



La guadua como una alternativa para la construcción de vivienda de interés social mejorando las condiciones de habitabilidad de las familias con viviendas en situación de riesgo o vulnerabilidad.

Presentado por:

Diego Arnulfo Chaparro Acevedo

Ingrid Johanna Santos Muñoz

Presentado a:

Dr. Jorge Enrique León Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Especialización en Gestión de Proyectos

Bogotá D.C.

Septiembre 2018

Dedicatoria

A Dios y mi familia por estar en cada camino que emprendo y demostrarme que todas las metas que me trace las puedo alcanzar y hacer realidad.

Ingrid Santos.

Dedicado a ese motor que impulsa a volver mis sueños realidad, mi familia y Dios.

Diego Chaparra.

Resumen

La manifestación del cambio climático ha golpeado de forma significativa nuestro país, Cundinamarca es uno de los departamentos más golpeados por fenómenos como el del niño y el de la niña los cuales han generado sin número de eventos desafortunados como incendios, deslizamientos, remociones en masa e inundaciones. Dichos desastres naturales afectan directamente a la población poniendo en alza los índices de desplazamiento, llegando al punto que en los últimos años el incremento es catastrófico; este puede ser el caso de aproximadamente 157 familias que habitan cerca al río Magdalena en el corregimiento de Puerto Bogotá del municipio de Guaduas, pues los niveles del río aumentan de forma considerable por la prolongación de las temporadas invernales en el país, lo que ha llevado a alcanzar los registros más altos. Autoridades como la CAR, la Gobernación de Cundinamarca y el ministerio de hacienda e infraestructura, entre otras, están poniendo en marcha proyectos de reubicación de familias en estado de vulnerabilidad a casas de interés social, mejorando no solo su calidad de vida, sino que también generando mayor seguridad. Esto como planes de mitigación del riesgo.

Partiendo de lo anteriormente mencionado, se presenta una monografía que plantea la combinación de Caña de Guadua con los tradicionales materiales de construcción para la edificación de casas de interés social en el corregimiento, teniendo en cuenta que es un material de rápido crecimiento, con características de durabilidad, flexibilidad y sismo-resistencia que puede contribuir eficientemente para optimizar la inversión y el tiempo de ejecución en este tipo de proyectos y así, mejorar también la calidad de vida de estas familias y poder contribuir positivamente en problemas ambientales, sociales económicos y culturales en el municipio.

Palabras claves: *guadua, vivienda, inundaciones, desarrollo, sostenibilidad.*

Abstract

The manifestation of climate change has significantly affected our country, Cundinamarca is one of the departments most affected by phenomena such as that of the child and that of the girl child, which have generated a number of unfortunate events such as fires, landslides, mass removals and floods. These natural disasters directly affect the population by increasing the displacement indexes, reaching the point that in recent years the increase is catastrophic; this may be the case of approximately 157 families living near the Magdalena River in the Corregimiento of Puerto Bogotá in the municipality of Guaduas, as the levels of the river increase considerably due to the prolongation of the winter seasons in the country, which has led to reach the highest records. Authorities such as the CAR, the Government of Cundinamarca and the Ministry of Finance and Infrastructure, among others, are launching relocation projects for vulnerable families to social housing, improving not only their quality of life, but also generating greater security. This is like risk mitigation plans.

Starting from the aforementioned, a monograph is presented that proposes the combination of “Caña de Guadua” with the traditional construction materials for the construction of houses of social interest in the Corregimiento, taking into account that it is a fast growing material, with characteristics of durability, flexibility and earthquake-resistance that can contribute efficiently to optimize the investment and the execution time in this type of projects and thus, also improve the quality of life of these families and be able to contribute positively in environmental, social, economic and cultural problems in the town.

Keywords: *guadua, housing, floods, development, sustainability.*

Tabla de Contenido

Dedicatoria	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
1. Introducción	1
2. Planteamiento del Problema	3
¿En nuestro país, se reconoce la guadua como una alternativa en la construcción de viviendas de interés social?	3
2.1. Descripción del problema.	3
2.2. Antecedentes.	4
3. Justificación	8
4. Objetivos	11
4.1. Objetivo General	11
4.2. Objetivos Específicos	11
5. Marco Conceptual y Teórico	12
5.1. Reseña histórica de la Guadua	13
5.2. Características de la Guadua	16
5.3. Casos de Éxito	18
5.4. Generalidades sobre cultivos de guadua en Colombia	25
5.5. Ventajas del uso de la Guadua Como material de Construcción	26
5.6. Comparación con otros tipos de construcción	30
6. Conclusiones	36
7. Recomendaciones	37
8. Bibliografía	38

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa del Corregimiento de Puerto Bogotá en Cundinamarca.	12
Figura 2. Situación de familias en riesgo en el municipio de Guaduas.	13
Figura 3. Bahareque de tierra relleno.	14
Figura 4 .Vivienda rural característica en el Viejo Caldas.....	15
Figura 5 .Asentamientos construidos en Guadua.	18
Figura 6 . Viviendas construidas en Guadua, zona urbana / rural.	19
Figura 7 . Estudio de viviendas construidas en Guadua.	20
Figura 8 . Viviendas barrio “el italiano” en Barcelona - Quindío.....	21
Figura 9. Proyecto viviendas interés social en Girardot.	22
Figura 10. Modelo de construcción propuesto por Manuel Bonilla.	23
Figura 11. Proyecto dinastía del sol Carmen de Apicalá, Tolima.	25

Lista de Tablas

Tabla 1. Comparación de viviendas con distintos materiales de construcción y guadua.	31
Tabla 2. Comparación de materiales Concreto - Guadua	32
Tabla 3. Comparación de materiales Concreto – Guadua Resistencias y cargas	33
Tabla 4. Comparación de Consecución de materiales (Control ambiental).....	34
Tabla 5. Comparación de Procesos constructivos y presupuesto.	35

1. Introducción

A partir de los cambios climáticos por los que ha atravesado el país durante los últimos años, se han producido temporadas invernales con mayor fuerza y frecuencia en diferentes ciudades y municipios, trayendo consigo graves problemáticas tales como deslizamientos, inundaciones y vendavales, las cuales afectan directamente a los habitantes del sector donde se presenten y por consiguiente a las familias enteras que se ven obligadas a desalojar sus viviendas y desplazarse a otros sitios temporales de resguardo.

Infortunadamente, el Estado y los diferentes entes Gubernamentales, no cuentan con la suficiente capacidad para solventar estos inconvenientes o para brindar el apoyo económico y social que estas familias en situación de vulnerabilidad tanto necesitan, incluso en muchos casos, no se han tomado las medidas preventivas de forma oportuna lo cual conduce a que aumente los niveles de pérdidas materiales y humanas en el peor de los casos.

