

Guadua: Una Alternativa para la Construcción de Vivienda de Interés Social Rural en Leticia –
Amazonas

Lady Stephania Pérez Sánchez

Pedro Alexander Martínez Barrera

Sergio Andrés Chavarro Morales

Universidad EAN

Mayo 29 de 2018

Nota

Facultad de ingeniería, Seminario de Investigación, Profesor: Alberto Uribe, Especialización en Gerencia de Proyectos, Universidad EAN. La correspondencia relacionada con este documento deberá ser enviada a lperezs68615@universidadean.edu.co

**GUADUA: UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE
INTERÉS SOCIAL RURAL EN LETICIA - AMAZONAS**

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. OBJETIVO GENERAL	11
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. MARCO TEÓRICO	14
4.1 La Guadua y su introducción en la Construcción	15
4.2 Normatividad	18
4.2.1. Leyes y decretos relacionados con la vivienda de interés social rural	19
4.2.2. Leyes, decretos y normas relacionados con la construcción	23
4.3 Construcciones sostenibles	24
4.3.1 País en construcción	24
5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
5.1 Enfoque de la investigación	26
5.1.1 Caracterización del material Guadua y marco histórico del sistema de VIS en Colombia.	27
5.1.2 Encuesta a una muestra de la población que se verá beneficiada con la propuesta de construcción en Guadua, en la ciudad de Leticia y análisis de los resultados	27

	4
5.1.3 Evaluación técnica y económica de la estructura propuesta para la construcción de una unidad de vivienda de interés social rural en Guadua.	28
5.1.4 Comparación de la construcción de vivienda de interés social rural con estructura en guadua Vs. estructura tradicional.	29
6. HIPÓTESIS	30
7. DESARROLLO	31
7.1 Caracterización del material Guadua y marco histórico del sistema de VIS en Colombia.	31
7.1.1 Caracterización de la Guadua Angustifolia kunth	31
7.1.1.1 Morfología de la Guadua:	33
7.1.1.2 Propiedades mecánicas de la guadua	34
7.1.2 Marco histórico del sistema de Vivienda de interés social en Colombia	39
7.2 Encuesta a una muestra de la población que se verá beneficiada con la propuesta de construcción en Guadua, en la ciudad de Leticia.	40
7.3 Evaluación técnica y económica de la estructura propuesta para la construcción de una unidad de vivienda de interés social rural en Guadua.	47
7.3.1 Evaluación técnica	47
7.3.2 Evaluación económica	53
7.4 Comparación de la construcción de vivienda de interés social rural con estructura en guadua Vs. estructura tradicional.	60

GUADUA: ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA

	5
7.4.1 Proyectos con estructura en Guadua en Colombia	61
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
11. ANEXOS	68

TABLAS

Tabla 1. Caracterización de la Guadua	31
Tabla 2. Desarrollo Optimo de la Guadua	32
Tabla 3. Esfuerzos admisibles (en MPa) para contenido de humedad de 12%.	37
Tabla 4. Módulos de elasticidad (en MPa) para contenido de humedad de 12%.	38
Tabla 5. Coeficiente de modificación por duración de la carga.....	38
Tabla 6. Coeficiente de modificación por contenido de humedad.....	38
Tabla 7. Ecuación para hallar la media de población a encuestar.....	40
Tabla 8. Cantidades de Obra - Columnas	53
Tabla 9. Cantidades de Obra – Vigas.....	53
Tabla 10. Cantidades de Obra - Guadua	54
Tabla 11. Cotización proveedores de material Guadua.	55
Tabla 12. Cantidades y tiempo de entrega de material Guadua.....	55
Tabla 13. Costos de material Guadua y Transporte.	55
Tabla 14. Costos de materiales Bogotá y Leticia.....	57
Tabla 15. Cantidades de varilla roscada para construcción en Guadua	58
Tabla 16. Cantidad de mortero para construcción en Guadua.	58
Tabla 17. Costo total construcción estructura en Guadua en Leticia.....	59
Tabla 18. Análisis de costos totales Estructura Tradicional vs. Estructura en Guadua en Leticia.	59
Tabla 19. Comparación estructura en guadua Vs. estructura tradicional.....	60

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Morfología de la Guadua.....	33
Ilustración 2. Montaje para ensayo a compresión	35
Ilustración 3. Montaje para Ensayos a Flexión	35
Ilustración 4. Montaje para ensayos a cortante paralelo a la fibra.	36
Ilustración 5. Probeta de ensayo a tensión.	36
Ilustración 6. Vista isométrica trasera de VISR proyecto tipo	48
Ilustración 7. Vista isométrica superior (sin techo) de VISR proyecto tipo.....	48
Ilustración 8. Vista isométrica lateral 2 de VISR proyecto tipo.....	49
Ilustración 9. Vista isométrica lateral 1 (sin techo) de VISR proyecto tipo.....	49
Ilustración 10. Planta de cimentación de la VISR proyecto tipo.....	50
Ilustración 11. Esquema 1 de Estructura en Guadua propuesta.	51
Ilustración 12. Esquema 2 de estructura en Guadua propuesta.	52
Ilustración 13. Iglesia de Pereira (Fachada)	61
Ilustración 14. Iglesia de Pereira (Interior)	61
Ilustración 15. Puente Guadua Bogotá - Calle 80	62
Ilustración 16. Tienda Carrefour - Girardot	62
Ilustración 17. Vivienda de interés social con Guadua - Girardot 2003.	63
Ilustración 18. Biblioteca pública Guanacas, Inza - Cauca.....	63

GRÁFICAS

Gráfica 1. Población encuestada en Leticia que cuenta con vivienda propia 41

Gráfica 2. Población encuestada en Leticia candidatos a recibir beneficio de VIS..... 41

Gráfica 3. Población encuestada en Leticia que Diferencia conceptos de Construcción Sostenible y Tradicional 42

Gráfica 4. Población encuestada en Leticia que conoce la Guadua..... 42

Gráfica 5. Población encuestada en Leticia que desconoce el uso de la Guadua en la construcción de vivienda..... 43

Gráfica 6. Población encuestada en Leticia que ha visto construcciones en Guadua..... 43

Gráfica 7. Población encuestada en Leticia que conoce viviendas en Guadua y su gusto por ese tipo de vivienda. 44

Gráfica 8. Población encuestada en Leticia que le gustaría recibir una vivienda con estructura en Guadua..... 44

Gráfica 9. Población encuestada en Leticia que estaría dispuesta a conocer una vivienda con estructura en Guadua..... 45

Gráfica 10. Percepción de costos de la vivienda en guadua vs. sistema tradicional. 45

Gráfica 11. Percepción de Seguridad de una vivienda en guadua vs. sistema tradicional 46

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El derecho a la vivienda se considera como un eje fundamental para el crecimiento y desarrollo de una sociedad, es un componente esencial para medir un nivel de vida apropiado. En Colombia, uno de los proyectos gubernamentales más notorios son las construcciones de vivienda de interés social, que busca garantizar el derecho a la vivienda digna y que gracias a las políticas públicas buscan siempre hallar una solución total y definitiva al déficit habitacional, dirigido específicamente a los hogares menos favorecidos o comunidades consideradas como vulnerables. Uno de los retos significativos para este tipo de proyecto es sin duda la calidad de la vivienda y la cantidad de construcción de las mismas que aún queda corta frente a la alta demanda de las mismas.

“Es un hecho que la necesidad de vivienda existe más allá de las limitaciones del mercado. Existe a pesar de la economía, y parece subsistir a pesar del Estado. Cuando ninguno de ellos logra edificar viviendas para quienes las necesitan, prolifera la ilegalidad, y con ella el deterioro de la calidad de vida. Crece el hacinamiento, se arriesga la salubridad, se cultiva la violencia intrafamiliar, y en esencia, se deteriora el futuro.” (Camacol, 2010, p7)

Actualmente Leticia cuenta con un déficit habitacional de más de 4.500 viviendas y cerca de 520 familias se encuentran asentadas sobre los caños y demás fuentes hídricas. Adicional a esto el costo de construcción por vivienda (VISR), es aproximadamente de 40.000.000 millones de pesos, con un tiempo estimado en construcción de 12 meses, la ciudad debe empezar a contemplar en sus proyectos aspectos de manejo territorial y ambiental que puedan garantizar la conservación de los recursos naturales y contribuyan a la valorización de los ecosistemas, de manera tal que se acoplen con el entorno natural.

El proyecto de construcción de vivienda de interés social rural con estructura en guadua, busca determinar la viabilidad de la construcción de este tipo vivienda con este material, como alternativa de bajo costo frente a la construcción tradicional, ya que en estas zonas existe una alta ausencia de viviendas y los sistemas de construcción de la vivienda rural son deficientes.

2. OBJETIVO GENERAL

Determinar la viabilidad económica, técnica y ambiental para la construcción de vivienda de interés social rural (VISR), con estructura en guadua como alternativa ante la construcción tradicional para la población de Leticia, Amazonas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la funcionalidad y aplicabilidad de la guadua como material de construcción de vivienda a partir de normativas y estudios técnicos vigentes.
- Diseñar un prototipo de la estructura en guadua de una vivienda de interés social rural, que cumpla con los requerimientos mínimos exigidos por el Decreto 1042 de 2003 y el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10.
- Desarrollar un análisis de costos para la construcción de la estructura de una vivienda de interés social rural en guadua, frente a la estructura de una construcción tradicional.

3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, en el ámbito nacional de la arquitectura e ingeniería se ha comenzado a investigar la guadua como material de construcción por su alta relación resistencia-peso, sus propiedades mecánicas, manipulación, renovación, durabilidad, flexibilidad, economía en la cosecha, manejo y uso. Aprovechando las nuevas tendencias en la construcción, se pueden utilizar materiales renovables para contribuir a la sostenibilidad y mitigar el impacto negativo que se genera al usar materiales convencionales. Así como este proyecto podría representar una opción para los programas gubernamentales que estén encaminados a solucionar problemas de habitabilidad en zonas apartadas de Colombia.

En Colombia la construcción en general hace uso de materiales como el concreto y el acero, que impactan altamente en los costos directos de los proyectos de vivienda y en el medio ambiente. La construcción es indispensable para el desarrollo de una sociedad, pero es uno de los agentes más contaminantes. Por esta razón es necesario que se empiecen a considerar construcciones con características sostenibles. Sin embargo, las políticas públicas y los inversionistas aún no han implementado el uso de la Guadua en los proyectos de vivienda de interés social rural (VISR).

Este proyecto de investigación pretende definir un prototipo de vivienda de interés social rural con estructura en guadua de acuerdo a los lineamientos del Decreto 1042 de 2003 y el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10 además de buscar determinar la viabilidad del proyecto frente a la construcción tradicional que se realiza en Leticia.

De acuerdo a los datos suministrados por el Ministerio de Vivienda (2015), en Leticia se han llevado a cabo actualmente la construcción de 200 casas 100% subsidiadas para familias de escasos recursos, por una inversión de 11.193 millones de pesos y 128 hogares se han beneficiado con el programa de titulación, con una inversión de 6.424.000 millones de pesos.

“En Leticia, una ciudad con más de 32 mil habitantes y a una hora y media de Bogotá por vía aérea, no se iniciaban proyectos de Vivienda de Interés Prioritario VIP desde el año 2004”.
(Ministerio de Vivienda,2013)

4. MARCO TEÓRICO

La guadua es un material que durante la historia ha tenido diversos usos, ya sea para artículos artesanales, decorativos, como alimento e incluso como material de construcción. Sin embargo, su uso como material de construcción aún es subestimado por considerarlo un material de poca calidad o como algunos lo consideran un recurso de hogares pobres.

“El bambú, miembro de la familia de los pastos de tallos huecos, está emergiendo desde los reinos de las endebles chozas tropicales, para llamar la atención de los más respetables arquitectos. Desde Hawái hasta Vietnam es usado para construir lujosas residencias y resorts, como iglesias y puentes. Sus patrocinadores llaman al bambú gigante el acero vegetal por su claro atractivo ambiental. Más liviano que el acero, pero cinco veces más fuerte que el concreto, el bambú es oriundo de casi todos los continentes.” (Portafolio; 2008)

“La guadua, es una planta extraordinaria gracias a su rápido crecimiento, sostenibilidad, versatilidad, liviandad, resistencia, flexibilidad, oquedad, fácil manejo y calidez visual; cualidades que han hecho que esta gramínea sea protagónica en la evolución de la cultura americana, específicamente en países como Colombia, Ecuador y Venezuela, en donde ha contribuido, por una parte, con los colonizadores para el asentamiento de sus pueblos, con los agricultores para la construcción de la infraestructura agropecuaria de sus fincas y con la creación de instrumentos musicales, mitos y leyendas entre otras”. (Sociedad Colombiana de Bambú, s.f)

4.1 La Guadua y su introducción en la Construcción

Lo que muchas personas desconocen es que la guadua ha sido usada por muchas comunidades para reparar las edificaciones caídas y como soporte ante inminentes desplomes de estructuras, tal es el caso de la ciudad de Armenia donde debido a un fuerte sismo en 1999, las estructuras de varios edificios amenazaban con desplomarse y la solución más próxima fue hacer uso de grandes varas de bambú o guadua para soportar el peso y evitar la caída de los techos y paredes. Un ejemplo claro lo da Simón Vélez en su artículo “ACTUALIDAD Y FUTURO DE LA ARQUITECTURA DE BAMBU EN COLOMBIA; 2008”, donde hace un recuento del uso e importancia de este material en la construcción y el valor que desde entonces se le da a la guadua.

“Su uso en este campo se remonta al periodo precolombino. En la llamada colonización antioqueña, siglo XIX, la guadua ocupa un papel notable en la construcción de pueblos y ciudades mediante el uso de una tecnología sismo resistente autóctona conocida como bahareque. A finales del siglo XX se usó la guadua como elemento estructural y es aceptada en el siglo XXI como material constructivo dentro de la Norma Sismo Resistente NSR-10. La Sociedad Colombiana del Bambú fue encargada por la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistente para redactar dentro de la NSR-10 el Capítulo G.12 “Estructuras de Guadua”, norma que establece los requisitos para el diseño sismorresistente de estructuras cuyo elemento resistente principal es el bambú *Guadua angustifolia* Kunth.” (Sociedad Colombiana de Bambú; s.f)

La Guadua es material vegetal que fue cultivado y reforestado por indígenas nativos de Colombia principalmente en departamentos como Antioquia, Huila y Valle del Cauca. Estas

zonas fueron muy apropiadas para la cosecha debido a las condiciones meteorológicas de la región andina donde actualmente su potencial de comercialización deja en evidencia su contundencia como herramienta de trabajo y materia prima para la construcción a (Villegas, 2003).

