia* Kunth es una de las especies de bambú de mayor demanda y mejor aceptación por parte del sector productivo, dada su presencia en diferentes regiones, fácil capacidad de propagación, rápido crecimiento, corta edad de aprovechamiento y su enorme potencial para la construcción, elaboración de muebles, artesanías, además de sus características benéficas para el medio ambiente. La explotación responsable del recurso bambú guadua para la construcción de viviendas, podría generar fuentes de ingreso y empleo para las áreas rurales. Durante el desarrollo del proyecto de investigación “Diseño y construcción de vivienda con elementos estructurales en Guadua laminada prensada pegada”, se elaboró un estudio de mercado que muestra la viabilidad del uso del laminado de guadua para vivienda.

**PALABRAS CLAVE:** Guadua, laminados, vivienda de interés social, estudio de mercado

## **ABSTRACT**

In Colombia the *Guadua Angustifolia* Kunth is one of the bamboo species of higher demand and better acceptance by the productive sector, given its presence in different regions, its easy propagation, fast growth, young age of use, and their enormous potential for construction, furniture making, handicrafts, in addition to its beneficial characteristics for the environment. A responsible exploitation of bamboo guadua resource for housing construction could generate sources of income and employment for rural areas. During the development of the research project "Design and construction of housing with structural elements in laminated guadua", a market research was carried out and shows the feasibility of the use of laminated bamboo for housing.

**PALABRAS CLAVE:** Bamboo guadua, laminates, social housing, market research

## **INTRODUCCIÓN**

El presente escrito fue elaborado con base en el estudio de mercado parcial <sup>1</sup> y el estudio de mercado final <sup>2</sup> desarrollados durante el proyecto de investigación “Diseño y construcción de vivienda con elementos estructurales en guadua laminada prensada pegada”.

## **CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA EN COLOMBIA.**

La cadena productiva de la guadua, surge como una alternativa de diversificación y de oportunidades que contribuyan al desarrollo empresarial, a mejorar la rentabilidad y competitividad del campo, y su incorporación en los programas de política gubernamental en el marco de la Ley 811 de 2003<sup>3</sup>.

De los principales problemas por eslabón de la cadena de la guadua<sup>1</sup> se pueden mencionar:

En cuanto a silvicultura: escaso manejo de guaduales naturales, baja cobertura de guaduales plantados con criterio comercial, poco sentido de pertenencia y de conocimiento por parte de los propietarios sobre el manejo de la guadua como negocio, poco conocimiento y/o divulgación por parte de las autoridades e instituciones de las bondades de la guadua para la preservación de cuencas hidrográficas, control de erosión del suelo en zonas de ladera, captación de CO<sub>2</sub>, producción de oxígeno y parte fundamental en el equilibrio de los ecosistemas, y un desconocimiento, escasez y/o ausencia de proyectos de investigación sobre la etiología de agentes infecciosos que tienen que ver con el medio ambiente.

En cuanto a cosecha y poscosecha: Ejecución de cortes inadecuados en el aprovechamiento de la guadua que generan pudrimiento y deterioro de los guaduales, ausencia de criterios de selección de materia prima en el proceso de aprovechamiento, aplicación de métodos para preservación y secado de la guadua que no siempre garantizan la calidad de los productos, incremento de los costos de la materia prima por pérdidas ocasionadas por el empleo de prácticas empíricas e inadecuadas en el aprovechamiento, manejo y transporte de la guadua, ausencia de estándares que determinen los parámetros para la selección desde el gradual según los usos y falta de mano de obra calificada para demandas específicas de los empresarios.