Este es el caso de aproximadamente 157 familias que residen en el corregimiento de Puerto Bogotá, municipio de Guaduas, quienes, de acuerdo a lo informado por la Gobernación de Cundinamarca en el mes de enero del 2018, se encuentran en riesgo por la remoción en masa que provoca río Magdalena al aumentar sus niveles y corrientes. Para poner frente a esta situación, se elevó una solicitud al Gobierno Nacional con la propuesta de construir un plan de vivienda de interés social que permita la reubicación de dichas familias, no obstante, es importante resaltar que ya se han realizado evacuaciones temporales de los hogares que presentan mayor riesgo para lo cual la alcaldía de Guaduas ha venido otorgando subsidios de arriendo (Gobernación de Cundinamarca, 2018).

La presente monografía plantea la construcción de viviendas de interés social combinando los materiales de construcción tradicionales con la Caña de Guadua, teniendo en cuenta que es un material que cuenta con características de durabilidad, flexibilidad y sismo-resistencia que lo ha venido posicionando como una alternativa favorable en la construcción de obras civiles. Además, es un recurso sostenible y renovable que de forma rápida se multiplica vegetativamente, lo cual permite la suficiente materia prima como principal componente de la construcción, disminuyendo los costos de inversión y aumentando los beneficios a nivel ambiental, social y económico para el municipio.

2. Planteamiento del Problema

¿En nuestro país, se puede recomendar la guadua como una alternativa en la construcción de viviendas de interés social?

2.1. Descripción del problema.

Durante los últimos años se han ido incrementando afectación en diferentes municipios del país a causa de los constantes y fuertes cambios climáticos, dentro de los cuales se resalta la situación para 157 familias que residen en el corregimiento de Puerto Bogotá en el municipio de Guaduas-Cundinamarca, quienes se encuentran en riesgo por la constante amenaza de desbordamiento del río Magdalena y posibles filtraciones en redes de aguas residuales que provocarían inestabilidad de los terrenos donde se ubican actualmente sus viviendas.

Dado lo anterior, finalizando la vigencia 2017, se elevó una propuesta al Gobierno Nacional por parte del Gobernador de Cundinamarca, el ministro de Vivienda y Hábitat y el director de la Unidad Administrativa Especial para la Gestión del Riesgo de Desastres (UAEGRD), que permitirá lograr una solución rápida y efectiva para estas familias; dicha propuesta consiste en la construcción de un plan de vivienda de interés social con lo cual se lograría una reubicación definitiva de sus viviendas.

Es así como la presente monografía tiene como finalidad demostrar que la Caña de Guadua combinada con los diferentes materiales de construcción puede ser una alternativa de edificación para ejecutar las casas de interés social optimizando los recursos y obteniendo beneficios sociales y económicos a la vez que se disminuyen costos y tiempo de ejecución.

2.2. Antecedentes.

La cifra de personas que se ven forzadas a salir de sus lugares de vivienda por causa de las inundaciones, deslizamientos o vendavales ha ido en continuo crecimiento en el país. Durante los últimos años se ha incrementado la intensidad de las olas invernales en el país, llegando a un 170% por encima de lo acostumbrado en el territorio nacional, lo cual ha estado prendiendo las alarmas por el aumento de personas afectadas a causa de las condiciones climáticas.

Cundinamarca fue afectada por inundaciones en 43.587 hectáreas durante el fenómeno de la niña entre el 2009 y 2011, que afectaron 6.111 hogares y los deslizamientos afectarían en el mismo período a 6200 hogares (Gobernación de Cundinamarca, sf), que en total tuvieron incidencia sobre 59.197 personas, lo cual requiere acciones tendientes a disminuir la vulnerabilidad de este importante número de damnificados.

A mediados del año 2016, la Unidad Administrativa Especial de Vivienda Social de Cundinamarca (UAEVS) presentó la política planeada en el Plan de Desarrollo denominada *Unidos podemos más*, en la cual se expuso la política de vivienda encaminada por el Gobernador de Cundinamarca que busca que durante el próximo cuatrienio se alcancen avances significativos para lograr vivienda digna para todos los cundinamarqueses, destacando la alianza estratégica que debe existir entre los alcaldes o delegados de los municipios y las Caja de Compensación Familiar.

A partir de esto, el alcalde municipal de Guaduas presentó el Proyecto del Plan de Desarrollo Municipal denominado “Para volver a creer” para el periodo constitucional 2016 –

2019, bajo el cual afirmó que estará presente en la zona junto con las autoridades departamentales para tomar las medidas necesarias que hagan frente a la temporada invernal, que ha elevado el nivel de las aguas del río Magdalena y mantiene en alerta a los municipios que se ubican en su ribera, Los municipios que mayor cuidado deben tener por el riesgo de deslizamiento, principalmente en los ejes viales, son Villeta, Sasáima, Albán, Guaduas, Tobia, Vergara, Nimaima, Pacho, La Peña, San Francisco, Guayabal de Siquima, Táusa y Ubaté, que son las poblaciones que rodean la cuenca hídrica.

Dentro de este Plan de Desarrollo Municipal, también se establecen diferentes líneas de acción que buscan implementar diversas estrategias en el municipio para mejorar la calidad de vida de los Guadueros, entre las cuales data lo siguiente:

SECTOR 12. VIVIENDA – HÁBITAT – CALIDAD DE VIDA

PROGRAMA 1. VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

OBJETIVO: Contribuir a la política pública de vivienda social para el mejoramiento de condiciones de vida en el municipio.

META DE RESULTADO Construcción de un proyecto de (150) viviendas urbanas en el municipio de Guaduas, en el marco de las políticas públicas del Estado.

METAS DE PRODUCTO

1. Determinar el déficit y demanda de vivienda urbana

L.B.: Gasto público municipal en vivienda de interés social 2015

Indicador: N° de viviendas de interés social gestionadas y/o construidas.

2. Apoyar las iniciativas y/o proyectos de vivienda, gestionados y/o por autoconstrucción que beneficien a la población del municipio.

L.B.: N° proyectos de viviendas gestionados.

Indicador: N° de familias beneficiadas con programa.

3. Realizar un programa de mejoramiento de vivienda, con la construcción de 60 unidades sanitarias con familias vulnerable identificadas en el municipio.

L.B.: viviendas intervenidas con programa de mejoramiento.

Indicador: N° de familias beneficiadas con programa.

4. Implementar en el municipio la capacitación y la asistencia técnica para la realización de programas de autoconstrucción con apoyo del SENA en el corregimiento de Puerto Bogotá.

L.B.: identificación de proyectos de vivienda por autoconstrucción.

Indicador: N° de familias beneficiadas con el programa (Ramírez, 2016).

De otro lado, el pasado 9 de enero de 2018, nuevamente la Gobernación de Cundinamarca llamó la atención del Ministerio de Vivienda a fin de que se procesa cuanto antes a solucionar las amenazas en que se encuentra numerosas personas en la inspección de Puerto Bogotá, municipio de Guaduas, son 157 casas en riesgo por el posible aumento de las lluvias en las últimas semanas. Pasado el tiempo y como resultado de las malas planificaciones urbanísticas, el río ha ido socavando tanto las cimentaciones de las viviendas como las estructuras, dejando literalmente las casas en el aire, lo que pone en situación especial de vulnerabilidad a quienes habitan en el corregimiento de Puerto Bogotá. Debido al aumento de las lluvias, dichas viviendas podrían quedar afectadas estructuralmente con la posibilidad de causar una tragedia.