Como complemento a esta trazabilidad de uso de la guadua, se ha observado que investigaciones realizadas por Hidalgo también evidencian las construcciones antiguas construidas con guadua recopilando información sobre procedimientos constructivos de uniones, empalmes, cubiertas y elementos estructurales típicos de viviendas rurales y puentes de Colombia en el pasado. Hidalgo evidencia las diferencias entre los procedimientos tradicionales y no tradicionales que se utilizan para el tratamiento con inmunización. (Hidalgo, 1981)

Otros investigadores y conocedores de este material como Simón Vélez aseguran que la guadua fue el material de construcción estrella para la reconstrucción de muchos barrios en Armenia, sin embargo, considera que el uso y tratamiento dado en la época vislumbra gran deterioro y es de allí donde se le ha dado la mala reputación al material como poco viable para la construcción.

“Errores que suceden en algunos casos, solo por el simple hecho de no tener en cuenta factores tan sencillos como protección por diseño y mantenimiento, que nunca deben de obviarse. El primero se refiere a no diseñar estructuras y/o acabados de guadua que tengan contacto directo con la intemperie, ya que el material si entra en contacto con el agua y el sol, sufrirá una transformación con el paso del tiempo y sus propiedades físicas ya no serán las mismas en estas circunstancias.” (Vélez, 2008)

Simón Vélez da a conocer en su artículo un proyecto interesante con guadua o bambú, llamado Timagua. Timagua, es un sistema constructivo desarrollado por el ingeniero civil Luis Carlos Ríos, dónde busca principalmente cubrir necesidades básicas y mejorar la calidad de vida de una población específica, haciendo uso de materiales no convencionales y que logren cumplir con las normas técnicas y de sismo resistencia a un costo bajo. El sistema constructivo describe los aspectos positivos al construir con guadua, en cuanto al material la mezcla de elementos naturales como la bambusa guadua, madera, fique, cal y puzolanas, moldeada con la tierra del sitio y agua, conforman ambientes acogedores y cálidos. (Vélez,2008)

Con respecto al sismo resistencia del material, se han venido adelantando varias investigaciones en diversas universidades del país para demostrar que la guadua o el bambú puede cumplir con la norma y en específico se adelanta con la Universidad del Valle el protocolo para la homologación de la tecnología Timagua.

La relación de la versatilidad y el costo de la vivienda con este sistema constructivo pueden disminuir el costo de la misma al no incurrir en costos asociados al transporte y altos costos en materiales convencionales y el transporte de los mismos. “La vivienda hecha con métodos y materiales naturales del sitio, no solamente puede ser una solución de vivienda que aumente la calidad de vida del grupo familiar, sino también una vivienda que por su bajo costo compromete significativamente menos sus recursos. Además, toda reparación, adición, cambio o reforma futura tiende a ser menos traumática, por eso hablamos de la casa como un recurso renovable y sustentable”. (Vélez, 2008)

Por otra parte, el estado colombiano ha apoyado con políticas de gobierno a los investigadores e ingenieros que trabajan con la guadua legalizando y permitiendo la construcción

con este material en el territorio colombiano. “En la actualidad el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 desarrollado por la Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes, tiene el capítulo G.12 Estructuras de Guadua. En este capítulo se establecen los requisitos para el diseño de estructuras de bambú Guadua angustifolia Kunth limitando el uso de este material a edificaciones de máximo 2 pisos y para uso de vivienda, comercio, industria y educación. Adicionalmente recomienda la consulta de las investigaciones emitidas por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, citadas en NSR-10, al igual que las Normas Técnicas Colombianas, las cuales referencian detalles constructivos y procedimientos para el manejo del material.” (Chavarro, 2016)

4.2 Normatividad

Los gobiernos nacionales en Colombia han estado impulsando políticas que regulan los proyectos de vivienda de interés social a nivel municipal, departamental y nacional buscando siempre definir las características de este tipo de vivienda para parametrizar los proyectos sociales a nivel urbano y rural. Estas políticas de gobierno han sido definidas mediante leyes con lineamientos generales y posteriormente han sido reglamentadas con decretos, reglamentos y normas técnicas que directamente indican las condiciones básicas de vivienda de interés social rural, las cuantías máximas de costos, los parámetros mínimos a considerar en los diseños y las características de los materiales de construcción.

Como resumen de la información legal y técnica sobre el tema se presentan a continuación las normas, leyes, decretos y demás documentos que reglamentan la vivienda de interés social rural y la construcción a nivel nacional para materiales tradicionales y en particular la guadua.

4.2.1. Leyes y decretos relacionados con la vivienda de interés social rural

Ley 9 de 1989: Por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones.

Ley 2 de 1991: Por el cual se modifica la Ley 9 de 1989.

Ley 49 de 1990: Por la cual se reglamenta la repatriación de capitales, se estimula el mercado accionario, se expiden normas en materia tributaria, aduanera y se dictan otras disposiciones.

Ley 3 de 1991: Por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones.

Ley 388 de 1997: Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.

Ley 546 de 1999: Por la cual se dictan normas en materia de vivienda, se señalan los objetivos y criterios generales a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular un sistema especializado para su financiación, se crean instrumentos de ahorro destinado a dicha financiación, se dictan medidas relacionadas con los impuestos y otros costos vinculados a la construcción y negociación de vivienda y se expiden otras disposiciones.

Ley 1450 de 2011: Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014.

Ley 1537 de 2012: Por la cual se dictan normas tendientes a facilitar y promover el desarrollo urbano y el acceso a la vivienda y se dictan otras disposiciones.

Ley 1753 de 2015: Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”.

Decreto 4 de 1993: Por medio del cual se reglamenta parcialmente la Ley 3 de 1991.

Decreto 1168 de 1996: Por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 3 de 1991 y la Ley 60 de 1993, en materia de subsidios municipales para vivienda de interés social.

Decreto 824 de 1999: Por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 3ª de 1991 en relación con el Subsidio Familiar de Vivienda en dinero para áreas urbanas y la Ley 49 de 1990, en cuanto a su asignación por parte de las Cajas de Compensación Familiar.

Decreto 1133 de 2000: Por medio del cual se reglamenta parcialmente las Leyes 49 de 1990, Ley 3 de 1991 y Ley 546 de 1999.

Decreto 2620 de 2000: Por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 3 de 1991 en relación con el Subsidio Familiar de Vivienda en dinero y en especie para áreas urbanas, la Ley 49 de 1990, en cuanto a su asignación por parte de las Cajas de Compensación Familiar y la Ley 546 de 1999, en relación con la vivienda de interés social.

Decreto 951 de 2001: Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 3ª de 1991 y 387 de 1997, en lo relacionado con la vivienda y el subsidio de vivienda para la población desplazada.

Decreto 578 de 2002: Por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 3ª de 1991 y la Ley 546 de 1999 en relación con el subsidio familiar de vivienda de interés social en dinero para áreas urbanas otorgado por el Inurbe.

Decreto 1042 de 2003: Por medio del cual se reglamentan parcialmente las Leyes 49 de 1990, 3ª de 1991 y 546 de 1999; se derogan los Decretos 1133 de 2000 y 1560 de 2001, y se modifica parcialmente el Decreto 2620 de 2000.

Decreto 2480 de 2002: Por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 3ª de 1991 y la Ley 546 de 1999 en relación con el otorgamiento del Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social en dinero para áreas urbanas.

Decreto 975 de 2004: Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 49 de 1990, 3 de 1991, 388 de 1997, 546 de 1999, 789 de 2002 y 812 de 2003 en relación con el Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social en dinero para áreas urbanas.

Decreto 3111 de 2004: Por el cual se reglamentan las Leyes 3ª de 1991, 708 de 2001 y 812 de 2003 y se modifica el artículo 18 del Decreto 951 de 2001.

Decreto 4407 de 2004: Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 49 de 1990 y la Ley 3ª de 1991.

Decreto 973 de 2005: Por medio del cual se reglamentan parcialmente las Leyes 49 de 1990, 3ª de 1991, 388 de 1997, 546 de 1999, 789 de 2002 y 812 de 2003 en lo relacionado con el Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social Rural.

Decreto 1924 de 2009: Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 49 de 1990, 3 de 1991 y 1151 de 2007 en relación con el Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social en dinero para áreas urbanas.

Decreto 2190 de 2009: Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 49 de 1990, 3 de 1991, 388 de 1997, 546 de 1999, 789 de 2002 y 1151 de 2007 en relación con el Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social en dinero para áreas urbanas.

Decreto 1160 de 2010: Por medio del cual se reglamentan parcialmente las Leyes 49 de 1990, 3ª de 1991, 388 de 1997, 546 de 1999, 789 de 2002 y 1151 de 2007, en relación con el Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social Rural y se deroga el Decreto 973 de 2005.

Las anteriores leyes y decretos citados también sirven como fuente para comparar los costos asociados a la propuesta de vivienda de interés social rural y los montos de subsidio que aprueban las entidades estatales, además de diferenciar el perfil y las prelación que tienen las personas para aplicar a estos subsidios.

Un ejemplo que evidencia la necesidad del gobierno para determinar soluciones de las personas de las zonas rurales es la definición de proyectos con viviendas de interés social rural tipo por parte del Departamento Nacional de Planeación donde evidencian el uso de las anteriores leyes y decretos descritos además del soporte presupuestal y cronograma de trabajo para la construcción. “En este documento se presenta el proyecto tipo, es decir, un modelo de diseño que, en este caso, facilita la formulación de un proyecto para la construcción de unidades de vivienda de interés social rural, este proyecto puede ser implementado por las entidades territoriales de zona cálida (hasta 1000 msnm) en caso de presentar una problemática asociada a esta solución, una vez se cumplan con las condiciones previas establecidas.” (DNP; 2017)

4.2.2. Leyes, decretos y normas relacionados con la construcción

Ley 11 de 1983: Por la cual se crea la Corporación para la Reconstrucción y el Desarrollo del Departamento del Cauca, se dictan disposiciones sobre su organización y patrimonio, se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para dichos fines y para que dicte normas relacionadas con la constitución y organización del Fondo Nacional de Calamidades y se dictan otras disposiciones.

Ley 400 de 1997: Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistente.

Ley 1229 de 2008: Por la cual se modifica y adiciona la Ley 400 del 19 de agosto de 1997.

Decreto 1400 de 1984: Por el cual se adopta el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes.

Decreto 33 de 1998: Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-98.

Decreto 926 de 2010: Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10.

NTC 5300: Cosecha y postcosecha del culmo de *Guadua angustifolia* Kunth.

NTC 5301: Preservación y secado del culmo de *Guadua angustifolia* Kunth.

NTC 5407: Uniones de estructuras con *Guadua angustifolia* Kunth.

NTC 5525: Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua angustifolia* Kunth.

Estas leyes, decretos y normas que están relacionadas directamente con la reglamentación de la construcción en el territorio nacional soportan la viabilidad de construcción con materiales como la guadua además que aportan conocimiento ingenieril para su manejo y uso.

4.3 Construcciones sostenibles

4.3.1 País en construcción

Hoy en día, en el tema de la construcción a nivel mundial, existen varias posibilidades de utilizar insumos no sólo sostenibles sino también certificados o avalados por diversas organizaciones comprometidas con el medio ambiente. Estos insumos no sólo se traducen en compromiso medioambiental, sino también en menores costos y salud para quienes usan estos espacios (construcciones libres de agentes contaminantes como plomo, asbesto, etc.).

Una de las características más valoradas por compañías como Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) que certifican estos insumos, es que sean locales y se utilicen eficientemente, por lo que la guadua rolliza y la esterilla encajan perfectamente en esta categoría, que hoy tiene la certificación bajo el esquema Forest Stewardship Council (FSC). Dicha certificación, garantiza la sostenibilidad ambiental (trazabilidad de productos extraídos de un bosque cultivado), económica y social.

La presentación de esta guadua certificada viene de seis metros de longitud y esterillas de 4m x 0,35 m, que se venden con o sin tratamiento de preservación y secado. A nivel estructural, es la oportunidad única de utilizar un producto 100% natural, que se adapta a la normatividad vigente y cuenta además con certificación sostenible. (Puentes, 2016)

También la industria de la guadua ha dado un paso gigantesco en desarrollos a través del tablero de esterilla de guadua prensada, un producto no solo estético, exclusivo y funcional para la construcción de obras civiles y arquitectónicas, sino que se adapta perfectamente para uso en mobiliario y diversas manufacturas. “Tiene una densidad promedio de 768 kgf/m³, resistencia a la flexión de 547.6kgf/cm², una humedad promedio de 5,16%, resistencia al tornillo 218,4 kg (cara) y 175,3 kg (canto), así como una ruptura cizalla de 2.52 N/mm².” (Puentes, 2016)

“Este recurso renovable y 100 % natural, tiene excelentes propiedades sismorresistentes, una mejor relación peso/resistencia que la madera corriente; inferiores costos comparados con materiales usados en sistemas convencionales de construcción; un impacto ambiental menor y mejores condiciones técnicas y acústicas”. (Puentes, 2016)

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de tipo exploratorio, ya que se pretende hacer un acercamiento a la viabilidad económica de la construcción de vivienda de interés social rural (VISR) para población vulnerable en la ciudad de Leticia, usando la guadua como material principal de la estructura.

5.1 Enfoque de la investigación

De acuerdo a la información que se obtiene en el sector, el enfoque de esta investigación es mixto, ya que se pretende evaluar las características cualitativas y cuantitativas de aspectos en torno al proyecto. Esta investigación se realizará con la definición y desarrollo de las siguientes fases:

1. Caracterización del material Guadua y marco histórico de la construcción de VISR en Colombia.
2. Encuesta a una muestra de la población que se verá beneficiada con la propuesta de construcción en Guadua, en la ciudad de Leticia y análisis de los resultados.
3. Evaluación técnica y económica de la estructura propuesta para la construcción de una unidad de vivienda de interés social rural en Guadua.
4. Comparación de la construcción de vivienda de interés social rural con estructura en guadua Vs. estructura tradicional.

5.1.1 Caracterización del material Guadua y marco histórico del sistema de VIS en Colombia.

La guadua actualmente es un material que cuenta con bibliografía, estudios e investigaciones que caracterizan el material desde el punto de vista físico y mecánico. Estas características junto con el contexto botánico (género, especie, familia, etc.) son necesarias para identificar el tipo de planta que se piensa utilizar en la construcción. Se pretende conocer las condiciones meteorológicas de la guadua en la región andina, y particularmente en Colombia. Como parte de este numeral también se pretende entender los requisitos técnicos mínimos del material para ser utilizado como estructura de vivienda.

Con la reglamentación anteriormente referenciada e investigaciones relacionadas, se busca documentar la construcción de vivienda de interés social en la historia de Colombia. Específicamente la vivienda de interés social rural es de importancia identificar, documentar y explicar el origen y reconocimiento de este tipo de proyecto por parte de las entidades públicas.