Adicionalmente se ha encontrado falta de conocimiento de todos los agentes empresariales e institucionales sobre las normas de aprovechamiento, preservación y secado de la guadua y sobre las normas de certificación forestal voluntaria, informalidad en la contratación de aprovechamientos y en la contratación de personal, bajos niveles de ingreso, y de seguridad social e industrial de las personas que llevan a cabo esta etapa, dificultades relacionadas con la tramitología y los procedimientos de aprobación de los permisos de aprovechamiento por parte de

---

<sup>1</sup> Ballesteros Jorge. Informe parcial del estudio de mercado para viviendas construidas con elementos estructurales elaborados en Guadua laminada, prensada, pegada. Universidad Nacional de Colombia. Noviembre 2009

<sup>2</sup> Bolaños Alvaro. Informe final del estudio de mercado para viviendas construidas con elementos estructurales elaborados en Guadua laminada, prensada, pegada. Universidad Nacional de Colombia. Marzo 2012

<sup>3</sup> Restrepo V. Ana M. Informe Secretaria Técnica nacional de la cadena Productiva de la Guadua. Fedeguadua. Marzo 2008

las corporaciones autónomas regionales y pérdida de algunas técnicas de aprovechamiento que han dado buenos resultados como el proceso de curado en el guadua después del corte.

En cuanto a la transformación y procesamiento: Altos costos de adaptación de tecnología por el empleo de equipos y maquinarias obsoletas y de bajo rendimiento, aplicación de métodos de ensayo error en los procesos de preindustrialización, desconocimiento de los estándares de calidad que demanda el mercado nacional e internacional, baja capacidad de gestión, de organización y desarrollo empresarial, en las organizaciones que participan en la cadena productiva, poco estímulo para la innovación y desarrollo tecnológico en procesos de transformación, falta de unidad de criterio en los contenidos y metodologías para la transferencia de conocimiento sobre los diferentes temas relacionados con los negocios de la guadua para cada uno de los actores que intervienen en la cadena productiva, ausencia de estructuras de costos por línea de negocio y ausencia de planes estratégicos de visión.

También se han encontrado problemas con la adaptación de maquinaria importada diseñada para procesar otras especies de bambúes que no se adaptan a la dureza y grosor de la *Guadua angustifolia*. Escaso interés de la empresa privada en generar procesos agroindustriales que le den valor agregado a la guadua debido a que la mayoría de los sitios de producción de materia prima pertenecen a campesinos. Finalmente tampoco se observa fomento de las instituciones del estado a través de las administraciones municipales para que formulen proyectos de vivienda de interés social (VIS) e interés prioritario (VIP) en las zonas donde la guadua es un cultivo silvestre y el costo de la materia prima y de la tierra no son críticos para un proyecto.

En cuanto a la comercialización: No se tienen estudios de mercado nacional e internacional para los diferentes tipos de productos y no se cuenta con información e investigaciones sobre requisitos y estándares de calidad según requerimientos de mercado.

## **CONSIDERACIONES A CERCA DE LA SITUACIÓN DEL MERCADO DE LA VIVIENDA EN COLOMBIA**

La crítica situación de la vivienda en Colombia puede resumirse en las siguientes cifras: en el 2003 se estimaba que existía un déficit nacional de unas 2.3 millones de viviendas (1.5 millones cuantitativo, 0.8 millones cualitativo), que el 30% de los hogares presentaba alguna carencia de vivienda, y que 1.35 millones de hogares vivían en asentamientos precarios (0.23 millones en viviendas no susceptibles de mejorar, 0.85 millones con déficit cualitativo y 0.27 millones en zonas de alto riesgo)<sup>4</sup>

El déficit de vivienda no está distribuido homogéneamente a través de las clases sociales. Los estratos socio-económicos más altos (4, 5 y 6) gozan de las condiciones económicas necesarias para acceder a una vivienda a través del mecanismo del mercado formal, solución negada a una proporción significativa de los estratos más bajos (1, 2 y 3). Al tener en cuenta que de los 205.000 hogares que se formaron en 2005, el 70% corresponde a estos estratos socio-económicos inferiores, y por lo tanto a la demanda de una vivienda de interés social (DNP, 2005), entonces no

---

<sup>4</sup> Departamento Nacional de Planeación, DNP, 2005

es de sorprenderse que la informalidad, es decir, aquellas soluciones de vivienda construidas por fuera de las normas jurídicas, administrativas, financieras y técnicas, sigue siendo el destino de un creciente número de familias<sup>5</sup>.