Es así como se plantea mitigar esta problemática con la construcción de viviendas de interés social utilizando como materia prima la Caña de Guadua, con el fin de brindar a la población afectada una vivienda digna y en condiciones de calidad y seguridad en el corregimiento de Puerto Bogotá, municipio de Guaduas. Lo anterior se plantea teniendo en

cuenta las ventajas que ofrece la guadua como por ejemplo, minimizar los tiempos de construcción de las viviendas, incorporar materiales amigables con el medio ambiente, optimizar los costos de tiempo de ejecución en el personal contratado, además de generar nuevas fuentes de empleo en el municipio tanto para los cultivadores de guadua como para los que comercializan este material; igualmente porque este bambú es una planta auto-sostenible, de rápido crecimiento, que además de ser un insumo para la construcción, puede solucionar los problemas ambientales, sociales y económicos que afectan una población.

En cuanto al uso de la Caña de Guadua, se resalta que el artículo 79 de la Constitución Política de Colombia señala que: “Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. Igualmente, el artículo 80 dice: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”.

3. Justificación

En el municipio se han adelantado planes de acción tanto por la Gobernación de Cundinamarca como por la Alcaldía de Guaduas, los cuales se enfocan en dar una solución definitiva a las aproximadamente 157 familias que han edificado sus viviendas cerca del río Magdalena, y que pese a que esté prohibido construir edificaciones cerca de la ribera, es un hecho la problemática de estas personas cuando el nivel de las aguas del río crece y sus viviendas sufren afectaciones, es por esto que se plantea a modo de solución, la construcción de viviendas de interés social con el ánimo de reubicar a la población afectada o en estado vulnerable.

La monografía que se plantea para apoyar los planes gubernamentales de la construcción de casas de interés social es combinar los materiales tradicionales de la construcción con la caña de Guadua, aprovechando las bondades que este bambú ofrece y los sin número de beneficios que se pueden alcanzar.

Es importante mencionar que la Guadua es uno de los materiales más usados por el hombre desde la antigüedad y que le han permitido aumentar su comodidad y bienestar, es así como según el libro “Nuevas técnicas de construcción en Bambú” (Hidalgo O., 1978), en Ecuador se han encontrado improntas de bambú en construcciones que se estima tienen 9.500 años de antigüedad (Girón, 2013); esto teniendo en cuenta que la guadua representa una alternativa entre materiales de mayor costo y puede convertirse en fuente de energía por tratarse de un recurso sostenible y fácilmente renovable y además, porque es un tipo de madera pero con fibras, lo cual hace que sea sismo-resistente y que tenga calidades similares al acero, pero mucho más flexible.

En concordancia a lo anterior, es que la Guadua se ha venido posicionando como una opción muy favorable para la construcción de viviendas, no sólo por sus características de resistencia y flexibilidad anteriormente nombradas, sino porque permite minimizar los tiempos que demanda dicha construcción, lo cual se traduce en ganancias económicas, reducción significativa de tiempos y optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso.

No obstante, las casas de interés social pueden ser construidas en bambú natural y prefabricados asociados con otros tipos de materiales de construcción como lo son madera, ladrillo y concreto a fin de aumentar la durabilidad del material y garantizar el buen comportamiento estructural de las viviendas. Sobre esto es importante mencionar que la guadua debe tener un procesamiento adecuado que garantice que será un material con larga durabilidad y con el que se puedan construir viviendas para toda la vida; además los diseños deben elaborarse de tal forma que se proteja el material de la humedad y el calor ya que estos aspectos que repercuten negativamente en la calidad del bambú y que con el paso de tiempo pueden generar afectaciones.

La técnica de construcción combinada con Guadua, propone una alternativa técnicamente recomendable para este tipo de edificaciones que tienen un propósito no solo arquitectónico, sino que también tiene una intención de ayuda social y comunitaria. Así pues, mediante esta monografía se busca reconocer la guadua como un insumo altamente beneficioso para la construcción de viviendas de interés social en el municipio de Guaduas, corregimiento de Puerto Bogotá, que permita contribuir en la mitigación de la problemática que golpea las familias que habitan en la ribera del río Magdalena y poder desarrollar el proyecto con nuevas alternativas de

edificación, donde se brinde bondades que generen impacto en la solución de problemas ambientales, sociales y económicos que puedan afectar el municipio.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Reconocer las bondades y características de la guadua que la convierten en una alternativa efectiva para la construcción de casas de interés social.

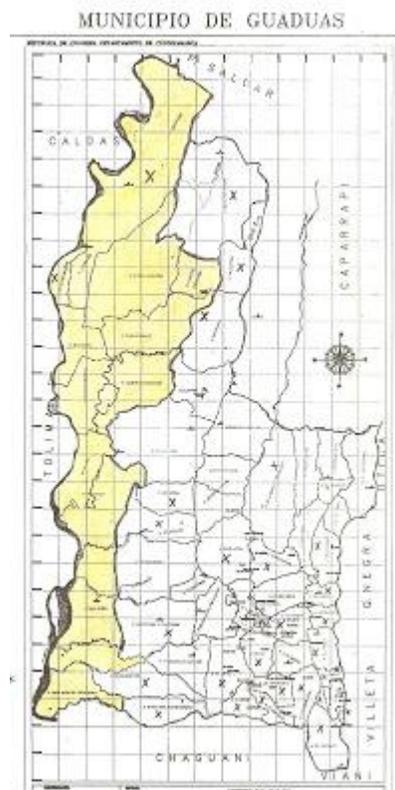
4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Detallar las características, calidad y cualidades que posee la guadua mediante la investigación en diferentes fuentes de información para sustentar la eficiencia de este bambú en la construcción de viviendas.
- ✓ Exponer diferentes casos de éxito a partir de situaciones y contextos reales que permitan una mejor percepción de este tipo construcciones y los beneficios de las mismas.
- ✓ Demostrar la reducción de costo, tiempo y nivel de productividad mediante el análisis comparativo de la guadua frente a otros materiales, identificando los diferentes aspectos que intervienen en el proceso de construcción para destacar las ventajas que se puede lograr con su uso.

5. Marco Conceptual y Teórico

La presente monografía se basa en la problemática de aproximadamente 157 familias del municipio de Guaduas en Cundinamarca, cuyas viviendas se encuentran construidas cerca al río Magdalena y por tanto se encuentran en riesgo debido a las amenazas de desbordamiento en los niveles del río que pueden generar filtraciones en redes de aguas residuales y por consiguiente, que los terrenos pierdan la estabilidad requerida y se generen deslizamientos, todo esto como consecuencia de las olas invernales que han golpeado al país durante los últimos años y que van dejando a su paso numerosos damnificados.