5.1.2 Encuesta a una muestra de la población que se verá beneficiada con la propuesta de construcción en Guadua, en la ciudad de Leticia y análisis de los resultados

Con el fin de conocer la factibilidad del proyecto, es necesario realizar una encuesta in situ a las familias (ver Anexo 11) que se consideran vulnerables en la ciudad de Leticia, donde se podrán analizar la magnitud del conocimiento de las personas sobre construcciones consideradas alternativas frente a la construcción tradicional. De igual manera, se analizará el grado de aceptación de la vivienda posiblemente ofrecida por el gobierno central para los proyectos de vivienda interés social rural (VISR).

Esta encuesta se realizará a un grupo de personas (muestra) ubicadas en Leticia - Amazonas que representen a la población con potencial de utilización y necesidad de uso de vivienda de interés social rural, a fin de que sean ellos los que nos den un umbral de expectativa con el proyecto de construcción alternativo. La muestra poblacional se va a determinar a partir de las personas registradas en la alcaldía de manera que va a tenerse una población definitiva. El tamaño de la población (N), nivel de confianza (Z), precisión (d), probabilidad de éxito (p) y probabilidad de fracaso (q) van a ser definidos justificadamente durante la investigación y serán necesarios para determinar el tamaño de la muestra (n) tal como lo muestra la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

A raíz de cada uno de estos puntos se va a realizar un análisis de estos parámetros cualitativos que se obtienen en las encuestas.

5.1.3 Evaluación técnica y económica de la estructura propuesta para la construcción de una unidad de vivienda de interés social rural en Guadua.

En este apartado se realizará unos criterios de diseño para definir las bases de diseño de la estructura. El diseño estructural se determinará a partir de dichos criterios y se soportará en una memoria de cálculo y un plano estructural.

Ya con la propuesta de la estructura en Guadua se evaluarán los costos relacionados con la construcción de la misma tales como material (tratado y/o inmunizados), mano de obra para la construcción, transporte de material (en caso de existir), entre otros. En caso de presentarse algún

tipo de imprevisto o situación que particularmente incrementen estos se discutirán y se formularán posibles soluciones para una alternativa de evaluación económica.

5.1.4 Comparación de la construcción de vivienda de interés social rural con estructura en guadua Vs. estructura tradicional.

En este numeral se pretende realizar o desarrollar un cuadro comparativo evidenciando las ventajas y desventajas de la construcción de estructura en guadua o convencional. Dentro de los parámetros principales a evaluar se tienen los costos directos o indirectos asociados a la estructura, sostenibilidad de uso del material, tiempos de construcción de la estructura, impacto ambiental por la obtención de materias primas y otros procesos asociados, ventajas cuantitativas (resistencia, peso, etc.), percepción arquitectónica del material, entre otros.

Finalmente, se evidenciará el uso de este material en la construcción de estructuras en Colombia, especialmente en proyectos de vivienda y se concluirá el capítulo analizando los resultados obtenidos.

6. HIPÓTESIS

La construcción de vivienda de interés social rural (VISR) con estructura en Guadua, es una opción para los proyectos de este tipo de vivienda, por sus beneficios relacionados al costo de inversión, calidad del material que se garantiza bajo la normatividad vigente y por último el impacto ambiental que en relación a otros materiales usados tradicionalmente en la construcción es menor, por lo anterior la estructura en Guadua como elemento principal podría ser una respuesta a la necesidad de vivienda que actualmente tiene la región de Leticia.

7. DESARROLLO

7.1 Caracterización del material Guadua y marco histórico del sistema de VIS en Colombia.

7.1.1 Caracterización de la Guadua Angustifolia kunth

El bambú que se clasifica dentro de las gramíneas y tiene fuerte adaptabilidad a los bosques del pacífico asiático, África y América. Según Ximena Londoño, profesional bióloga y botánica especializada en la Guadua, dice que bambúes se han encontrado en altitudes desde el nivel del mar hasta 4300 m.s.n.m. Existen 90 géneros y 1100 especies en todo el mundo, la mitad en América. (Villegas et al; 2003)

Tabla 1. Caracterización de la Guadua

Taxonomía	Familia	Subfamilia	Tribu	Su tribu	Observaciones
Reino: Plantae	Poaceae o de las gramíneas	Bambusoideae	Herbáceos (Olyrodae)	Olyrodae	100 especies en 21 géneros.
División: Magnoliophyta			Leñosos (Bambusodae)	Americanas: Arthrostylydiinae, Chusqueinae, Guaduinae. Europeas: Bambusinae, Nastinae, Melocanninae, Racemobambosinae, Shibaraeinae Arundinariinae	393 especies
Clase: Liliopsida					
Orden: Poales					

Fuente: Villegas et al; 2003.

En particular los bambúes leñosos se caracterizan por tener rizomas fuertes y con complejos sistemas de ramificación y floraciones cíclicas. En Colombia se encuentran 72 especies de este tipo de bambú. La guadua pertenece a subtribu de la Guaduinae y género de la Guadua. Dentro de la Guadua específicamente se reúnen 30 especies, el 45% de las especies del

género son de origen amazónico y específicamente la *Guadua angustifolia* Kunth tiene el mayor rango de altitud dentro de este grupo (nivel del mar hasta 2600 m.s.n.m.). Las especies de este género se caracterizan por culmos gruesos, largos y espinosos con las bandas blancas en los nudos y hojas caulinares de forma triangular. (Villegas et al; 2003)

De todas las anteriores, la especie que sobresale es la *Guadua angustifolia* por sus propiedades físico-mecánicas. En estado natural, la *Guadua angustifolia* se agrupa en guaduales y se establece en zonas cercanas a los ríos y quebradas, entre los 0 y 2000 m.s.n.m. (Villegas et al; 2003)

Según lo observado e investigado por Londoño, los guaduales colombianos se desarrollan de manera óptima:

Tabla 2. Desarrollo Óptimo de la Guadua

Desarrollo Óptimo de la Guadua	
Altitud	500 y 1500 m.s.n.m
Temperatura	17°C y 26°C
Precipitaciones	1200 a 2500 mm/año
Humedad Relativa	80% y 90%
Suelo	Aluviales, ricos en cenizas volcánicas, con fertilidad moderada y buen drenaje
Tiempo	5 a 6 años

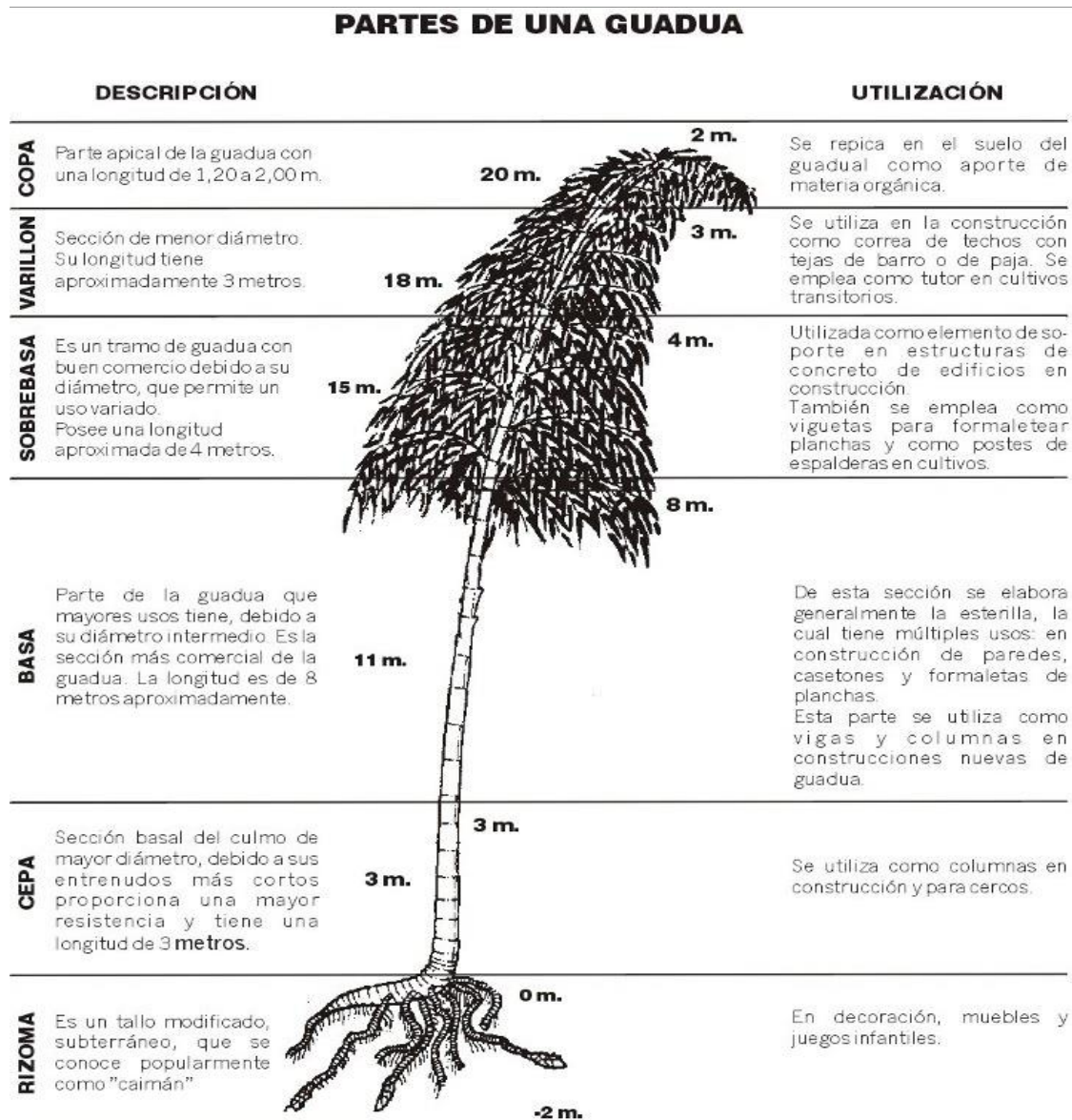
Fuente: Villegas et al; 2003

Las guaduas requieren de entre 5 o 6 años para que la guadua esté lista para ser utilizada y el ciclo de crecimiento de la guadua es como un tercio del ciclo del árbol además que la productividad es aproximadamente el doble que un árbol. Los culmos son de aproximadamente 9 a 13 cm en promedio y se registró hasta un crecimiento diario de 21 cm. Adicionalmente es

conocida la Guadua angustifolia porque puede absorber dióxido de carbono del orden de 54 toneladas por hectárea de guadua en los primeros 6 años de crecimiento. (Villegas et al; 2003)

7.1.1.1 Morfología de la Guadua:

Ilustración 1. Morfología de la Guadua



Fuente: *civilgeeks.com- ingeniera y construcciones*).

De la morfología de la *Guadua angustifolia* Kunth se puede decir que está compuesta por:

- El rizoma (tallo subterráneo, soporte de la planta y por donde absorbe los nutrientes).
- La cepa (parte del culmo con mayor diámetro y espesores, aprox. longitud de 4 metros y distancias de canutos cortos).
- La basa (diámetro intermedio y entrenudos más largos que en la cepa, longitud aprox. 11 metros).
- La sobrebasa (diámetro menor y entrenudos más separados, longitud aprox. 4 metros).
- El varillón (diámetro pequeño, longitud aprox. 3 metros).

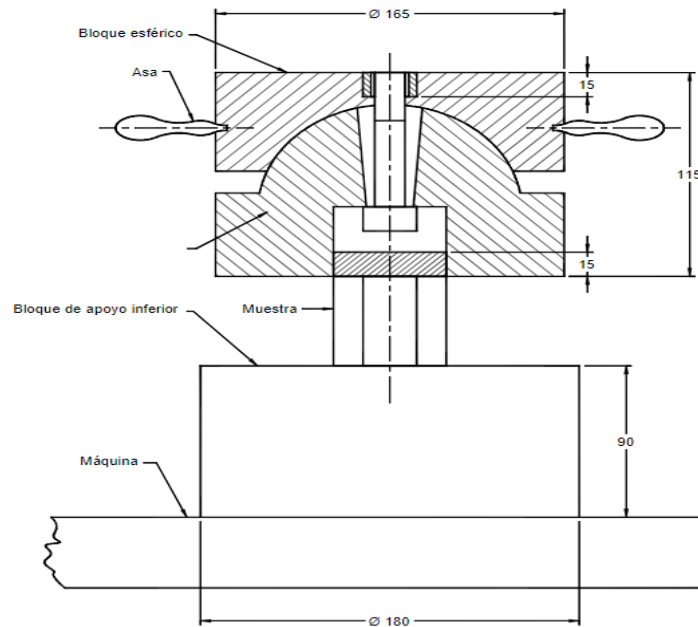
Uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta para el uso de este tipo de *Guadua* en la construcción y diseño estructural es el contenido de humedad del material al que está sometido y la temperatura ambiente. Después de estar por un periodo de tiempo sometido a las condiciones del ambiente tratan de equilibrar el contenido de humedad del material. El contenido de humedad de equilibrio incide en la resistencia de diseño de la *guadua* por lo que se debe revisar la bibliografía correspondiente para determinar la incidencia del mismo.

7.1.1.2 Propiedades mecánicas de la *guadua*

En Colombia se han establecido ensayos estándar para tipificar los montajes y determinar los esfuerzos de rotura en probetas de *guadua* de manera que se establezcan valores promedio y se definan los valores admisibles de diseño. Estos ensayos han sido normalizados por el ICONTEC mediante las Normas Técnicas Colombianas NTC 5525 “Métodos de ensayo para

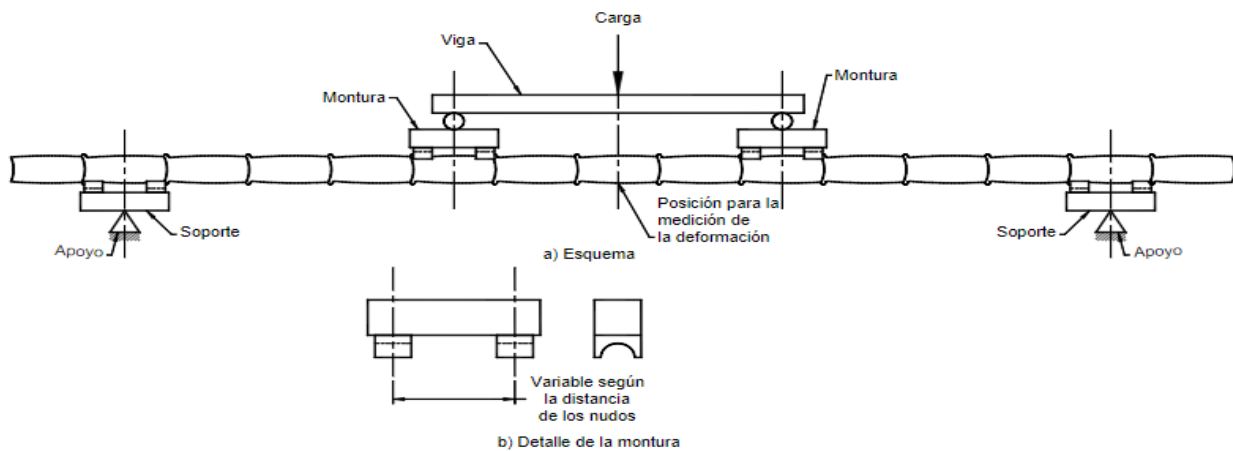
determinar las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua angustifolia Kunth”. Se muestran a continuación los montajes necesarios para realizar los ensayos estándar en la Guadua.