Fomentar la construcción y garantizar el acceso al crédito es indispensable para reducir el déficit de vivienda en Colombia, que afecta al 31% de los hogares. El gobierno nacional reconoce que el déficit alcanza más de 2,3 millones de unidades habitacionales de las cuales 1,5 millones equivalen a la diferencia entre número de hogares y unidades de vivienda (déficit cuantitativo) y 800.000 corresponden a aquellas susceptibles de ser mejoradas en términos de calidad y servicios (déficit cualitativo). Según datos DANE 2008, cada año se conforman en las ocho principales ciudades del país cerca de 120.000 hogares, generando una fuerte presión sobre la demanda actual y futura por vivienda urbana.

De acuerdo a los resultados de una Investigación de la Facultad de Economía de la Universidad del Rosario, se reconoce un giro importante desde el año 2002 en la política nacional de vivienda cuyo objetivo ha sido incrementar el número de hogares propietarios<sup>5</sup>. Dado que el 77% de los hogares no propietarios poseen ingresos inferiores a 4 salarios mínimos y el 66,2% de los hogares no propietarios se encuentran dentro del sector informal, la única opción de este grupo de hogares para acceder a vivienda propia, es a través de los programas de subsidio familiar para vivienda de interés social.

En la evaluación inicial de segmentos y tendencia de mercado de vivienda en Colombia, en primera instancia se considera conveniente orientar el desarrollo de alternativas de construcción de vivienda social, teniendo en cuenta el déficit actual y la demanda proyectada por parte de segmentos conformados por familias de ingresos bajos a medios, segmentos a los cuales a través de la política nacional de vivienda se ha focalizado la asignación de recursos y facilidades acceso a crédito para vivienda. Una de las estrategias establecidas por el Gobierno Nacional, es el acceso a crédito por parte de hogares con ingresos inferiores a 2 salarios mínimos.

Teniendo en cuenta que las gobernaciones y las alcaldías son las encargadas de formular los proyectos, de la contratación de los otros y de la designación de los supervisores de los proyectos; un paso de las comunidades a través de sus representantes, es participar en la elaboración de los planes de desarrollo departamental, regional y municipal para que en los respectivos presupuestos se designen partidas para vivienda de interés social, VIS, y prioritario VIP.

En el año 2011 el gobierno nacional asignó \$222.000 millones para el VIS rural, de este año el 76% se destinó para la vivienda afectada por la ola invernal, priorizando la construcción en lote propio (cualquier campesino de escasos recursos de la región de Rionegro tiene tierra) y con un máximo de 25 SMMLV (Salario mínimo legal vigente). Para mejoramiento se estableció 7.5 SMMLV y se podrá financiar hasta el 100% del valor de la vivienda, pero los damnificadas

---

<sup>5</sup> Development Planning Unit – DPU University College London. Suelo urbano y vivienda para la población de ingresos bajos. Estudios de caso: Bogotá-Soacha-Mosquera; Medellín y Área Metropolitana. 2006

deben estar validados por el DANE para acceder al beneficio; si en las alcaldías o gobernaciones no hicieron la inscripción no se podrán acceder a estos rubros.

El decreto No 951 de 2001 del Ministerio de Desarrollo Económico establece que una VIS puede valer entre 70 y 135 SMMLV. El decreto No 4466 de 2007 del Ministerio de Vivienda establece que una VIP estaría en un valor menor o igual 70 SMMLV.

## **CASO DE ESTUDIO. REGION DE RIONEGRO. DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA. COLOMBIA.**

### **Limitaciones para el manejo y aprovechamiento de guadua en el Departamento de Cundinamarca, Región de Rionegro.**

Según la experiencia de campo obtenida en el desarrollo del proyecto de investigación adelantada por la Universidad Nacional, existe una gran limitante en cuanto a la disponibilidad actual de materia prima de óptima calidad en la Región de Rionegro, condición que restringe el desarrollo de líneas de producción de productos a partir de guadua laminada a gran escala. Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

El mejor desarrollo de la especie *Guadua angustifolia*, se logra en sitios con altitudes comprendidas entre 1300 msnm. y 1500 msnm. La calidad de la guadua está condicionada a las prácticas silviculturales realizadas en el guadua, la mayoría de los guaduales de la región de estudio son naturales con escasa o ninguna intervención.