Figura 1. Mapa del Corregimiento de Puerto Bogotá en Cundinamarca.



Fuente: (Puerto Bogotá, 2011)

Figura 2. Situación de familias en riesgo en el municipio de Guaduas.



Fuente: (Gobernación de Cundinamarca, 2018)

De esta forma, se plantea la construcción de viviendas de interés social combinando los materiales de construcción tradicionales con la Caña de Guadua teniendo en cuenta que es un material sostenible y que se multiplica vegetativamente por lo que es fácilmente renovable, además porque posee características de durabilidad, flexibilidad y sismo-resistencias que le otorga cualidades competitivas en la construcción de obras civiles.

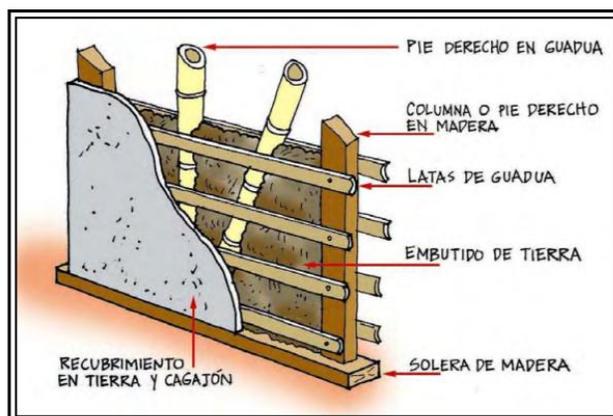
5.1. Reseña histórica de la Guadua

La guadua o bambú ha sido utilizada por el hombre desde la antigüedad, lo cual le ha permitido diseñar diferentes herramientas para su bienestar, entre las que se destacan la elaboración de muebles como sillas y camas, artesanías entre cofres, lámparas, objetos decorativos, instrumentos musicales mediante los cuales se logra evidenciar la durabilidad y resistencia que caracterizan este bambú. Igualmente ha sido relacionada con los principios del

Feng-Shui desde hace aproximadamente 3.000 años en Japón y China, gracias a que brinda cierto estado de armonía en el ambiente, entre las cosas y para las personas.

Las construcciones más antiguas en bahareque datan aproximadamente a los 10.000 años a.C. las cuales se llevaron a cabo en Mesopotamia y de 5.000 años a.C. en América del Sur, respecto a este tipo de construcción es importante mencionar que incluye el uso de la guadua y que corresponde a una técnica para la fabricación de viviendas a partir de palos y cañas entrelazados que se recubren con barro, lo cual fue rápidamente implementado en diferentes lugares ya que para la época se contaba con abundante disponibilidad de tierra y el material proveía versatilidad para su utilización.

Figura 3. Bahareque de tierra relleno.



Fuente: (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2002)

De otro lado, en Colombia en el año 1806 la guadua fue denominada por los naturalistas botánicos Alexander von Humboldt y Amadeo Bonpland como *Bambusa guadua*, posteriormente en el año 1822 fue clasificada por Carl Sigismund Kunt, también naturalista, como *Guadua angustifolia*. A partir de la colonización antioqueña entre los siglos XVIII y XIX, lo que generó la movilización de numerosas familias principalmente provenientes de Antioquia

hacia otros territorios nacionales, se dio paso a una arquitectura rural que se basó en construcciones con guadua y que influyó enérgicamente en la arquitectura urbana de la misma región convirtiéndose en una de las tradiciones más firmes y existentes en el país.

Para los indígenas que poblaron lo que hoy en día se conoce como territorio del Viejo Caldas y sus regiones vecinas, este bambú tuvo un papel predominante y de uso extenso; de guadua se construyeron puentes, escaleras, balsas, recipientes para líquidos, conductores de agua, armas, postes ceremoniales, jaulas para prisioneros, tumbas, palenques, atalayas, plazas ceremoniales instrumentos musicales, etc. La guadua fue, sin lugar a duda, la principal madera de las tribus agrupadas bajo el genérico nombre de los indios Quimbayas. Sería una bendición para unos grupos étnicos que aún utilizaban instrumentos líticos, encontrar una especie vegetal con las características y posibilidades de esta gramínea (Vélez, La cultura de la guadua en Colombia, 2006).

Figura 4 .Vivienda rural característica en el Viejo Caldas.



Fuente: (Vélez, La cultura de la guadua en Colombia, 2006)

Con el paso del tiempo los sistemas de construcción de vivienda fueron evolucionando, incorporando otros elementos y diseños para lograr construcciones más resistentes y duraderas, es así como la guadua se va consolidando en parte fundamental de la mayoría de construcciones, pues gracias a sus dimensiones y resistencia empezó a formar parte estructural de paredes, suelos y techos, demostrando un desempeño eficiente a pesar de las condiciones del terreno y a las amenazas sísmicas que se produjeran en las regiones en donde se realizaban este tipo de construcciones.

De igual forma, se evidenció prontamente otras cualidades que poseía este bambú, como que es un material abundante, sostenible y de rápido crecimiento lo cual acaparó las miradas de los cultivadores, carpinteros y artesanos al convertirse en una materia prima con excelentes rendimientos económicos, ambientales y sociales.

5.2. Características de la Guadua

La Guadua, o como se le conoce en Asia, “Bambú” una de las plantas maravillosas que nos ha regalado la naturaleza, su nombre técnico es *Angustifolia*, una de las plantas con más usos y utilidades que se le pueda aplicar, todo gracias a sus bondades que la enriquecen desde su germinación hasta su uso final.

En Colombia se encuentra en muchos sectores de la región Andina, recordemos que es una especie dotada para germinar en cualquier campo ya que una de sus características es que es auto-multiplicable vegetativamente, entiéndase que no requiere de semillas para reproducirse como ocurre con muchas otras especies maderables.

Una de las características que hace de la guadua, una de las plantas más reconocidas a nivel mundial, es la resistencia que esta posee, por ser una madera fibrosa adopta una resistencia que la hace única en su especie, resiste grandes fuerzas a la flexión, tracción y compresión superior a otras maderas, incluso se puede comparar con el acero, por eso su propiedad sismo-resistente para edificaciones y elementos estructurales.

El rápido crecimiento es notable a la hora de pensar en cultivar como materia prima, pues en Colombia se tienen registros de varas de 30 Metros de altura con un diámetro de 30cm los cuales alcanza en tan solo seis meses, es decir, que su rango de crecimiento diario es de 11 centímetros. Una de las cualidades más sensacionales de las que goza esta planta. Las bondades ambientales son aún más sorprendentes ya que debido a su rápido crecimiento y abundancia, la limpieza del aire mejora a su paso, pues la guadua es un gran fijador de dióxido de carbono (CO₂) el cual lo absorbe a su paso y lo retiene sin soltarlo jamás, limpiando la atmosfera de dichas partículas.