Ilustración 2. Montaje para ensayo a compresión



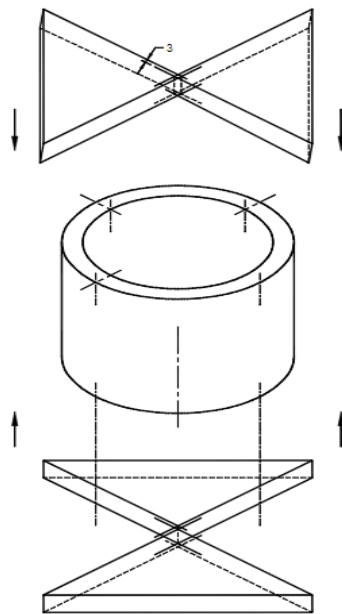
Fuente: Tomado de NTC 5525

Ilustración 3. Montaje para Ensayos a Flexión



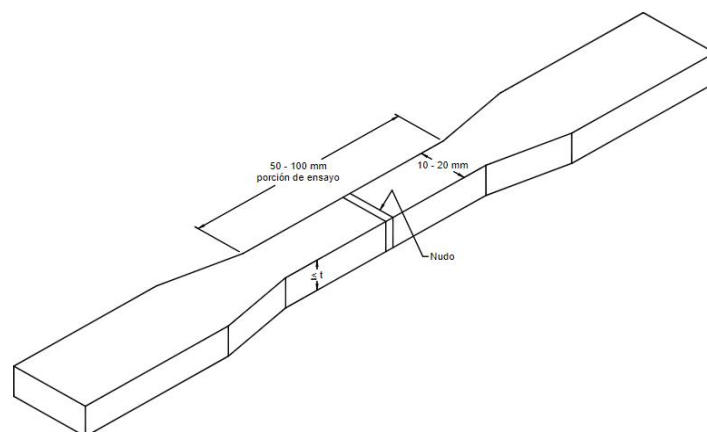
Fuente: Tomado de NTC 5525

Ilustración 4. Montaje para ensayos a cortante paralelo a la fibra.



Fuente: Tomado de NTC 5525

Ilustración 5. Probeta de ensayo a tensión.



Fuente: Tomado de NTC 5525.

Aunque la resistencia del material es superior a otros materiales propios de la industria de la construcción, en la guadua debe tenerse en consideración las características propias por ser un material orgánico ya que las propiedades naturales del material pueden variar por la edad de la guadua, diferencias geométricas en el mismo elemento (imperfecciones naturales), cambios por efectos en las temperaturas y humedad relativa del ambiente. Por esta razón existen factores de modificación que inciden en la resistencia y están normalizados en el territorio nacional.

En la actualidad para los diseños estructurales con guadua en Colombia están definidos los parámetros mecánicos en el Título G de la Norma Colombiana de Sismo Resistencia NSR-10. A partir de diferentes investigaciones nacionales e internacionales se realizaron muestras y grupos para definir los valores promedio de falla y otras características mecánicas de deformación en cada uno de los distintos ensayos y se determinaron con factores de seguridad los esfuerzos admisibles que se deben considerar en los cálculos. A continuación, el resumen de las propiedades mecánicas admisibles para el diseño.

Tabla 3. Esfuerzos admisibles (en MPa) para contenido de humedad de 12%.

F_b Flexión	F_t Tracción	F_c Compresión	$F_{p\perp}$ Compresión \perp	F_v Corte
15	18	14	1.4	1.2

|| = compresión paralela al eje longitudinal.

\perp = compresión perpendicular al eje longitudinal.

*La resistencia a la compresión perpendicular está calculada para entrenudos rellenos con mortero de cemento.

Fuente: Tomado de NSR-10.

Tabla 4. Módulos de elasticidad (en MPa) para contenido de humedad de 12%.

Módulo promedio $E_{0.5}$	Módulo percentil 5 $E_{0.05}$	Módulo mínimo E_{min}
9.500	7.500	4.000

Fuente: Tomado de NSR-10.

Tabla 5. Coeficiente de modificación por duración de la carga.

Duración de carga	Flexión	Tracción	Compresión	Compresión \perp	Corte	Carga de diseño
Permanente	0.90	0.90	0.9	0.9	0.90	Muerta
Diez años	1.00	1.00	1.0	0.9	1.00	Viva
Dos meses	1.15	1.15	1.15	0.9	1.15	Construcción
7 días	1.25	1.25	1.25	0.9	1.25	
Diez minutos	1.60	1.60	1.6	0.9	1.60	Viento y Sismo
impacto	2.00	2.00	2.0	0.9	2.00	Impacto

Fuente: Tomado de NSR-10

Tabla 6. Coeficiente de modificación por contenido de humedad.

Esfuerzos		CH \leq 12%	CH = 13%	CH = 14%	CH = 15%	CH = 16%	CH = 17%	CH = 18%	CH \geq 19%
Flexión	F_b	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Tracción	F_t	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Compresión paralela	F_c	1.0	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.70
Compresión perpendicular	F_p	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Corte	F_y	1.0	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.80
Modulo de elasticidad	$E_{0.5}$	1.0	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90
	$E_{0.05}$								
	E_{min}								

Fuente: Tomado de NSR-10

7.1.2 Marco histórico del sistema de Vivienda de interés social en Colombia

La construcción de vivienda de interés social en Colombia tiene sus inicios en el año 1939, cuando el gobierno nacional crea el Instituto de Crédito Territorial (ICT), entidad la cual era la responsable hasta 1991 de todo el proceso de adquisición de terrenos, diseño, construcción y otorgamiento de créditos a las familias menos favorecidas. Mediante este sistema el gobierno nacional subsidiaba las tasas de interés de los créditos hipotecarios. “El ICT se financiaba fundamentalmente con recursos del presupuesto nacional, con inversiones forzosas del sistema financiero, con la recuperación de su cartera y en ocasiones recibió créditos externos en condiciones blandas” (CHIAPPE DE VILLA; 1999 p7).

Luego en 1991 el sistema de vivienda de interés social sufre un gran cambio, esto debido a que el gobierno deja de ser partícipe en la construcción de este tipo de viviendas como intermediario financiero y constructor y pasa a ser un agente subsidiario, dónde se limita a fijar las políticas de normas que regirán los estándares de precios, postulación, asignación y acopio de suelos para las VIS. Ahora la responsabilidad de gestionar la construcción de estas viviendas se les otorgaría a las empresas privadas, las ONG, y a las cajas de compensación familiar del país.

Posteriormente a esta transición, nace INURBE, que es el Instituto Nacional de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana, quien sería la responsable de los subsidios. más adelante se crearía el ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial y el Fondo Nacional de Vivienda. Hoy en día la institución encargada de todo el proceso de construcción y normalización de las viviendas es el Ministerio de Vivienda, quienes a la fecha ya han entregado más de 1.5 millones de viviendas.

7.2 Encuesta a una muestra de la población que se verá beneficiada con la propuesta de construcción en Guadua, en la ciudad de Leticia.

La encuesta se realizó a 100 familias en la ciudad de Leticia ya que, según datos proporcionados por la alcaldía, en las amazonas hay un déficit de más de 4500 viviendas, esta encuesta se realizó principalmente a familias que viven en barrios considerados como invasión y población vulnerable que debe ser reubicada por las condiciones en las que viven actualmente. (Ver Anexo 2)

Para determinar el número de población a la cual se le haría la encuesta tuvimos en cuenta la siguiente ecuación:

Tabla 7. Ecuación para hallar la media de población a encuestar.

Z	Nivel de Confianza	1,64
N	Tamaño de la Población	4500
p	Propabilidad de Éxito	90%
d	Precisión	0,05
q	Probabilidad de Fracaso	10%
n		94,81

Fuente: psyma.com

Una vez tabulada la información de la encuesta, se obtienen los siguientes resultados:

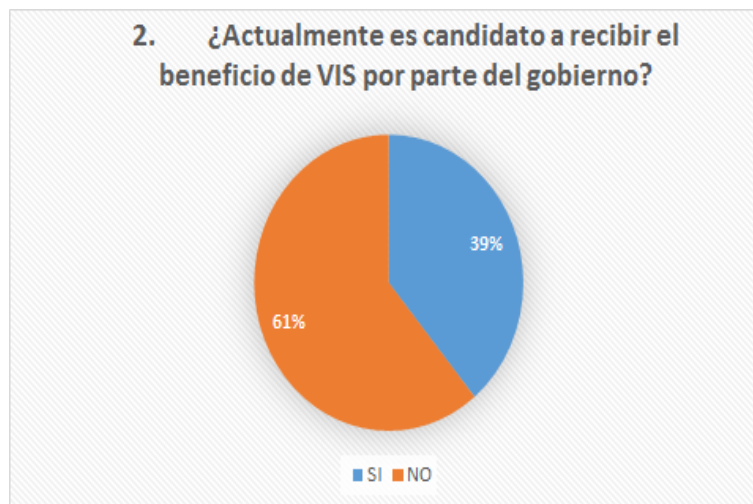
En la gráfica 1, se puede observar que el 56% de las familias encuestadas cuentan con casa propias, sin embargo, es de aclarar que estas casas son construcciones hechas por ellos mismos en zona de invasión.

Gráfica 1. Población encuestada en Leticia que cuenta con vivienda propia



Fuente: Autores

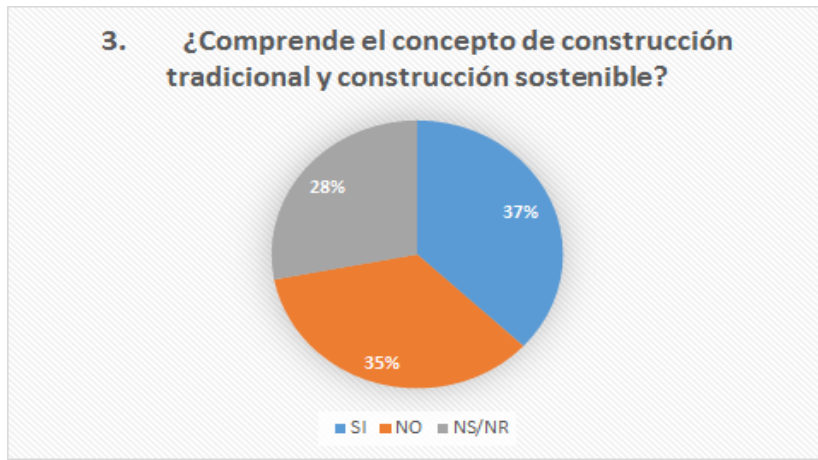
Gráfica 2. Población encuestada en Leticia candidatos a recibir beneficio de VIS



Fuente Autores

Para este caso en particular en la gráfica 2 podemos observar que, apenas el 39% de las familias consideradas como población vulnerable es candidato a recibir el beneficio de vivienda de interés social, esto debido a que el porcentaje restante desconoce el proceso para acceder al programa o por desinterés de los mismos.

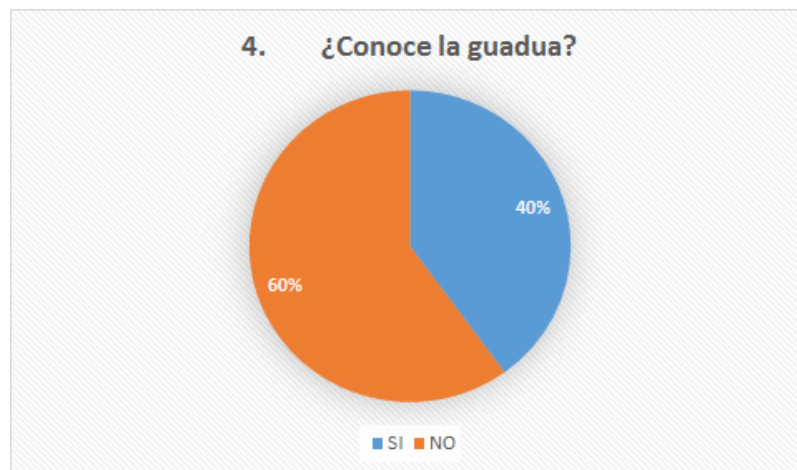
Gráfica 3. Población encuestada en Leticia que Diferencia conceptos de Construcción Sostenible y Tradicional



Fuente: Autores

En la gráfica 3 podemos observar que ésta es una población que apenas el 35% de los encuestados reconocen que existen otros tipos de construcciones diferentes a las tradicionales (hormigón y acero).

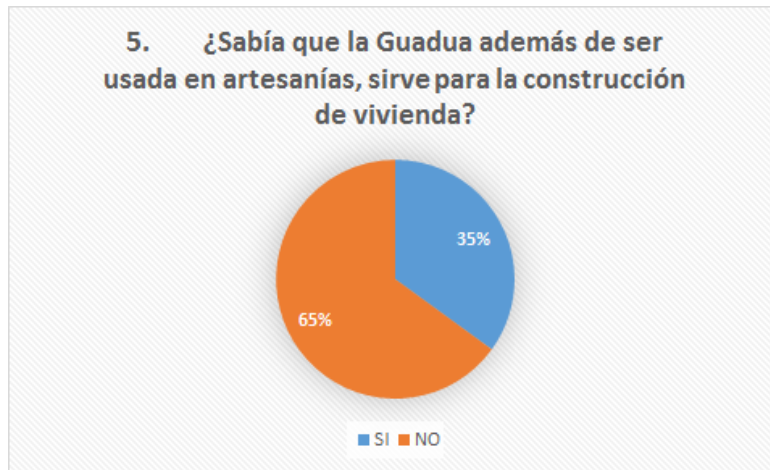
Gráfica 4. Población encuestada en Leticia que conoce la Guadua.



Fuente: Autores

De acuerdo con la gráfica 4 sabemos que la población, aunque reconocen que hay otros tipos de construcciones, el 60% de los encuestados desconocen la guadua.