No hay registro de los culmos según fecha de brote por lo cual la edad de la guadua en el momento del aprovechamiento se estima por métodos visuales en donde se evalúan aspectos externos del tallo tales como el color, presencia de líquenes, hongos y musgo, presencia o ausencia de hojas caulinares y la variedad o biotipo. Se evalúan otros aspectos como el diámetro, la rectitud, la longitud y el espesor de pared durante su comercialización. Por lo tanto, de lo acertado que haya podido resultar la selección visual de una guadua, dependerá en gran medida su futura durabilidad y resistencia y por ende la calidad de los productos obtenidos. Para el caso de la producción de elementos laminados se aprovechan las secciones de cepa y basa, es decir, entre los 6 y 7 mts iniciales de cada guadua, lo anterior, en razón a las condiciones de espesor de pared y rectitud de la guadua requeridas para la producción de tablillas.

Factor crítico en el aprovechamiento de la guadua son los permisos de aprovechamiento y de transporte. Los campesinos deben trasladarse a tramitar las licencias a la oficina regional de la corporación encargada de darlos con sede en Pacho Cundinamarca; como las carreteras son pésimas, debido a la pluviosidad de la región de Río Negro (bosque húmedo tropical 3.000 mm promedio de precipitación año) con jornadas en carro y a lomo de mula, una vez radicada la solicitud entra en turno para la visita del técnico, la cual puede tardar hasta 6 meses debido a las distancias, la escasez de personal y de vehículos de la institución.

Una vez hecho el corte autorizado de varas de guadua, se debe esperar el periodo de curado en mata para garantizar la calidad de la materia prima y la nueva visita de la entidad que autoriza el corte, para corroborar la cantidad aprovechada y la correcta ejecución de las prácticas silviculturales del corte; después de esta visita se tramita la autorización del transporte al sitio de transformación o al centro de consumo. A veces las licencias vencen y se debe tramitar una prórroga; esta situación se puede presentar por la falta de vías en épocas de invierno que impiden que se realice el transporte oportunamente.

### **Oferta de guadua para la producción de elementos laminados en el Departamento de Cundinamarca, Región de Rionegro.**

La región de Rionegro ha padecido todas las formas de violencia que han azotado a Colombia en los últimos 60 años entre los cuales se puede mencionar la violencia partidista que generó el primer gran desplazamiento de población en la década de los 50 del siglo pasado, la violencia esmeraldera por su proximidad con las minas de Muzo Boyacá, la violencia guerrillera y paramilitar que ha ocasionada retaliación de una y otra sobre la población civil acusándolas de cómplices o auxiliares, la violencia derivada de cultivos ilícitos, producción y tráfico de narcóticos, saqueo y tráfico ilegal de combustibles y la violencia común en las formas más sofisticadas de prácticas criminales (sicariato, secuestro, extorsión y robo).

Por esto, la región presenta índices de pobreza, analfabetismo, deficiencia de vías de comunicación, centros de educación y servicios de salud, a pesar de tener suelos muy ricos, fuentes hidrográficas abundantes, pluviosidad repartida durante todo el año. En esta región el precio de la tierra es muy bajo y la guadua es un cultivo endémico en la región.

En cuanto a los aspectos productivos de los rodales de guadua en Cundinamarca y concretamente para la Región de Rionegro, no se posee información documentada sobre los rendimientos obtenidos por área.