Su rapidez de crecimiento e invasión, la convierten en una de las plantas más utilizadas en el mejoramiento de suelos ya que sus raíces invasivas absorben el agua sobrante y solidifican el suelo frágil, por eso es utilizada tanto en zonas vulnerables a deslizamientos y derrumbes.

El avance de la tecnología trae consigo una gran variedad de aprovechamientos que hacen de la guadua un material de explotación. El procesamiento industrial de la misma, hace óptima la consecución de productos a base de guadua como, la producción de papel, la producción de alcohol, etanol industrial y bases alimenticias y medicinales.

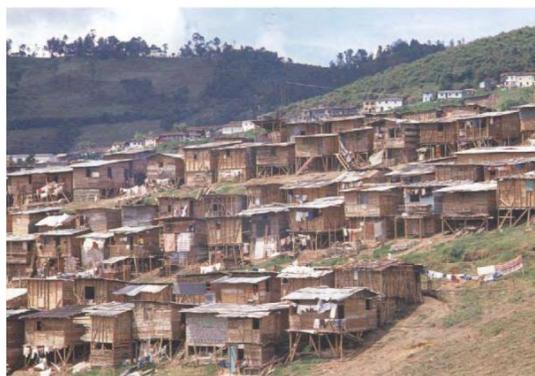
Por estas características mencionadas y otro sin número de bondades encontradas en esta planta, es que la guadua se convierte en una opción de cultivo rentable y factible para cualquier actividad en la que se quiera implementar, ya sea arte, música, mobiliario, estabilización, contención y por último, construcción, que es la actividad a analizar producto de la monografía para el presente proyecto.

5.3. Casos de Éxito

- **Zona Cafetera de Caldas**

El proceso de población de lo que hoy se conoce como Viejo Caldas, surgió a partir de la movilización de decenas de familias que venían desde Antioquia principalmente y para quienes era primordial contar con un sitio para vivir. Fue así como la guadua se convirtió en un factor determinante durante en este proceso, toda vez que mediante este bambú se llevó a cabo la construcción de albergues en tiempos muy cortos. Es importante mencionar que para la época, se contaba cantidades considerables de este bambú que combinada con el ingenio de los oriundos antioqueños, permitió la construcción de sus viviendas y el posicionamiento en estas nuevas tierras.

Figura 5 .Asentamientos construidos en Guadua.



Fuente: (Vélez, La cultura de la guadua en Colombia, 2006)

No obstante, con el paso del tiempo se empezó a hacer uso de otros materiales asociados a la técnica de construcción de bahareque, mediante el cual se logran diferentes estilos de fabricación de viviendas y por supuesto, de la apariencia estética de estas. Hoy en día aún podemos evidenciar este tipo de edificaciones, que gracias al mantenimiento, lo cual que es necesario para cualquier tipo de vivienda y cualquiera que sea su base de construcción, han logrado conservarse por muchas décadas haciendo parte predominante en las raíces culturales tanto en la parte rural como urbana del departamento.

Figura 6 . Viviendas construidas en Guadua, zona urbana / rural.



Fuente: (Vélez, La cultura de la guadua en Colombia, 2006)

Por último vale la pena resaltar, el estudio del arquitecto Juan Carlos Pineda (2017) mediante el cual se refleja la rigurosidad de las construcciones hechas con guadua las cuales durante siglos se han mantenido en pie, obviamente con el deterioro físico que con el paso del tiempo van adquiriendo, pero con sus diseños y estructuras firmes.

Figura 7 . Estudio de viviendas construidas en Guadua.



Fuente: (Pineda, 2017)

- ***Terremoto de Armenia de 1999***

Tan pronto paso este trágico suceso, los sobrevivientes en medio de sus desasosiego y angustia, se dieron cuenta que numerosas viviendas construidas en guadua resistieron a la fuerte sacudida de la tierra, a partir de lo cual cobro fuerza el adjetivo que muchos le otorgaban como “macrobambú” o “acero vegetal”. De esta forma, rápidamente los habitantes empezaron a hacer uso de la guadua para reforzar las casas que aún se encontraban en pie como también, para construir en tiempo record albergues temporales, cocinas comunitarias y escuelas de paso para los cientos de damnificados de esta catástrofe natural.

Con esto quedó demostrado que el uso de la guadua en las construcciones de vivienda constituye la tecnología sismo resistente más económica que hay en Colombia, por lo cual la Corporación Autónoma Regional del Quindío construyó un centro para la investigación y promoción de la guadua como la especie forestal de Colombia más importante en el desarrollo ambiental, sociocultural y económico (Vélez, Actualidad de la construcción de guadua en Colombia, 2006).

De acuerdo a lo anterior, la guadua logró un papel predominante para la reconstrucción de viviendas en la zona de afectación por el terremoto y como una alternativa para los miles de damnificados; gracias a este bambú se logró la reconstrucción de barrios residenciales entre los que se destaca el barrio “el italiano”.

Figura 8 . Viviendas barrio “el italiano” en Barcelona - Quindío.



Fuente: (Vélez, Actualidad de la construcción de guadua en Colombia, 2006)

- ***Proyecto de viviendas de interés social en Girardot – 2003:***

Este proyecto fue llevado a cabo por el arquitecto Simón Vélez quien ha trabajado energicamente para que se reconozca este bambú como insumo predominante en la construcción no sólo de viviendas sino de diversas edificaciones. Estas viviendas de interés social, se pueden reconocer como un buen ejemplo sobre el buen uso de la guadua como materia prima predominante para la construcción de viviendas, que sin necesidad de caer en excesos de acabados o de diseños exagerados, se incorpora el aprovechamiento de este bambú en todo su esplendor para llevar a cabo proyectos de viviendas más económicas, amigables con el medio ambiente y sobre todo, que permiten mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Es importante destacar que para la construcción de estas viviendas se contó con la participación de las personas que posteriormente las habitarían, lo cual aseguró un grado de interés y nivel de calidad mucho más alto durante la etapa de construcción y adicionalmente, la comunidad tuvo la oportunidad de adquirir los conocimientos y habilidades para realizar reparaciones y/o mantenimientos posteriores según se requirieran como también, poder construir nuevas viviendas en otros sectores.

Figura 9. Proyecto viviendas interés social en Girardot.



Fuente: (Vélez, La cultura de la guadua en Colombia, 2006)

De otro lado, se resalta que Vélez a lo largo de su carrera que lleva un poco más de 40 años, ha diseñado edificios en más de 11 países, incorporando métodos de carpintería y diversos sistemas de soporte estructural todos orientados al uso adecuado y promoción de la guadua, a partir de lo cual indica: *“Mi propuesta como arquitecto es hacer una arquitectura un poquito más vegetariana, no tanto concreto, pero tampoco totalmente vegetariana. Hay que tener una dieta equilibrada entre minerales y vegetales, y estamos demasados minerales con la arquitectura”* (Franco, 2013).