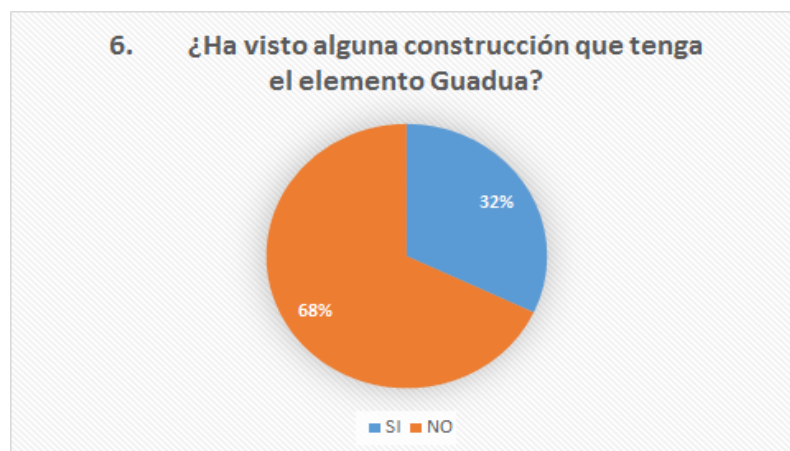
Gráfica 5. Población encuestada en Leticia que desconoce el uso de la Guadua en la construcción de vivienda.



Fuente: Autores

Siendo coherentes con la pregunta anterior, en la gráfica 5, se puede observar que el 65% de la población consultada, dice desconocer la guadua como material de construcción, en este caso para viviendas.

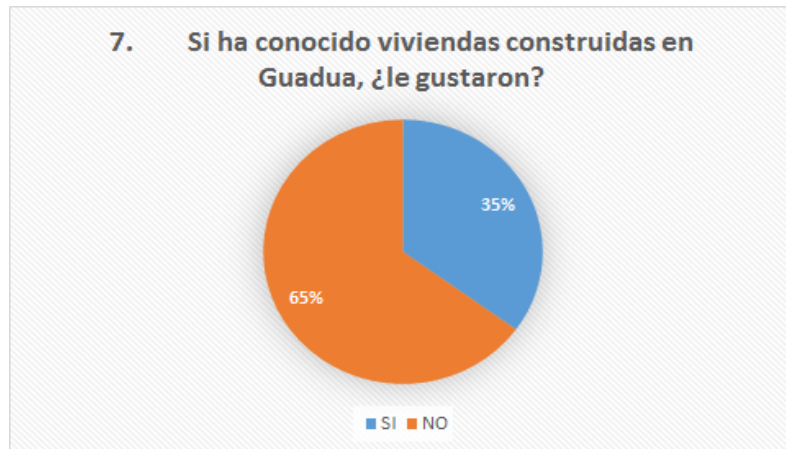
Gráfica 6. Población encuestada en Leticia que ha visto construcciones en Guadua.



Fuente: Autores

Siguiendo con el análisis cualitativo sobre la guadua, el 68% de los encuestados admite no conocer alguna construcción con guadua.

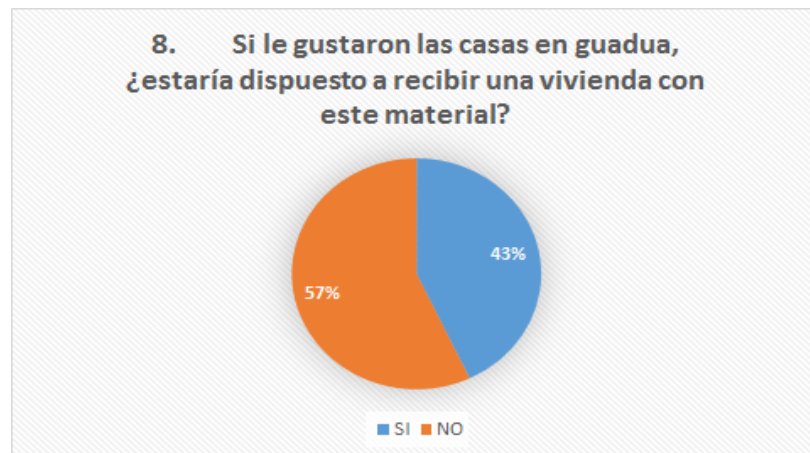
Gráfica 7. Población encuestada en Leticia que conoce viviendas en Guadua y su gusto por ese tipo de vivienda.



Fuente: Autores

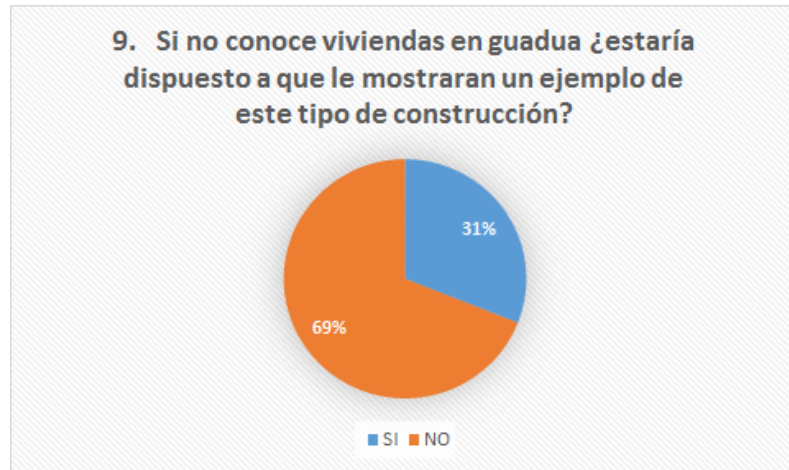
De acuerdo con el análisis de la gráfica 7, podemos determinar que el 65% de los que conocen o han visto construcciones en Guadua indican no haberles gustado las estructuras hechas con este material.

Gráfica 8. Población encuestada en Leticia que le gustaría recibir una vivienda con estructura en Guadua.



De acuerdo al 35% de respuestas afirmativas a la pregunta anterior, sólo al 43% le gustaría recibir una vivienda construida con el material Guadua.

Gráfica 9. Población encuestada en Leticia que estaría dispuesta a conocer una vivienda con estructura en Guadua.



Fuente: Autores

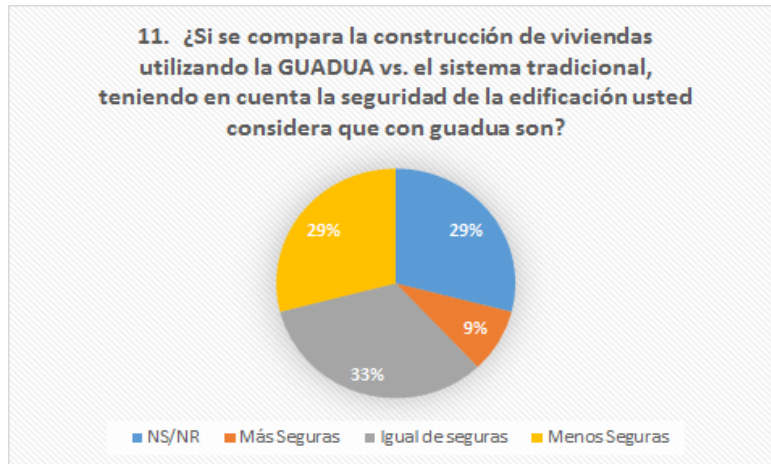
Debido al desconocimiento del material como elemento de construcción, se evidencia que el 69% de los encuestados se niegan a que se le enseñe una alternativa diferente a la construcción tradicional.

Gráfica 10. Percepción de costos de la vivienda en Guadua vs. sistema tradicional.



De acuerdo con los costos asociados a la construcción tradicional y alternativa, los encuestados asocian que la vivienda construida con Guadua es menos costosa que si se construye de manera tradicional (hormigón y acero).

Gráfica 11. Percepción de Seguridad de una vivienda en guadua vs. sistema tradicional



Fuente: Autores

Por su parte, esta población considera que una vivienda construida con guadua puede ser igual de segura a una vivienda construida con materiales convencionales.

De la encuesta realizada a 100 familias en la ciudad de Leticia, podemos observar que la comunidad no cuenta con los conocimientos suficientes sobre la construcción de vivienda con guadua y los beneficios que puede traer el hecho de recibir una vivienda de interés social con un modelo de tipo sostenible. Aunque les es atractivo un proyecto donde ellos puedan ser los beneficiados, lo que pudimos obtener es que la percepción del material no es positiva, pese a que es un material viable para la construcción y pese a que se puede llevar a la región, la comunidad no lo acepta en su mayoría.

7.3 Evaluación técnica y económica de la estructura propuesta para la construcción de una unidad de vivienda de interés social rural en Guadua.

7.3.1 Evaluación técnica

La evaluación técnica del presente trabajo se basa en el planteamiento de una estructura alternativa a implementar en un prototipo de vivienda de interés social rural definido. Para este caso después de realizar una investigación de viviendas de este tipo, se ha determinado como objetivo utilizar los proyectos tipo del Departamento Nacional de Planeación (DNP).

El DNP presenta este tipo de proyectos como soluciones estándar de alta calidad que se ofrecen como referente para que entidades nacionales y territoriales que requieran atender una problemática específica, lo implemente de manera ágil y eficiente. Estos modelos son ofrecidos con información técnica desde la plataforma del DNP y contienen información desde modelos de diseño, planos, presupuesto, cronograma, especificaciones técnicas hasta contratos y pliegos para ajustar y poder replicar el proyecto en diferentes partes del país. Sin embargo, el mismo DNP resalta la importancia que cada proyecto tipo tiene tipologías, obedeciendo a diversos factores, tales como el tipo de suelo, la zona de amenaza sísmica, el clima y demás características regionales. Para el DNP el proyecto tipo tiene un alcance de una vivienda de interés social rural de 55 m² para cada vivienda que incluyen: 3 habitaciones, 1 baño, 1 depósito de herramientas, 1 cocina y 1 lavadero.

Todos los sistemas del proyecto tipo ha sido diseñado basados en una pendiente máxima del terreno de 2%, una zona de bajo riesgo natural o riesgo mitigable, disponibilidad de servicio de agua (45 litros/habitante-día), zona de clima cálido menor a 1.000 m.s.n.m., suelos permeables para el sistema de tratamiento de aguas residuales por infiltración y finalmente que

este localizados en zona rural. A continuación, se presenta unas imágenes tomadas de un video promocional del proyecto y una planta representativa con las dimensiones principales.

Ilustración 6. Vista isométrica trasera de VISR proyecto tipo



Fuente: Proyecto tipo DNP, 2016

Ilustración 7. Vista isométrica superior (sin techo) de VISR proyecto tipo.



Fuente: Proyecto tipo DNP, 2016

Ilustración 8. Vista isométrica lateral 2 de VISR proyecto tipo



Fuente: Proyecto tipo DNP, 2016

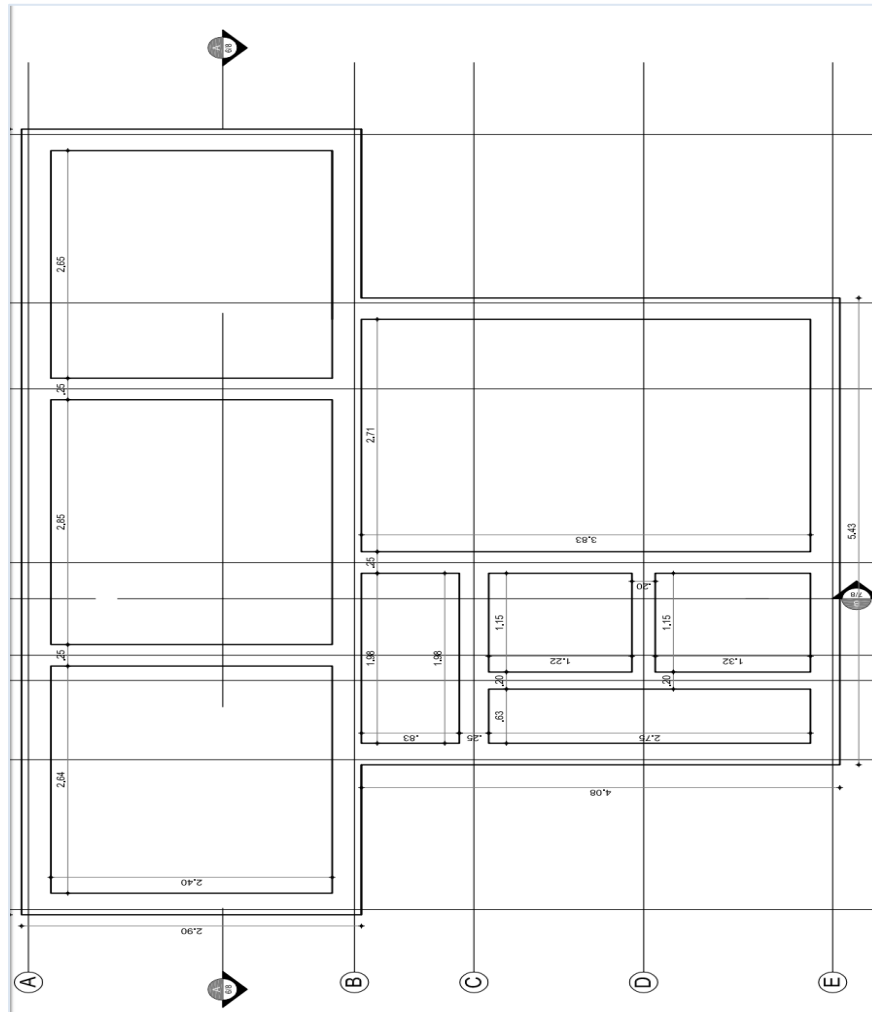
Ilustración 9. Vista isométrica lateral 1 (sin techo) de VISR proyecto tipo



Fuente: Proyecto tipo DNP, 2016

Para más información del proyecto tipo de referencia desarrollado por el DNP, ver el Anexo 4.