Para efectos de una estimación de oferta, según algunas experiencias de campo realizadas en los municipios de Pacho y Yacopí (Corregimiento de Ibama), regiones objeto del proyecto de investigación de la Universidad Nacional, se calculan 600 guaduas maduras, óptimas para aprovechamiento por hectárea, por turno o entresaca con ciclos entre 18 y 24 meses; siendo los biotipos o variedades guadua Macana y guadua Cebolla las presentes en la región en mayor proporción, seguida de la variedad Castilla. A partir de los datos obtenidos en los procesos de fortalecimiento de la cadena productiva de la guadua en la provincia de Rionegro, se estima una oferta actual de guadua de 300 Has, las cuales corresponden principalmente a rodales naturales con áreas inferiores de 1 hectárea (entre 0.2 a 0.5 Ha por rodal), localizados principalmente en los municipios de Topaipí, El Peñón, La Palma, Yacopí, Paima y Pacho. Con base en las anteriores consideraciones, se estima una oferta de guadua actual para la región de Rionegro de aproximadamente unos 6.000m<sup>3</sup> anuales de guadua rolliza apta para la producción de laminados. (1m<sup>3</sup> equivale a 20 guaduas en pie en rodal).

## **Análisis del mercado potencial de vivienda de interés prioritario en la provincia de Rionegro, departamento de Cundinamarca**

Para el caso del Departamento de Cundinamarca, el índice de condiciones de vida (ICV) del departamento es calificado como medio, alcanza 77.76 puntos, es inferior en 11.40 puntos al ICV de Bogotá (89.16) y en 7.21 puntos al de Valle del Cauca (84.98). Estos últimos son los departamentos con mayor ICV a nivel nacional. Para Cundinamarca el tema de ICV calidad de la vivienda es uno de los más críticos según diagnóstico Socioeconómico del departamento de Cundinamarca elaborado por el DANE<sup>6</sup>. De acuerdo a la información, la población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) de Cundinamarca alcanzó 485.598 personas, es decir, 21.16% de la población departamental. De las 15 provincias del departamento, Río Negro y Medina son las que presentan mayor porcentaje de personas en NBI subregional, 43.13% y 41.09% respectivamente.

### **Aspectos claves para el desarrollo de proyectos de vivienda con guadua laminada**

En Colombia el material más usado para la construcción de vivienda de interés social es la mampostería; tradicionalmente se ha usado la mampostería sin refuerzo debido a que es común la autoconstrucción. Desde la expedición del primer código colombiano de construcciones sismorresistentes, en 1984, solo es permitida por Ley Nacional la mampostería reforzada. Así, actualmente viviendas legales, que cuentan con licencia de construcción son fabricadas usando mampostería con bloques de perforación vertical o confinada. Sin embargo, aún existen construcciones informales en las cuales es muy común la práctica de la mampostería sin refuerzo.

Existen los sistemas prefabricados, los cuales son una excelente alternativa, pero no son muy utilizados en nuestro país. Todos los sistemas prefabricados deben contar con la homologación dada por la comisión asesora permanente del régimen de construcciones sismorresistentes y actualmente solo se cuenta con cuatro (4) sistemas homologados: sistema de muros con paneles en concreto, drywall, y plaquetas de concreto y perfilera metálica, adicionalmente, existe un sistema prefabricado homologado conocido como vivienda celular eternit el cual es más usado para construcción de campamentos de obra que para vivienda.

Es bastante conveniente dar nuevas alternativas para la construcción de vivienda debido al gran problema habitacional que aqueja a nuestro país. Las propuestas innovadoras en cuanto a diseño y materiales para proyectos de vivienda tienen un gran potencial, proyectos constructivos que se vienen desarrollando en torno al uso de la guadua como material principal, presentan una buena aceptación en el mercado nacional gracias al posicionamiento de construcciones, infraestructuras de tipo social y/o institucional en varias regiones del país. En este sentido, entre otros, el diseño, combinación o asociación de materiales, acabados, belleza estética y durabilidad, son factores que determinan el grado de aceptación por parte del cliente. En esencia, en la construcción con guadua especialmente, desarrollar modelos constructivos con alto valor agregado y de calidad, incorporando variables como confort térmico y acústico, espacio, durabilidad y seguridad.

---

<sup>6</sup> Dane - DNP 2005. Diagnóstico Socioeconómico de Cundinamarca. Junio de 2008.