- **Bioarquitectura, optimizando técnicas tradicionales para construir viviendas en Latinoamérica:**

Bajo este artículo escrito por Manuela Bonilla (2015), se destaca el sistema propuesto por el arquitecto colombiano Álvaro Mosquera, el cual se basa en la bioarquitectura en el que actualiza las técnicas tradicionales como el Bahareque para la construcción de viviendas con una combinación de materiales entre los que predomina la guadua, buscando por su puesto convertirlo en un sistema innovador y que contribuya eficientemente para contrarrestar el déficit de vivienda en los países latinoamericanos y para mejorar las condiciones de habitabilidad de las familias con menos recursos económicos.

Adicionalmente, Mosquera destaca una vez más las ventajas de trabajar con estos sistemas de construcción, pues son sostenibles, eficientes, versátiles, de bajo costos y sismo-resistentes, por lo que se encuentran alineados a las necesidades de la comunidad y del entorno.

Figura 10. Modelo de construcción propuesto por Manuel Bonilla.



Fuente: (Bonilla, 2015)

- **Proyecto dinastía del sol Carmen de Apicalá, Tolima (2008).**

Este es un proyecto liderado por la Arquitecta Carolina Zuluaga (Zuarq Arquitectos), que consta de 96 lotes en áreas de 900 a 1.100 m² para viviendas vacacionales (ZUARQ, 2016); la construcción de este complejo se enfoca en el uso de la guadua como material predominante y bajo el cual se demuestra que este bambú puede ser utilizado para edificaciones un poco más sofisticadas ya que además de ser de gran resistencia, también ofrece un alto nivel armónico y que ofrece un ambiente bastante agradable a las personas. Así mismo, este proyecto de viviendas se basó en el aprovechamiento de los recursos obtenidos de la región generando un impacto positivo en el medio ambiente y convirtiéndose en un modelo ecológico de reforestación, contando con procesos de refrigeración e iluminación naturales.

Como se ha mencionado en casos anteriores, este proyecto también contó con la participación de la población del municipio, lo cual sirvió para capacitar a los habitantes en el uso de este recurso para fines constructivo y como fuente de empleo en la región, lo que motivó a la comunidad para el aprovechamiento de la guadua en la construcción de viviendas y por consiguiente en su cultivo.

Figura 11. Proyecto dinastía del sol Carmen de Apicalá, Tolima.



Fuente: (ZUARQ, 2016)

5.4. Generalidades sobre cultivos de guadua en Colombia

Al hablar sobre cultivos de Guadua en el país, Se estima que, entre 1993 y 2002, esta gramínea originó recursos por 8.611 millones de pesos, cifra que, según las corporaciones autónomas regionales, refleja el aprovechamiento de 3.075.592 plantas, de las cuales se obtuvieron 12.302.368 piezas comerciales. Según la Sociedad Colombiana de Bambú, existen unas 55.000 hectáreas de guaduales. El eje cafetero y Cundinamarca albergan grandes porcentajes (Unimedios, 2013).

A partir de diferentes estudios y proyectos se ha buscado incentivar el cultivo de la guadua en diferentes regiones del país, que permitan ampliar su cadena productiva como también impulsar su uso, transformación y comercialización como materia prima para satisfacer las

necesidades de la comunidad en general y lograr beneficios económicos. Es importante mencionar al respecto que la materia prima de alta calidad se encuentra disponible para su aprovechamiento y siembra en un banco de multiplicación vegetal ubicado en la Universidad Nacional en Palmira.

No obstante, es importante revisar la legislación establecida para la explotación de los guaduales, entre los que se establecen que sólo las corporaciones autónomas regionales pueden dar la autorización para este fin, lo cual puede generar eventos de corrupción. Esto ha generado que los campesinos y propietarios de finca desistan de cultivar la guadua, ya que sienten temor de no obtener los permisos y licencias requeridos para su comercialización y explotación en el mercado.

5.5. Ventajas del uso de la Guadua Como material de Construcción

Como su nombre lo indica, la vivienda de interés social es aquella que se desarrolla para garantizar el derecho a una vivienda digna y segura para una población damnificada o de bajos recursos. El valor estandarizado por la superintendencia de infraestructura y el ministerio de hacienda para este tipo de viviendas es de máximo 135 salarios legales mínimos vigentes, es decir, que para el año en curso (2018) es aproximadamente 105 millones de pesos.

El desarrollo de viviendas de interés social, haciendo alarde a su propio nombre, busca satisfacer las necesidades de viviendas dignas, seguras y confiables a personas que carezcan del

bien inmueble, aquellas que reciben bajos ingresos y finalmente a poblaciones que estén en algún tipo de riesgo y sea necesario desplazar por su seguridad.

Para la presente monografía tomamos como ejemplo analítico, la problemática inminente que tiene la población del corregimiento de Puerto Bogotá en el municipio de Guaduas Cundinamarca, donde existe la vulnerabilidad de desastre natural a las viviendas que se construyeron en la ribera del río Magdalena. Son 157 familias a las que es necesario desplazar debido al constante riesgo en que viven.

Dentro de los proyectos gubernamentales destinados a mitigar este riesgo, es construir viviendas de interés social para reubicar la población afectada. La presente monografía tiene como objetivo principal, demostrar que la Guadua como material de construcción complementario, es beneficioso para este tipo de proyectos donde se requiere movilizar una gran población en el menor tiempo posible.

La principal ventaja que tiene este tipo de material es que agiliza de forma considerable el tiempo de ejecución de obra. Es decir, que se reducen tiempos en el desarrollo de actividades tanto en procesos constructivos como en la entrega de uso final del inmueble. En la construcción de viviendas, las actividades de construcción de elementos estructurales portantes son los que más llevan tiempo dado la complejidad del proceso constructivo. Los elementos estructurales de las viviendas de uno y dos pisos se encargan de cumplir tres factores fundamentales los cuales son soportar la carga del peso propio de la vivienda, soportar las cargas de compresión vivas y

muertas y finalmente soportar las cargas axiales ya sean vientos, movimientos sísmicos, vibraciones entre otros. Sin importar el sistema constructivo de viviendas, ya sea prefabricada, convencional, industrial o sistemas livianos, los elementos portantes son indispensables para poder brindar la seguridad y estabilidad requerida.

Es por esto que, en el proceso de gestión de diseño, es la etapa de más cuidado donde se evalúa en una balanza el tiempo y el costo. De allí encontramos análisis donde hacer los elementos estructurales en concreto reforzado, puede llegar a ser más económico, pero demanda más tiempo de ejecución, pues el concreto es necesario dejarlo fraguar por 28 días. Otra alternativa es remplazar estos elementos por estructura metálica, aunque es más rápida y eficiente de instalar, el costo es bastante elevado. La ventaja de combinar elementos estructurales con guadua hace disminuir considerablemente el tiempo de ejecución, mano de obra de instalación y el costo. Las propiedades de la guadua anteriormente descritas mencionan entre sus cualidades, el uso como material de construcción con propiedades antisísmicas por su resistencia y durabilidad.