Ilustración 10. Planta de cimentación de la VISR proyecto tipo



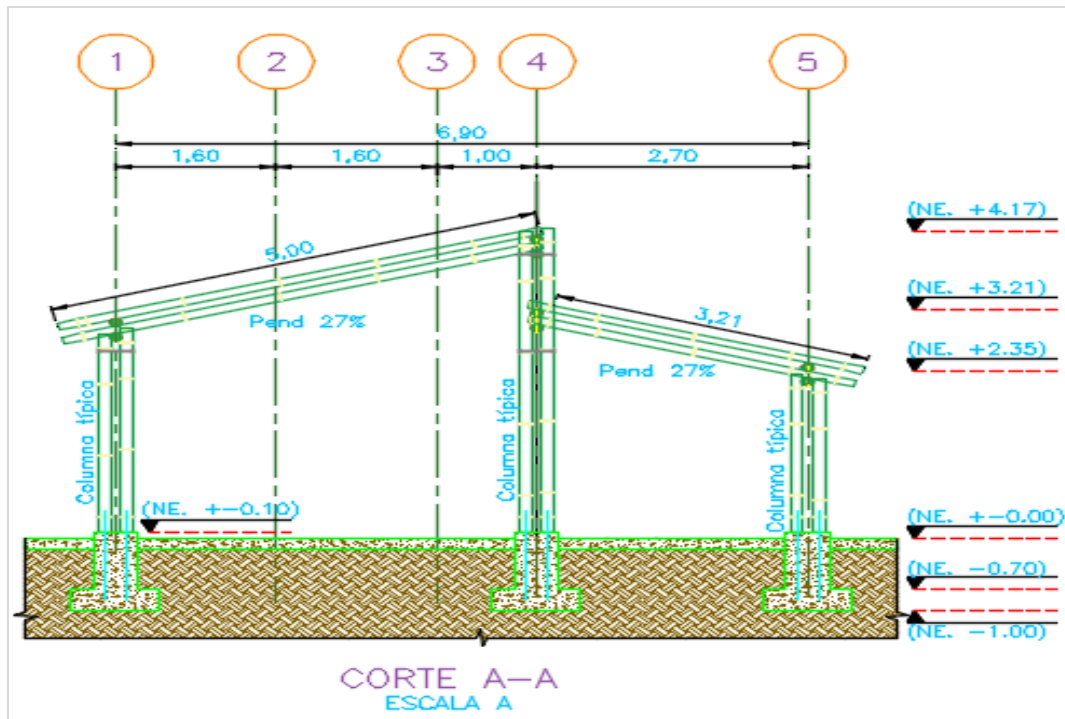
Fuente: Proyecto tipo DNP, 2015

Posterior a revisar las dimensiones de la vivienda tipo, se realizó la definición de los criterios de diseño correspondientes a esta estructura, se dispuso como resumen los parámetros sísmicos, el contenido de humedad de equilibrio (en función de la humedad relativa del lugar), los avalúos de cargas (muertas, vivas, viento, etc.) que se requieren para calcular la estructura. La evaluación de las cargas y la modelación computacional correspondiente se muestra en el **Anexo**

5. En ese mismo anexo se consideraron las resistencias del material afectado por las condiciones de sitio y se confrontaron con las solicitaciones en los elementos estructurales para cada una de las acciones internas (tensión, compresión, flexión, cortante).

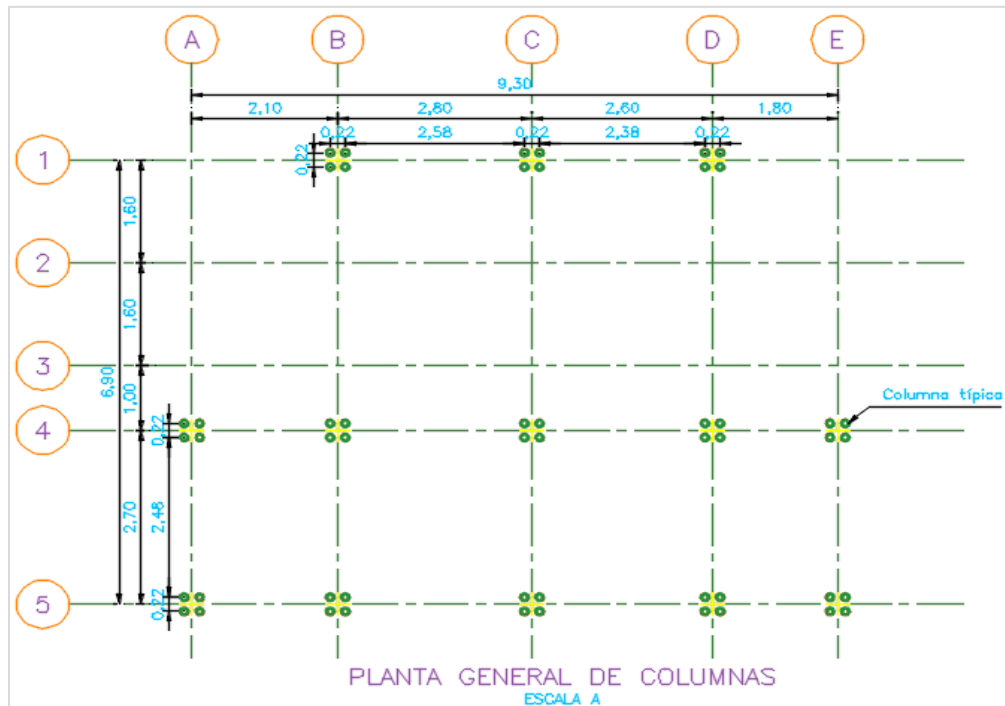
Como resultado del diseño, se presenta a continuación dos esquemas de la estructura propuesta de guadua con las dimensiones de referencia del proyecto tipo. Los detalles y las dimensiones se pueden visualizar en el **Anexo 6**.

Ilustración 11. Esquema 1 de Estructura en Guadua propuesta.



Fuente: Autores

Ilustración 12. Esquema 2 de estructura en Guadua propuesta.



Fuente: Autores

En particular se puede concluir que las construcciones con el material guadua angustifolia kunth es viable porque cuenta con soporte técnico e investigativo que se sustenta mediante la norma sismo resistente NSR-10 a nivel nacional. La posibilidad de definir, arquitectónica y estructuralmente una vivienda de interés social rural con este material es posible. Igualmente, el material muestra facilidades constructivas más sencillas de realizar que los detalles de la construcción tradicional que en algunos casos son requisitos obligatorios por la NSR-10. El material se puede especificar fácilmente, pero se requiere contar con las características propias de los tratamientos y condiciones aptas para utilizarse en la construcción.

7.3.2 Evaluación económica

En el desarrollo de la evaluación económica, se realizaron cotizaciones para la compra y transporte de La Guadua Angustifolia Kunth, hacia la ciudad de Leticia-Amazonas, es importante aclarar que actualmente en Leticia no se cuenta con un cultivo de guadua por lo que será necesario para determinar la viabilidad de este proyecto el transporte del material hasta la ciudad. Las cantidades necesarias de material guadua se determinaron a partir de los planos constructivos y se muestran a continuación.

Tabla 8. Cantidades de Obra - Columnas

	COLUMNAS		
	C1	C2	C3
CANTIDAD DE COLUMNAS	4	4	4
CULMOS POR COLUMNA	4	4	4
ALTURA TIPO DE COLUMNA	2.5	3.5	2.2

Fuente: Autores

Tabla 9. Cantidades de Obra – Vigas

	VIGAS			
	V1	V2	V3	CORREAS
CANT DE VIGAS /CORREAS	12	4	4	30
CULMO POR VIGAS/CORREAS	2	2	2	1
LONG. TIPO DE VIGAS/CORREAS (m)	3	3.5	3.5	3.5

Fuente: Autores

Tabla 10. Cantidades de Obra - Guadua

RESUMEN Guadua Angustifolia Kunth			
L (m)	Cant.	D ext. (mm)	e. (mm)
2.5	16	120	15
3.5	16	120	15
3.0	24	100	10
3.5	8	100	10
3.5	8	100	10
3.5	8	100	10
3.5	30	100	10

Fuente: Autores

La guadua que será utilizada debe tener las siguientes especificaciones para uso en construcción:

- Inmunizada por inmersión en sales de Bórax y ácido bórico al 5% en agua caliente a 40 grados.
- Medidas 6 metros x 12 cm de diámetro en columnas y 10 cm de diámetro para vigas.
- Peso unitario 23 kg aproximadamente por guadua para columna de 6 metros de longitud.
- Peso unitario 14 kg aproximadamente por guadua para vigas y correas de 6 metros de longitud.
- Cantidad requerida por casa 10 unidades para columnas y 64 para vigas/correas.
- Peso total de la guadua requerida para hacer una casa es de 1126 kg.

Se realizaron cotizaciones en diferentes zonas del país, buscando los mejores precios en cuanto producto y transporte.

Tabla 11. Cotización proveedores de material Guadua.

EMPRESA	CIUDAD/POBLACIÓN	TELÉFONO	E-MAIL
GUADUA BAMBU COLOMBIA	ALCALÁ	312 539 5738-3178149055	gustavoteneche@empresarios.com
GUADUA Y MADERA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	CALI	032 339 63 45	NP
GUADUA HOGAR	BOGOTÁ	031 569 44 37	NP
ARME IDEAS EN GUADUA	BOGOTÁ	031 729 07 07 / 781 0203	gerencia@armeideasenguada.com
INDUGUADUA	ARMENIA	3182754894 / 96 / 97 - 57) 6 7313250	gerencia@induguadua.com

Fuente: Autores

Tabla 12. Cantidades y tiempo de entrega de material Guadua.

GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH
Cantidad requerida por casa 10 unidades para columnas y 64 unidades para vigas/correas
Tiempo respuesta en envío de 8 a 10 días una vez recibida confirmación de pago
Capacidad máxima por vehículo 370 unidades
Tiempo en tránsito 3 días, una vez realizado el envío. (Alcalá- Puerto Asís)

Fuente: Proveedores

Tabla 13. Costos de material Guadua y Transporte.

COSTOS GUADUA Y TRANSPORTE	
GUADUA V/R UNITARIO	\$ 27.000
GUADUA X 74 UNIDADES (1 CASA)	\$ 1.998.000
COSTO DEL TRANSPORTE (ALCALA-PUERTO ASÍS)	\$ 500.000

COSTO DEL TRANSPORTE (PUERTO ASÍS - LETICIA)	\$ 675.600
COSTO TOTAL X 1 CASA (INCLUYE TRANSPORTE Y MATERIAL)	\$ 3.173.600

Fuente: Autores

De las 5 cotizaciones recibidas, se tomó la decisión en escoger GUADUA BAMBU COLOMBIA, debido a los costos que ofrecía en el producto, transporte, tiempos de alistamiento y entrega del mismo. Cabe aclarar que la capacidad máxima del vehículo para este ejercicio es de 370 unidades de Guadua, en ese orden de ideas transportar 74 unidades que equivaldrían a la estructura de 1 vivienda por \$ 500.000. También es importante aclarar que la cotización realizada está sujeta a descuentos en el producto y en el transporte dependiendo al volumen solicitado. Para el caso del transporte de Puerto Asís a Leticia, el costo es asociado al peso del mismo por lo que se debe pagar \$ 600 por cada kilogramo transportado.

Para realizar la comparación de costos de ambas estructuras es importante saber que Leticia por ser zona de frontera cuenta con un beneficio tributario dónde, a través del decreto número 1794 del 2013 artículo 5°, el Amazonas queda exento del impuesto sobre las ventas (IVA) en varios artículos de la canasta familiar, y especialmente en materiales de construcción. Ahora bien, de acuerdo al análisis de los precios de los materiales de construcción que se adquieren en Bogotá y los materiales que se compran en Leticia, se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 14. Costos de materiales Bogotá y Leticia.

EMPRESA	CIUDAD/ POBLACIÓN	MATERIAL	PRECIO/ KG.
FERRETERIA Y DISTRIBUIDORA MUNDIAL SAS	BOGOTÁ	ACERO DE REFUERZO	\$ 2.100
FERRETERIA LATINA	BOGOTÁ	CEMENTO TIPO 1/ BULTO DE 50 KG	\$ 17.550
VIDRIOS DEL AMAZONAS	LETICIA	ACERO DE REFUERZO	\$ 3.500
DISTRIBUIDORA OLÍMPICA	LETICIA	CEMENTO TIPO 1/ BULTO DE 50 KG	\$ 37.000

Fuente: Proveedores en Bogotá y Leticia.

De acuerdo con la información obtenida de los costos de materiales que se usan en las estructuras tradicionales de viviendas en las ciudades de Bogotá y Leticia, se obtuvo una relación de costos de 1,66 y 2,10 veces para el bulto de cemento y el acero de refuerzo respectivamente. Lo anterior nos indica que en la ciudad de Leticia es más costoso la compra de los materiales de construcción que en Bogotá, esto debido principalmente al costo asociado al transporte de dichos materiales desde el centro del país, aun contando con el beneficio de exención del IVA que aplica para la región.

A partir de los costos asociados a los materiales utilizados en la estructura del proyecto tipo del DNP, se conoce que el valor es de \$ **1.386.361** COP determinado a partir de un promedio de municipios de Colombia. Esta información es proporcionada por el DNP en el proyecto tipo para construcción de vivienda de interés social rural (VISR) en Colombia, (ver anexo 5). Estos materiales se componen de Acero de refuerzo y Concreto.

Si este costo se multiplica conservadoramente por el factor de 1.66, el costo estimado de los materiales para la estructura en Leticia corresponde **\$ 2.301.360 COP.**

Por otra parte, y teniendo en cuenta los costos totales de construcción con guadua, se debe considerar el costo del mortero y varillas especificadas en los planos de construcción. A continuación, en la tabla se presentan las cantidades y costos de los materiales adicionales asociados en la estructura en guadua.

Tabla 15. *Cantidades de varilla rosca para construcción en Guadua*

VARILLA ROSCADA		
	VIGA-COLUMNA	COLUMNA-BASE
CANTIDAD DE CONEXIONES	20	12
VARILLA POR CONEXIONES	2	4
LONGITUD (m)	0.4	0.8
LONGITUD TOTAL (m)	16	38.4
PESO TOTAL (kg)	16	38.4 (Diam. ½")
ESTIMADO TUERCAS/ARANDEL (kg)	1.6	3.8

Fuente: Cantidades de obra desarrollada por Autores

Tabla 16. *Cantidad de mortero para construcción en Guadua.*

MORTERO		
	VIGA/COLUMNA	COLUMNA/BASE
CANTIDAD DE CONEXIONES	20	12
CANUTOS A RELLENAR POR CONEXIÓN	2	4
VOL. ESTIMADO POR CANUTO (m ³)	0.002	0.002
VOLUMEN TOTAL (m ³)	0.08	0.09

Tabla 17. Costo total construcción estructura en Guadua en Leticia.

DESCRIPCIÓN	CANTIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Tuercas y Arandelas	5,4 kg	\$ 3.500	\$ 18.900
Arena Mortero	0,204 m ³	\$ 40.000	\$ 8.160
Cemento Mortero	68 kg	\$ 740	\$ 50.320
Guadua (Material + transporte Alcalá - Leticia)			\$ 3.173.600
TOTAL			\$ 3.250.980

Fuente: Autores

Tabla 18. Análisis de costos totales Estructura Tradicional vs. Estructura en Guadua en Leticia.