Si se analiza desde el punto de vista ambiental, la guadua presenta una mejor perspectiva con respecto al uso de la madera, debido a que es de rápido crecimiento y con solo cuatro años luego del nacimiento del rebrote ya ha alcanzado sus características óptimas para ser usada en la construcción. En términos económicos la guadua se presenta como una excelente alternativa, pues se consigue a muy bajo costo y es de fácil adquisición sobretodo en el sector rural

La investigación en los procesos constructivos con guadua laminada, en temas como preservación, propiedades térmicas, acústicas y de protección contra fuego, son fundamentales para el desarrollo de tecnologías constructivas que cumplan con los estándares y/o normas sectoriales, y su aceptación en el mercado. Igualmente es importante explorar posibilidades de aplicación para los subproductos de la guadua, especialmente en la fase de desarrollo y/o fabricación de elementos tales como paneles y elementos laminados no estructurales.

Otros parámetros a considerar en el desarrollo de prototipos de vivienda con guadua laminada, son la coordinación modular, espacios, luces, sismoresistencia. Un aspecto clave es el relacionado con las posibilidades y/o alternativas de desarrollo progresivo a partir de unidad habitacional básica. La principal dificultad para trabajar con la guadua en su estado natural es la incertidumbre en sus propiedades mecánicas; la opción de trabajar con guadua laminada con resistencia y secciones geométricas establecidas, facilita su diseño estructural y da una garantía de calidad.

Considerando la construcción con guadua laminada como una alternativa reciente para el mercado nacional, es fundamental avanzar en la innovación tecnológica en los procesos de producción de los laminados de guadua, que conduzca a manejar unos costos competitivos y simultáneamente contribuya en la reducción de impactos ambientales en sus procesos, estos aspectos constituirán el factores diferenciadores frente a otros sistemas o alternativas constructivas que actualmente existen en el mercado de la construcción. Dados los altos costos de construcción, la calidad cuestionable de las obras destinadas a personas de escasos recursos, son razones por las cuales se hace necesario generar soluciones constructivas técnica y económicamente viables en el corto plazo.

## **VIABILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN CON GUADUA LAMINADA**

A partir de la los resultados obtenidos de los viviendas prototipo desarrolladas en el marco del proyecto de investigación “Diseño y construcción de vivienda con elementos estructurales en Guadua laminada prensada pegada” desarrollada por la Universidad Nacional, la propuesta constructiva con elementos estructurales a partir de guadua laminada como material principal, se considera técnicamente viable dado el nivel de desarrollo de los paquetes tecnológicos desarrollados y la disponibilidad de materias primas en el país para el montaje de líneas de producción de elementos laminados a partir de guadua. Respecto a los costos de las propuestas de vivienda, a continuación se presentan las estimaciones realizadas en el proyecto citado.

### **Opción 1.**

Estimación de guadua requerida para producción de elementos laminados: 2538 ml



Presupuesto para la construcción de la casa construida con urea melanina formaldehido nacional y factor de seguridad de 4: Año 2012: COL\$340000/m<sup>2</sup> (US\$ 185/M<sup>2</sup>) SMLV COL\$ 566700.  
Año 2016: COL\$415000/m<sup>2</sup> (US\$ 125/M<sup>2</sup>) SMLV COL\$ 689500

### **Opción 2.**

Estimación de guadua requerida para producción de elementos laminados: 1269 ml  
Presupuesto para la construcción de la casa construida con urea melanina formaldehido nacional y factor de seguridad de 2: Año 2012: COL\$240000/m<sup>2</sup> (US\$ 130/M<sup>2</sup>)  
Año 2016: COL\$292000/m<sup>2</sup> (US\$ 90/M<sup>2</sup>)

### **Opción 3.**

Estimación de guadua requerida para producción de elementos laminados: 2538 ml  
Presupuesto para la construcción de la casa construida con urea melanina formaldehido importado y factor de seguridad de 4: Año 2012: COL\$376000/m<sup>2</sup> (US\$ 204/M<sup>2</sup>) 566700.  
Año 2016: COL\$457000/m<sup>2</sup> (US\$ 140/M<sup>2</sup>)