Otra de las ventajas de la guadua como material alternativo para la construcción de viviendas de interés social, es el bajo costo de consecución. La guadua como material vegetal y adaptativo es un material de fácil consecución por sus cualidades vegetativas y reproductivas, es un material de fácil transporte por sus cualidades livianas y finalmente es un material mano portante y de fácil instalación por su propiedad ligera y resistente. Por todas las mencionadas cualidades, lo convierte en uno de los materiales de construcción más agradecido y beneficioso en su uso final. El éxito de los proyectos también se atribuye a una buena gestión de costos.

Basados en que la gestión de costo acompañada del tiempo de programación nos dará como resultado el valor total del proyecto, acudimos a las acciones de eficiencia, donde logramos lo mismos objetivos con la optimización de materiales y recursos, por tal razón, la guadua se convierte en un aliado estratégico financieramente hablando, ya que su costo comparado con otros materiales se reduce hasta un 40% del costo directo, además, la reducción de tiempo en los procesos constructivos se reflejan directamente en el presupuesto del proyecto ya que se obtienen menos horas hombre, menos costo fijo diario y ahorros importantes en la partida presupuestal de materiales.

El uso de la guadua trae consigo una labor importante la cual no podemos dejar de mencionar, es una de las ventajas más gratificantes que encontramos en el proceso y es la gestión social que genera desde su cultivo hasta su uso. En Colombia se han detectado más de 70 especies de guadua, la cordillera oriental es una de sus mejores habitad y la región andina es la mayor productora de guadua con un 89% de cultivos y bosques registrados. Cerca de 1300 familias viven de la actividad de cultivo de guadua y tan solo el 70% de los cultivadores están en la capacidad de cortar y brindar un manejo técnico al vegetal como material de construcción (Girón, 2013). Por lo anterior la ventaja social que brinda el uso de la guadua como material de construcción es invaluable, son miles de personas que se benefician de su comercialización, desde la población de cultivadores y los procesadores, el gremio de transportadores hasta el personal técnico y operativo requerido para su implementación. Ventajas como ayuda social, educación y formación, trabajo y superación son las más destacadas alrededor de esta planta.

5.6. Comparación con otros tipos de construcción

La gestión comparativa es el proceso de encontrar similitudes negativas o asertivas de proyectos similares o iguales desarrollados de forma variable, pero con un mismo fin. Para el caso es fundamental sobre todo cuando se quiere demostrar un beneficio del proyecto con el cambio de los procesos.

Dado a lo anteriormente mencionado, decidimos considerar los tipos de vivienda de interés social más utilizada contra los mismos tipos de vivienda con la diferencia que es utilizando como material alternativo la caña de guadua.

Para la comparación se tienen contemplados los siguientes temas:

- Técnico
- Presupuesto
- Tiempo de ejecución
- Ambiental
- Social

Tabla 1. Comparación de viviendas con distintos materiales de construcción y guadua.



Vivienda en Mampostería y concreto reforzado.

Elementos estructurales en concreto reforzado es una alternativa de construcción convencional donde la unión del concreto y del acero cumplen una función estructural que soporta las cargas vivas y muertas de una edificación.

VENTAJAS:

El concreto es un material comercial de fácil preparación. Su grado de resistencia es basado en la cantidad de pasta cementante (cemento) es impermeable por naturaleza y resistente a diferentes climas. La combinación de concreto con acero, hacen del material uno de los mas resistentes del mundo, en cuanto mas aumente el cemento y el acero, más se aumenta su capacidad portante.

DESVENTAJAS:

El concreto reforzado tiene las desventaja de que el proceso constructivo tarda de 28 a 32 días por elemento, esto debido a que se debe figurar y armar el acero de refuerzo, se debe encofrar el elemento con una formaleta que de forma al elemento, se aplica el concreto en estado plástico, se debe dejar 28 días para que cumpla su resistencia antes de adelantar otra actividad.



Vivienda en Mampostería, Concreto y Guadua.

Elementos estructurales en guadua es una alternativa de construcción técnicamente moderna y viable siempre y cuando se sepa aprovechar las cualidades de la guadua para tal fin.

VENTAJAS:

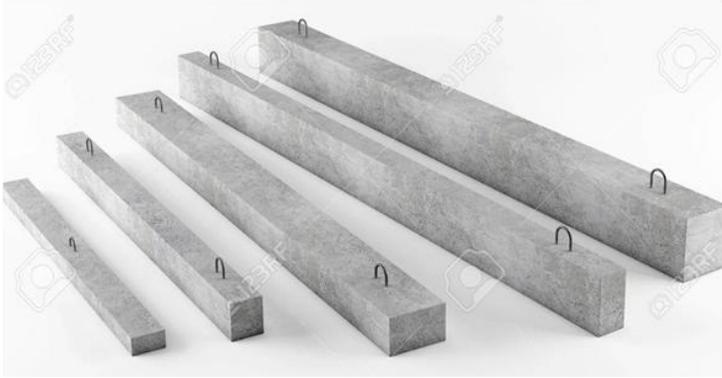
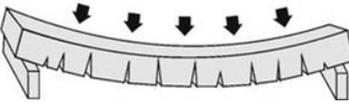
La guadua por ser un material natural y tener las cualidades físicas como fibrosidad, flexibilidad y resistencia, hacen que sea una alternativa eficaz para obtener resultados mejores o similares al obtenido con otros materiales de alta resistencia, pero con una ventaja grande como la facilidad de instalar y su bajo peso. Por ser un material liviano, disminuye la carga muerta.

DESVENTAJAS:

La durabilidad de la guadua y su permanencia en el tiempo van de la mano con la forma de corte, cuidado orgánico y mantenimiento preventivo. La baja resistencia al golpe directo como punzonamiento, la hace vulnerable a daños considerables, los fuertes cambios climáticos también pueden afectar su resistencia por falta de protección

Fuente: (Autores)

Tabla 2. Comparación de materiales Concreto - Guadua

 <p>CONCRETO REFORZADO.</p>	 <p>GUADUA.</p>
 <p>Dimensiones de 10cm a 30cm de sección.</p>  <p>Peso máximo 25 kg /ml</p>  <p>Flexión máxima 42,22 kg/cm²</p>  <p>Resistencia al Fuego F=45 Opone un 45% del valor calorífico</p>  <p>Resistencia al medio ambiente de 4-8 kg/m² absorción de humedad (Alta)</p>	 <p>Diámetro de 10cm a 30cm de sección.</p>  <p>Peso máximo 7 kg /ml</p>  <p>Flexión máxima 740 kg/cm²</p>  <p>Resistencia al Fuego F=19 Opone un 19% del valor calorífico</p>  <p>Resistencia al medio ambiente de 6-10 kg/m² absorción de humedad (Media)</p>

Fuente: (Autores)

Tabla 3. Comparación de materiales Concreto – Guadua Resistencias y cargas

CONCRETO.