ESTRUCTURAS VIS	COSTO TOTAL POR UNIDAD (COP)
Estructura Tradicional	\$ 2.301.360
Estructura en Guadua	\$ 3.250.980
Diferencia (\$)	\$ 949.620
Diferencia (%)	41,26%

Fuente: Autores

Del resultado de este ejercicio podemos analizar que, si bien el Amazonas cuenta con un beneficio tributario, éste no garantiza que la construcción de la estructura de tipo sostenible sea más económica con respecto a la estructura tradicional.

Leticia cuenta con alianzas comerciales importantes en la triple frontera, sin embargo, los materiales de construcción que ofrece Tabatinga deben pasar por un proceso de impuestos y aranceles para que puedan ser usados en Colombia, esto incurrirá en costos adicionales al proyecto de construcción que afectará al presupuesto de la obra. Sólo algunos materiales como el acero son llevados a Leticia desde Iquitos - Perú, ciudad que está a 12 horas por río y se somete

al mismo tratamiento arancelario que con Tabatinga. Éstas condiciones podría obligar a los contratistas a comprar materiales principalmente en la ciudad de Leticia y acogerse a los precios de la región.

7.4 Comparación de la construcción de vivienda de interés social rural con estructura en guadua Vs. estructura tradicional.

Durante todo el desarrollo de esta investigación, hemos resaltado las propiedades de la guadua como material de construcción, las características técnicas que lo hacen un producto viable para introducir en construcciones no sólo públicas y de arte, sino, en construcciones que ayuden a mejorar la calidad de vida de las poblaciones y más allá de mejorar la economía regional de dónde nace esta planta.

Tabla 19. Comparación estructura en guadua Vs. estructura tradicional.

ESTRUCTURA VIS EN GUADUA	ESTRUCTURA VIS EN CONCRETO
Tiempo de Construcción más reducido	El tiempo de Construcción es mas largo
Bajo costo	Costo elevado
El origen de los materiales usados no genera daños al medio ambiente	Genera daños irreversibles al medio ambiente.
Se usan materiales renovables	Sólo una parte de los materiales pueden ser reutilizados
Cumple Norma Sismo Resistente.	Cumple Norma Sismo Resistente.
El material se puede producir en la región.	Materiales se deben conseguir en diferentes partes del país
Materal Liviano	Materiales de gran peso
Material flexible	Materiales rígidos
Regulador térmico y acústico	En climas muy calientes afecta la temperatura interna de la vivienda.
Mano de obra especializada	Mano de obra generalizada
Bajo costo en producción del material	Alto costo en producción de materiales(acero, cementos, etc)

Fuente: Autores

7.4.1 Proyectos con estructura en Guadua en Colombia

Ilustración 13. Iglesia de Pereira (Fachada)



Fuente: Civilgeeks.com

Ilustración 14. Iglesia de Pereira (Interior)



Fuente: Civilgeeks.com

Ilustración 15. Puente Guadua Bogotá - Calle 80



Fuente: Civilgeeks.com

Ilustración 16. Tienda Carrefour - Girardot



Fuente: Mandua.com

Ilustración 17. Vivienda de interés social con Guadua - Girardot 2003.



Fuente: Vélez, 2008

Ilustración 18. Biblioteca pública Guanacas, Inza - Cauca



Fuente: Vélez, 2008

8. CONCLUSIONES

- Las propiedades mecánicas de este material permiten comparar la posibilidad de construcción en guadua debido a su relación resistencia peso respecto a los materiales tradicionales. Sin embargo, el peso de la guadua es un factor importante debido a los costos asociados al transporte requeridos en estas zonas de difícil acceso de Colombia, dichos materiales de construcción pueden llegar a costar un 41,26% adicional a los costos en las urbes principales del país.
- No es viable la construcción de este tipo de viviendas con estructura en Guadua ya que como se observó en el análisis de costos, el transporte del material encarece la estructura de la misma.
- La población de Leticia tiene una percepción del material Guadua negativa, pese a que es un material viable para la construcción y pese a que se puede llevar a la región, la comunidad no lo acepta en su mayoría.
- La construcción de viviendas de interés social es ambiental y técnicamente viable si se tiene en cuenta los beneficios que traería a la región este tipo de proyectos y si se logra abaratar el costo de transporte.
- Si bien el Amazonas cuenta con un beneficio tributario, éste no garantiza que la construcción de la estructura de tipo sostenible sea más económica con respecto a la estructura tradicional.
- Al fomentar e implementar la construcción de vivienda en Guadua, en la ciudad de Leticia, se podría lograr que la sociedad en general identifique y conozca todas las cualidades y ventajas de esta planta y comiencen a implementar su uso.

9. RECOMENDACIONES

- Los principales obstáculos que se identificaron para el desarrollo de esta investigación fueron la compra y transporte de la Guadua, ya que en la actualidad la región no cuenta con un sembrado de esta planta. Se debe considerar la posibilidad de incentivar y capacitar a la comunidad local en los procesos y métodos técnicos para su cultivo. Una alternativa interesante podría ser proponer al gobierno facilitar tierras que han sido expropiadas, para convertirlas en campos generadores de grandes plantaciones de Guadua. La comunidad debería estar más abierta a este tipo de propuestas respecto a materiales sostenibles para la construcción de vivienda, teniendo en cuenta que son más los beneficios que reciben, que los aspectos negativos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sociedad Colombiana de Bambú, s.f; extraído de <http://bambuguadua.org/guadua/la-planta/>.

Ministerio de Vivienda, (2015); Minvivienda lleva buenas noticias en materia de Vivienda y Agua al departamento del Amazonas; extraído de <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2015/febrero/minvivienda-lleva-buenas-noticias-en-materia-de-vivienda-y-agua-al-departamento-del-amazonas>.

Vélez, Simón, (2008); Actualidad y Futuro de las Arquitectura de Bambú en Colombia.; p2.

Pardo, (29 de mayo de 2017) Una casa de guadua en Leticia. El Espectador. Extraído de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/una-casa-de-guadua-en-leticia-articulo-696052>.

Investigadores identifican 14 variedades de guadua en las riberas del Río Cauca. (21 de marzo de 2005). Noticias Financieras y PORTAFOLIO. Extraído de <https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2237/docview/468097756/F69CF66E34914821PQ/22?accountid=34925>

Patricia, T. y César G. (2009). Resistencia a la compresión paralela a la fibra de la guadua angustifolia y determinación del módulo de elasticidad [versión PDF Document]. Recuperado de <http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2217/lib/bibliotecaeansp/detail.action?docID=3181102>

PORTAFOLIO. (2008). El bambú, un acero vegetal que sorprende en todo el mundo. Portafolio, extraído de <https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2237/docview/334419824?accountid=34925>

Villegas; et al (2003); Guadua Arquitectura y Diseño.

Chavarro, Sergio, 2016; Deflexiones de la Guadua angustifolia Kunth para culmos sometidos a esfuerzos por flexión con cargas permanentes en el ambiente de Bogotá.

Hidalgo, Oscar, (1981); Manual de construcción con bambú.

Departamento Nacional de Planeación, 2017; Proyectos tipo - Construcción de vivienda de interés social rural. Versión 2.0.

11. ANEXOS

Anexo 1. Fichas Bibliográficas

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 01
<p>Referencia con normas APA: Sociedad Colombiana de Bambú, s.f; extraído de http://bambuquadua.org/guadua/la-planta/</p>
<p>Síntesis: La sociedad colombiana de bambú hace referencia al cultivo y uso de la guadua en la historia de Colombia y sus inicios en el uso de este material en varios aspectos de la cultura colombiana y del mundo.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿Puede la Guadua ser un componente importante en la construcción de vivienda? ¿Se puede cultivar la guadua en cualquier zona del país?</p>
<p>Metodología: Analizar el comportamiento del cultivo de la guadua en zonas diferentes a las del eje cafetero a través de los diferentes estudios realizados por varias universidades y apoyados por la sociedad colombiana de Bambú.</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones La sociedad colombiana de bambú adelanta varias investigaciones sobre la guadua que serán de ayuda la investigación, apoyándonos en las publicaciones existentes a la fecha, podremos conocer a profundidad el producto como material de construcción.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio Esta sociedad sin ánimo de lucro puede aportar información y estadísticas que serán de gran ayuda para entender el cultivo y mercado de esta planta que se está introduciendo fuertemente en el mercado.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 02
<p>Referencia con normas APA: Vélez, Simón, (2008); Actualidad y Futuro de las Arquitectura de Bambú en Colombia.; p2.</p>
<p>Síntesis: Simón Vélez en su artículo, hace énfasis en la importancia que tuvo la guadua en la época de terremoto en 1999 en Armenia. Desde esa premisa, desarrolla un sistema de construcción de viviendas de interés social usando guadua en la estructura interna de la vivienda. Además, reconoce un nuevo sistema de construcción a base de guadua llamado Timagua creado por el ingeniero Luis Carlos Ríos.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿Puede la Guadua ser un componente importante en la construcción de vivienda?</p>
<p>Metodología: Recuento del uso de la guadua en momentos de contingencia, análisis técnico de la guadua y recuento del uso de la misma en diferentes diseños arquitectónicos.</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones Estudio y desarrollo de un modelo de vivienda que permite usar estructura en guadua</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio De este documento podemos tomar referencia del sistema de construcción propuesto por el Ingeniero Luis Carlos Ríos para basar el prototipo de vivienda de interés social, así como conocer el estado del arte de la construcción en guadua y las ventajas y desventajas en las construcciones hechas con este material y los errores presentados en los mismos.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 03
<p>Referencia con normas APA: Pardo, (29 de mayo de 2017) Una casa de guadua en Leticia. El Espectador. Extraído de https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/una-casa-de-gadua-en-leticia-articulo-696052</p>
<p>Síntesis: El artículo nos habla de la introducción de Guadua en la región de Leticia, la cual muestra la primera construcción de vivienda con este tipo de material, buscando minimizar el impacto ambiental reduciendo la deforestación en esta región, mediante este tipo de estructura sostenible. También nos brinda información sobre el déficit de vivienda que presenta Leticia.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿Costo de transportar la Guadua desde cualquier otra región Vs Costo de sembrar la Guadua en Leticia? ¿Qué parte de la estructura de vivienda, se va realizar con la Guadua? ¿Cuánta Guadua se utilizará por vivienda?</p>
<p>Metodología: Cotizaciones de transporte para el traslado de la Guadua desde las diferentes regiones, donde se siembra. Asesoría de expertos para sacar posibles medidas de la vivienda (VISR)</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones Mediante las diferentes cotizaciones en transporte y siembra de Guadua, se busca llegar a la opción más económica. Con las diferentes asesorías con expertos se busca sacar las posibles medidas de la vivienda (VISR), contemplando las diferentes normas que apliquen en el proyecto.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio Este artículo nos brinda una idea del enfoque que se le debe dar a la investigación, respecto a la consulta de los costos y estructura de la vivienda (VISR) en Guadua.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA #04
<p>Referencia con normas APA: Investigadores identifican 14 variedades de guadua en las riberas del Río Cauca. (21 de marzo de 2005). Noticias Financieras y PORTAFOLIO. extraído de https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2237/docview/468097756/F69CF66E34914821PQ/22?accountid=34925</p>
<p>Síntesis: Este artículo nos habla de los diferentes tipos de Guadua, mencionando algunas características y diferentes calidades que existen en las regiones donde se siembra. Hace la comparación de tiempos de siembra con un árbol el cual actualmente demora 25 años en producir madera, mientras la Guadua solo demora 6 años.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿Tiempo aproximado de la Guadua sin deterioro en las edificaciones? ¿Cantidad de Guadua, que se puede sembrar en una hectárea Vs cantidad de Guadua que se utilizara en una vivienda (VISR)?</p>
<p>Metodología: Investigar posibles tratamientos de preservación y secado de la Guadua Consultar con Fedeguada, las siembras en hectáreas sacar un promedio ponderado de la cantidad de siembra.</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones Se debe analizar las hectáreas requeridas para suplir la demanda de los posibles proyectos de vivienda (VISR). Es importante determinar el tiempo de duración de la Guadua antes de que presente posibles deterioros en la construcción de vivienda.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio En general este artículo nos ofrece una visión general, de los diferentes tipos de Guadua sus diferentes características y posibles aplicaciones en la construcción además conocer que existen tratamientos para la preservación de la misma con el fin de alargar el tiempo de vida como parte de una estructura en la edificación.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 05
<p>Referencia con normas APA: Patricia, T. y César G. (2009). Resistencia a la compresión paralela a la fibra de la guadua angustifolia y determinación del módulo de elasticidad [versión PDF Document]. Recuperado de http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2217/lib/bibliotecaeansp/detail.action?docID=3181102</p>
<p>Síntesis: Este artículo nos habla de la Guadua Angustifolia, mediante estudios aplicados. Los cuales buscaban medir resistencia a corte paralela a la fibra y tensión perpendicular. Arrojando resultados satisfactorios ya que al ser considerada un recurso renovable cuyo uso produce poco impacto ambiental, se podría usar como material estructural.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis Se formuló la norma técnica actualmente utilizada ISO 22157 (internacional estándar, 2004), de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma, se determinará la resistencia a compresión paralela a la fibra en Guadua angustifolia, de 4 fincas diferentes del eje cafetero.</p>
<p>Metodología: Se realizó una serie de ensayos a compresión paralela.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se realizó una preparación de muestras, el cual el factor común debían ser mayor de 5 años. 2. Se determinó que para los ensayos se deben escoger probetas de la parte superior, media inferior de cada tallo a ensayar, realizando un corte plano y perpendicular. 3. Uso de deformímetros eléctricos, con el fin de sacar datos de deformación hasta la falla, para obtener un diagrama de esfuerzo-deformación. Realizar descripción de las fallas.
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones Mediante una ecuación matemática, se encontraron los valores de esfuerzo admisibles, el cual permitió generar una matriz, donde se pudo realizar una comparación entre los tallos recolectados de cada finca y llegando a la conclusión; entre más alta sea la probeta del tallo más esfuerzo a compresión se requiere.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio Consideramos que el artículo brinda información relevante con respecto a la resistencia de la Guadua, la cual es bastante y es por tal motivo que se considera sismo resistente, la cual puede ser usada como estructura.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 06
<p>Referencia con normas APA: PORTAFOLIO. (2008). El bambú, un acero vegetal que sorprende en todo el mundo. Portafolio, extraído de https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2237/docview/334419824?accountid=34925</p>
<p>Síntesis: En este artículo el autor señala las ventajas que tiene la guadua o el bambú en la construcción considerado como el acero vegetal. Además, hace referencia al trabajo realizado por el Arquitecto Simón Vélez a nivel mundial con este material.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿Puede la Guadua ser un componente importante en la construcción de vivienda?</p>
<p>Metodología: Investiga la importancia del uso de un material que se da en todos los continentes y se enfoca en la importancia del consumo responsable de nuevos materiales para la construcción. Así como reconoce las obras civiles con el material guadua y la resistencia ante sismos.</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones A pesar de que la guadua es un material que no es necesario replantar como si se hace con la madera, en la actualidad hay muy baja oferta por lo que una solución planteada es incentivar la plantación de este material para que coja auge en el sector y cubra la demanda futura.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio Con este artículo enfocamos la mirada a cómo ven la guadua en el mundo, así como obtenemos información de construcciones con este material y las declaraciones dadas por Simón Vélez al trabajar por el mundo con la guadua.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 07
<p>Referencia con normas APA: Villegas, Marcelo, (2003); Guadua Arquitectura y Diseño.</p>
<p>Síntesis: Este libro permite conocer las aplicaciones y diseños del material de la guadua en mobiliario y la arquitectura. Adicionalmente realiza un recuento de métodos de tratamientos del material y de conexiones junto con el estado del arte de la ingeniería en este material resistente.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿La guadua es tradicionalmente utilizada en el pasado para la construcción? ¿Cuál es la aplicabilidad de la guadua en la industria de la construcción?</p>
<p>Metodología: Análisis de las nuevas investigaciones realizadas al material desde la biología (taxonomía) hasta ejemplos y usos que actualmente tiene en los muebles y viviendas. Recopilación de fotografías de proyectos realizados y no realizados.</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones Se presentan proyectos exitosos de carácter rural utilizando la guadua como buena solución arquitectónica y de diseño. Se documenta y se puede comparar el potencial de este material con los tradicionales para la construcción. Es un material de buena resistencia que requiere tratamiento, pero es funcional para construir.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio Se observan buenos ejemplos de vivienda en guadua que fortalecen la imagen como material funcional para la construcción.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 08
<p>Referencia con normas APA: Chavarro, Sergio, 2016; Deflexiones de la Guadua angustifolia Kunth para culmos sometidos a esfuerzos por flexión con cargas permanentes en el ambiente de Bogotá.</p>
<p>Síntesis: El documento de investigación establece como punto de partida los antecedentes de usos en Colombia y las normas que reglamentan la guadua en la construcción junto con la explicación de las propiedades físicas y mecánicas básicas de la guadua adicional a los factores de modificación necesarios según la región de uso. El documento se centra en el comportamiento de elementos sometidos a flexión con cargas permanentes.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿Qué se requiere para diseñar un elemento estructural? ¿Qué factores deben ser considerados en el diseño para utilizar el material guadua en la construcción de vivienda en Leticia?</p>
<p>Metodología: Se define el grupo de ensayos y sus parámetros a evaluar. Se realizan y registran una serie de ensayos en probetas sometidas a flexión con cargas permanentes. Se establecen las conclusiones de los resultados y las comparaciones entre las distintas probetas para determinar los efectos del contenido de humedad y el nivel de esfuerzo de los elementos. Se evidencia la necesidad de evaluar la resistencia en el tiempo ante cargas permanentes.</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones El documento plantea los efectos que puede tener el contenido de humedad del ambiente y los niveles de esfuerzo junto con la incidencia en la resistencia de probetas sometidas a flexión. El documento compara las diferencias en las consideraciones de diseño que existen entre la madera y la guadua.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio Sirve como referente de antecedentes en el uso del material en Colombia. Referencia reglamentación vigente y normas de ensayos para el material guadua. Compara la metodología de diseño entre la madera y la guadua.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 09
<p>Referencia con normas APA: Hidalgo, Oscar, (1981); Manual de construcción con bambú.</p>
<p>Síntesis: El libro contiene información sobre técnicas nativas de construcción y nuevas propuestas realizadas por el centro de investigación CIBAM además de ilustraciones de las soluciones propuestas para soluciones estructurales de diferente tipología de estructuras con guadua.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿Cuáles son los detalles típicos constructivos de las estructuras en guadua que requieren las viviendas en guadua?</p>
<p>Metodología: Presentación del material desde la cosecha, edades de corte y usos relacionados para cada etapa. Tratamientos para preservación. Tipos de uniones y amarres. Tipologías de estructuras, cubiertas y puentes.</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones Se muestran alternativas de vivienda que funcionalmente viables para la construcción de vivienda de interés social rural. Existen procedimientos para el corte y tratamiento de la guadua para diferentes condiciones ambientales.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio Revisar durante el proceso de definición de la vivienda prototipo en guadua.</p>