## **CONCLUSIONES**

La construcción con elementos estructurales a partir de guadua laminada permite incorporar en las viviendas parámetros como: la coordinación modular, seguridad antisísmica, condiciones adecuadas de habitabilidad, durabilidad y belleza estética; sin embargo, en nuestro país existen barreras culturales respecto de la aceptación de un recurso como la guadua, las cuales pueden limitar las opciones de proyectos de construcción con este recurso en la vivienda, en primer lugar surgen expectativas sobre la calidad del material, y la durabilidad, entre otros factores.

El desarrollo de esta línea de producción de viviendas con guadua laminada como material principal es viable a través de la gestión conjunta público privada en la ejecución de proyectos de vivienda en los cuales se favorezca un modelo de gestión que integre a los diferentes actores del mercado de la construcción de Vivienda de Interés Social (gobierno, constructores, proveedores, y usuarios), para lograr vencer las barreras que se presentan en el momento de la implementación y transferencia de nuevas tecnologías constructivas.

El aspecto crítico de la vivienda social se acentúa cada día dada su baja oferta, sumado al hecho de que su precio no está al alcance de los hogares que más demandan este tipo de vivienda. Frente a la propuesta constructiva con guadua laminada, es importante determinar los componentes y materiales con mayor potencial para la disminución del costo, con el fin de ser competitivo frente a alternativas constructivas tradicionales disponibles en el mercado.

Del trabajo de campo en la investigación de mercados a través del sistema de encuesta de grupos focales con académicos, constructores, investigadores, estudiantes y profesionales de pregrado y posgrado de ingeniería y artes, maestros de obra, aprovechadores silviculturales, productores y usuarios, se concluye que el área de vivienda de interés social o prioritaria debería ser de 72mts<sup>2</sup>, con un número de 3 alcobas y un costo por metro cuadrado entre \$400.000 - \$500.000 (para el año de elaboración del estudio de mercado, 2012) y debería tener las siguientes características:

Resistencia, sismoresistencia, durabilidad, costo razonable, ambientalmente amigable, espacio, estética y belleza, confort, resistencia al fuego y seguridad.

Los pequeños propietarios del campo en la región de Rionegro y algunos habitantes del área urbana que igual poseen predios rurales y que habitan en viviendas de malas condiciones y que están incluidos en los estratos 1, 2 y 3, que han sido víctimas de desplazamiento, de la ola invernal, violencia generalizada y de estragos ambientales causados por cultivos ilícitos, podrían ser beneficiarios de proyectos de VIS y VIP. Los pequeños propietarios poseen un rodal de guadua de por lo menos  $\frac{1}{4}$  de Ha.

Una alianza estratégica entre el estado, la empresa privada y los campesinos, serviría para formular proyectos de VIS y VIP. El campesino puede proveer la materia prima (guadua rolliza o en forma de tiras). Como posee la guadua y puede transformarla en tiras, le entrega al procesador agroindustrial institucional o privado para que le produzca los laminados necesarios para construir su vivienda; paga la maquila de laminado con materia prima, no tiene que desembolsar dinero solo aportar mano de obra.

Teniendo la estructura se podría acceder a un subsidio de VIS o VIP y con ello hacer la cimentación, la cubierta, el encerramiento, las divisiones y la acometida de servicios básicos. Bajo estos parámetros, tendría una vivienda que cumpliría las características deseables para una vivienda.

De acuerdo a los prototipos desarrollados por el proyecto de investigación de la Universidad Nacional de Colombia, un campesino que posee un rodal de  $\frac{1}{4}$  de Ha (2.500 m<sup>2</sup>) puede aprovechar en cada corte 150 guaduas cada 1-2 años, dependiendo del manejo y la especie de guadua y la calidad del suelo. 150 guaduas aportan 10 mts de tallo aprovechable para latear y de cada metro se puede obtener 8 latas lo que daría 12.000 mts lineales de latas de 2.5 cm de ancho y 0.5 a 1 cm de espesor. Para una construcción de 72 mts<sup>2</sup> con factor de seguridad 4 se necesitaría 10.150 mts lineales de latas de guadua. Para una vivienda de 72 mts con factor de seguridad 2 se necesitaría 5.075 mts lineales de latas de guadua.

Asumiendo que aproximadamente en la región de Rionegro hay 300 Has de rodales naturales de guadua, se dispondría de más o menos 14.400.000 metros lineales de lata de guadua por corte, lo que sería suficiente para construir 1418 soluciones de vivienda con factor de seguridad 4, o 2836 con factor de seguridad 2.

Esto sería el primer paso para generar un gran desarrollo socio económico y cultural en la región posibilitando en un futuro próximo excedentes de laminados para comercializar en el mercado interno o para exportación.

Es posible construir una planta de procesamiento de lateado y laminado con infraestructura y maquinaria con menos de COL\$500.000.000 de pesos, con una alta rentabilidad y un rápido retorno de la inversión. Este proyecto además ocuparía mano de obra especializada y no especializada con beneficio de una amplia población.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores manifiestan su agradecimiento al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y a la Corporación Regional de Ibama Yacopí por el apoyo dado para el proyecto de investigación “Diseño y construcción de vivienda con elementos estructurales de guadua laminada pegada prensada”

## **BIBLIOGRAFÍA**

ALTA CONSEJERÍA PARA LA REINTEGRACIÓN (ACR). Diagnóstico socio-económico Departamento de Cundinamarca. Bogotá, Junio 2008.

BALLESTEROS JORGE. Informe parcial del estudio de mercado para viviendas construidas con elementos estructurales elaborados en Guadua laminada, prensada, pegada. Universidad Nacional de Colombia. Noviembre 2009

BOLAÑOS ALVARO. Informe final del estudio de mercado para viviendas construidas con elementos estructurales elaborados en Guadua laminada, prensada, pegada. Universidad Nacional de Colombia. Marzo 2012

CASTAÑO, F. Industrialización sostenible de la guadua. USAID – Fundación Chemonics – Tecniforest. Proyecto CAD. Buga, Valle del Cauca, diciembre 2001.

CLAVIJO, S., JANNA, M., MUÑOZ, S. La vivienda en Colombia: sus determinantes socio-económicos y financieros. Banco de la República, Colombia; 2004.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Índice de costos de la construcción de vivienda [En línea].

<[http://www.dane.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=159&Itemid=117](http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=159&Itemid=117)>

GRUPO DE INVESTIGACIÓN, FACULTAD DE ECONOMÍA, UNIVERSIDAD DEL ROSARIO. Política de vivienda: alcances y perspectiva. Universidad del rosario. Facultad de economía. 2008.

MARTINEZ, E. Vivienda de interés social sostenible [trabajo final ingeniería civil]. Bogotá, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Los Andes; 2008.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Lineamientos de política y consolidación de los instrumentos para la habilitación de suelo y generación de oferta de vivienda. Documento CONPES 3583. Bogotá, 28 de abril de 2009.

RESTREPO, A. Informe secretaría técnica nacional de la cadena productiva de la guadua. Fedeguadua. Marzo, 2008.

RODRIGUEZ, H. Taller Internacional de entrenamiento en tecnologías y procesos para la obtención de productos de uso diario elaborados a partir del bambú. Informe de participación. El Renuevo. Boletín Sociedad Colombiana del Bambú, No. 6, Noviembre 2005.

RODRIGUEZ, J. Vivienda de interés social en guadua laminada prensada pegada. En: primer congreso de bambú y madera laminada, Bogotá, 2010.

SOCHA, I., MARIN, S., PEÑA, M. Plan de manejo ambiental para la instalación de un cultivo tecnificado de guadua angustifolia kunth en la vereda agua blanca del Municipio de La Peña (Cundinamarca) [trabajo final especialización en evaluación del impacto ambiental de proyectos]. Bogotá: Facultad de ciencias naturales, Universidad Jorge Tadeo Lozano; 2009.