FICHA BIBLIOGRÁFICA # 10
<p>Referencia con normas APA: Departamento Nacional de Planeación, 2017; Proyectos tipo - Construcción de vivienda de interés social rural. Versión 2.0.</p>
<p>Síntesis: En este documento muestra un modelo o prototipo de diseño para vivienda de interés social. Incluye un procedimiento constructivo, presupuesto y los mantenimientos básicos que se requieren en la edificación en un periodo determinado.</p>
<p>Preguntas de investigación/ Hipótesis ¿Qué consideraciones especiales debo tener en cuenta para un proyecto de vivienda de interés social? ¿Cuáles son los rubros y parámetros con los cuales debo considerar para realizar un presupuesto?</p>
<p>Metodología: Definición de los lineamientos normativos. Recursos necesarios para la implementación. Estudios preliminares. Alternativa propuesta. Características del predio y proceso constructivo. Interventoría y la supervisión del proyecto. Presupuesto y cronograma. Operación y mantenimiento de la vivienda.</p>
<p>Intervención o solución planteada y conclusiones Definición de una propuesta para la construcción de vivienda de interés social. Definición y presupuesto de vivienda de interés social. Documentación del proceso constructivo de la vivienda.</p>
<p>Comentario general y relación con el tema propio El documento sirve como soporte para la formulación del prototipo de vivienda de interés social ya que cuenta con información técnica, presupuesto y cronograma de los trabajos a realizar en este tipo de proyectos</p>

Anexo 2. Formato de encuesta realizada a 100 familias en Leticia - Amazonas

FORMATO DE ENCUESTA

Objetivo: Evaluación De Aceptación Del Proyecto VISR En Guadua en la ciudad de Leticia – Amazonas

1. ¿Cuenta con vivienda propia?

Sí No

2. ¿Actualmente es candidato a recibir el beneficio de VIS por parte del gobierno?

Sí No

3. ¿comprende el concepto de construcción tradicional y construcción sostenible?

Sí No Ns/Nr

4. ¿conoce la guadua?

Sí No

5. ¿Sabía que la Guadua además de ser usada en artesanías, sirve para la construcción de vivienda?

Sí No

6. ¿Ha visto alguna construcción que tenga el elemento Guadua?

Sí No

¿Cual?: _____

7. Si ha conocido viviendas construidas en Guadua, ¿le gustaron?

Sí No

8. Si le gustaron las casas en guadua, ¿estaría dispuesto a recibir una vivienda con este material?

Sí No

9. Si no conoce viviendas en guadua ¿estaría dispuesto a que le mostraran un ejemplo de este tipo de construcción?

Sí No

10. ¿Si comparamos la construcción de viviendas en guadua vs. el sistema tradicional, como cree que son los costos?

Más económico

Igual

Menos costoso

Ns/Nr

11. ¿Si se compara la construcción de viviendas utilizando la GUADUA vs. el sistema tradicional, teniendo en cuenta la seguridad de la edificación usted considera que con guadua son?

Más Seguras

Igual de seguras

Menos Seguras

Anexo 3. Viviendas de invasión en Leticia - Amazonas



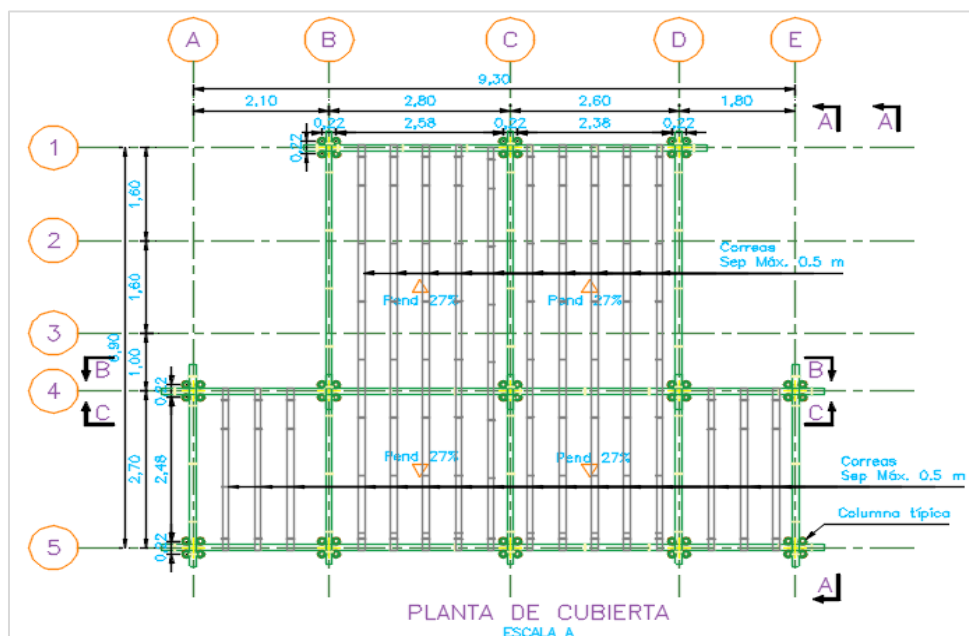
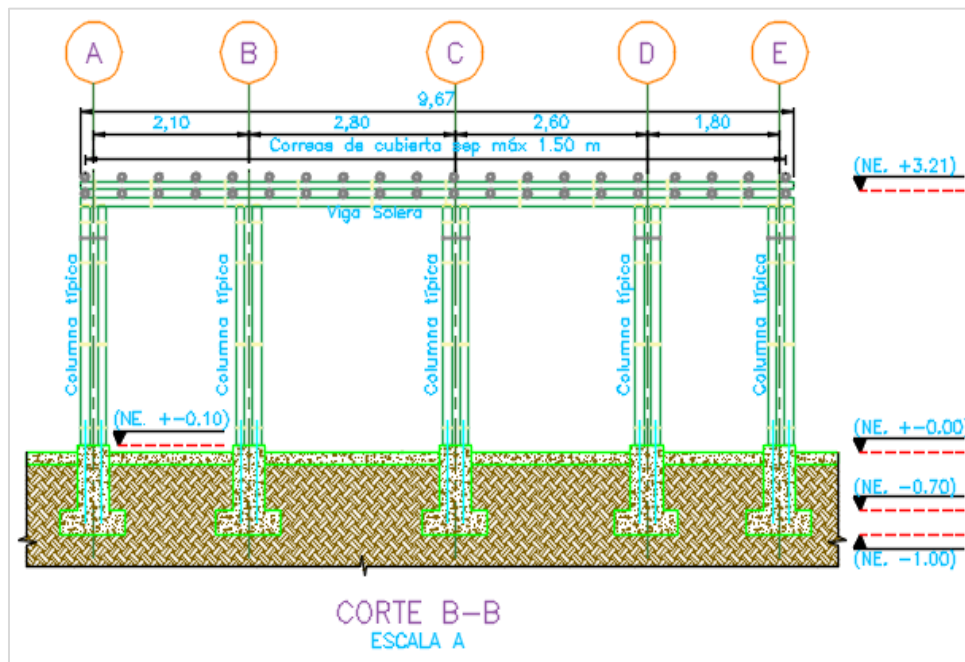
Anexo 4. Proyecto tipo DNP 2016.

https://proyectostipo.dnp.gov.co/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=130&Itemid=236

Anexo 5. Memorias de Cálculo

Ver archivo “Memorias de Cálculo” adjunto a este documento de investigación

Anexo 6. Planos estructurales con Guadua



LICENCIA DE USO - AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

Acuando en nombre propio identificado (s) de la siguiente forma:

Nombre Completo Lady Stephania Pérez Sánchez

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 1.020.768.615

Nombre Completo Sergio Andrés Chavarría Morales

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 1032382295

Nombre Completo Pedro Alexander Martínez Barrera

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 1'013.591.888

Nombre Completo _____

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: _____

El (Los) suscrito(s) en calidad de autor (es) del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, denominado:

Guadua: Una alternativa para la construcción de vivienda de interés social Rural en Iquitos - Amazonas

Dejo (dejamos) constancia que la obra contiene información confidencial, secreta o similar: SI NO
 (Si marqué (marcamos) Sí, en un documento adjunto explicaremos tal condición, para que la Universidad EAN mantenga restricción de acceso sobre la obra).

Por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Universidad EAN, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad EAN y a los usuarios de bases de datos y sitios webs con los cuales la Institución tenga convenio, a ejercer las siguientes atribuciones sobre la obra anteriormente mencionada:

- A. Conservación de los ejemplares en la Biblioteca de la Universidad EAN.
- B. Comunicación pública de la obra por cualquier medio, incluyendo internet
- C. Reproducción bajo cualquier formato que se conozca actualmente o que se conozca en el futuro
- D. Que los ejemplares sean consultados en medio electrónico
- E. Inclusión en bases de datos o redes o sitios web con los cuales la Universidad EAN tenga convenio con las mismas facultades y limitaciones que se expresan en este documento
- F. Distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la Universidad EAN tenga convenio

Con el debido respeto de los derechos patrimoniales y morales de la obra, la presente licencia se otorga a título gratuito, de conformidad con la normatividad vigente en la materia y teniendo en cuenta que la Universidad EAN busca difundir y promover la formación académica, la enseñanza y el espíritu investigativo y emprendedor.

Manifiesto (manifestamos) que la obra objeto de la presente autorización es original, el (los) suscritos es (son) el (los) autor (es) exclusivo (s), fue producto de mi (nuestro) ingenio y esfuerzo personal y la realizo (zamos) sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y tengo (tenemos) la titularidad sobre la misma. En vista de lo expuesto, asumo (asumimos) la total responsabilidad sobre la elaboración, presentación y contenidos de la obra, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Universidad EAN por estos aspectos.

En constancia suscribimos el presente documento en la ciudad de Bogotá D.C.,

NOMBRE COMPLETO: <u>Jody Steponio Pérez S.</u>	NOMBRE COMPLETO: <u>Pejuo Alexander Martínez</u>
FIRMA: <u>[Firma]</u>	FIRMA: <u>[Firma]</u>
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1020768615</u>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1013291898</u>
FACULTAD: <u>Ingeniería</u>	FACULTAD: <u>Ingeniería</u>
PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Esp. Gerencia de Proyectos.</u>	PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Esp. Gerencia de Proyectos.</u>

NOMBRE COMPLETO: <u>Severin Andrés Chevarro</u>	NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: <u>[Firma]</u>	FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1032352295</u>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: <u>Ingeniería</u>	FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Esp. Gerencia de Proyectos</u>	PROGRAMA ACADÉMICO: _____

Fecha de firma: _____