Resistencia a Compresión:
210 kg/cm²



Resistencia a Tracción:
262 kg/cm²



Resistencia a Cortante:
24,52 kg/cm²



Durabilidad:
100 años aproximadamente
50 sin mantenimiento



GUADUA.



Resistencia a Compresión:
710 kg/cm²



Resistencia a Tracción:
3100 kg/cm²



Resistencia a Cortante:
87,10 kg/cm²



Durabilidad:
100 años aproximadamente
30 sin mantenimiento

Fuente: (Autores)

Tabla 4. Comparación de Consecución de materiales (Control ambiental)**CONSECUISIÓN DE CONCRETO.**

El concreto es la mezcla de materiales de explotación natural como gravas, arena y agua los cuales combinados con cemento que es el material aglutinante, conforman después de su fraguado uno de los materiales mas resistentes utilizado en la construcción civil.

VENTAJAS:

En realidad, las ventajas de la explotación de recursos naturales no renovables como materiales de cantera, peña, ríos, entre otros; no son muchas, sin embargo el control ambiental que gira en torno a las minas de explotación mantienen un monitoreo que brinda garantías ambientales en las zonas de afectación.

DESVENTAJAS:

La mayor desventaja que se obtiene de la preparación del concreto es la explotación de recursos naturales y el impacto que se genera en las zonas de procesamiento de agregados pétreos. Pues son recursos que jamás vuelven a recuperarse.

**CONSECUISIÓN DE GUADUA.**

La guadua es una planta gramínea, especie vegetativa que crece en abundancia desde las zonas marineras, hasta en los nevados, es fácil encontrar una de las más de 500 especies.

VENTAJAS:

Además de ser un recurso renovable y sostenibles, tiene muchas otras ventajas que ofrece la guadua, las particularmente relacionadas con el medio ambiente son la purificación y limpieza del aire, la absorción y contención de agua, la densificación de suelos, la generación de alimento y guarida para especies de flora y fauna, la generación de sombra y producción de químicos biológicos de alimentos orgánicos para suelos , insectos, aves etc.

DESVENTAJAS:

Requiere que los cultivadores ,productores y trabajadores de guadua, sean capacitados para aprovechar al máximo todas sus bondades en cuanto arte, construcción, cultura, etc.

Tabla 5. Comparación de Procesos constructivos y presupuesto.

 <p>PROCESO CONSTRUCTIVO.</p>	 <p>PROCESO CONSTRUCTIVO.</p>
<p>La construcción de los elementos estructurales pasa por 3 fundamentales procesos, el primero diseño y armado de acero, el segundo encofrado y apuntalamiento, y finaliza con la fundida y colocación de concreto. Esto sin contar el desencofrado y el curado e hidratación por 28 días antes de pasar al siguiente paso.</p> <p> Para la construcción de un elemento se requieren 10 personas</p> <p></p> <p> Se requieren de 14 a 28 días para obtener la resistencia</p> <p></p> <p> Una columna de 0,3x3,00m oscila entre \$1'584,000 entre mano de obra y materiales.</p> <p></p>	<p>La construcción de los elementos estructurales con guadua son de fácil instalación, no requiere mas procesos que el de corte y fijación.</p> <p> Para la fijación de un elemento se requieren 3 personas</p> <p></p> <p> Se requieren 0 días para obtener resistencia ya que la guadua es resistente por naturaleza.</p> <p></p> <p> Una columna de 0,30x3,00m oscila entre \$645,000 entre mano de obra y materiales de fijación.</p> <p></p>

Fuente: (Autores)

6. Conclusiones

Se identifican las características técnicas, físicas y sísmicas que posee la guadua como material alternativo para la construcción de viviendas de interés social, esto basado en la investigación de distintos ensayos de resistencia a compresión, tracción y flexibilidad que brinda como material sismo-resistente.

Tomando como base los casos de éxito del uso de la guadua como materia predominante en la construcción de viviendas, se puede evidenciar el alto nivel de durabilidad, resistencia, armonía y confiabilidad que logran estas edificaciones con el paso del tiempo, realizando por su puesto las labores de mantenimiento que son necesarias para construcciones de cualquier otro tipo de material.

Se demuestra que la alternativa de construcción de viviendas con guadua combinada con otros materiales, reduce considerablemente el tiempo de ejecución, optimiza los procesos constructivos y se obtiene económicamente un beneficio de rentabilidad con su implementación.

Se establece un cuadro comparativo como herramienta demostrativa donde se confrontan las propiedades físicas, técnicas, de seguridad, ambientales y económicas de la guadua frente a los materiales más utilizados en la construcción de viviendas de interés social, donde se obtienen resultados similares y mejorados, lo cual nos permite demostrar que la viabilidad de utilizar la alternativa de construcción es alta y que se obtienen resultados satisfactorios.

7. Recomendaciones

Teniendo en cuenta que la Guadua cuenta con grandes cualidades como su resistencia, durabilidad, flexibilidad y que por sus características de sismo-resistencia ha sido utilizada en construcciones de alta complejidad y exigencia como lo son puentes, cubiertas, estaciones de transporte público, entre otras, la principal recomendación de esta monografía se centra en el uso de dicho bambú para la elaboración de estructuras sencillas como casas de interés social, donde se optimizan sus cualidades y aumentan los beneficios.

Se recomienda el uso de este bambú en combinación con otros materiales convencionales de construcción, ya que es de gran rentabilidad para la edificación de viviendas no sólo por las características nombradas anteriormente, sino porque permite una reducción significativa en cuanto a tiempo y recurso humano.

La guadua por ser un recurso forestal y auto sostenible tiene la capacidad de regenerarse rápidamente y además contribuye para el buen funcionamiento de los ciclos de fuentes hídricas, por tanto, se recomienda potencializar los cultivos de este bambú en el municipio, con el fin, no sólo de aumentar los niveles económicos del mismo, sino para generar nuevas fuentes de empleo, sustento y estrategias de desarrollo.

Se recomienda incentivar el cultivo de la guadua aplicando buenas prácticas que permitan garantizar un procesamiento adecuado para obtener un material de larga durabilidad y que sea técnicamente utilizable para la construcción de obras civiles, cuidando de mejorar sus cualidades y evitando afectaciones ambientales.

8. Bibliografía

- Alzate, J. P., & Osorio, J. P. (2014). *Bahareque como ejemplo de sostenibilidad una herencia que transforma*. Obtenido de Universidad de Manizales:
http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2330/Osorio_Rios_Juan_Pablo_2014.pdf?sequence=1
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2002). *Manual de evaluación, rehabilitación y refuerzo de viviendas de Bahareques tradicionales construidas con anterioridad a la vigencia del Decreto 052 de 2002*. Obtenido de Presidencia de la República Red de Solidaridad Social.
- Bonilla, M. (9 de Diciembre de 2015). *Bioarquitectura, optimizando técnicas tradicionales para construir viviendas en Latinoamérica*. Obtenido de Archdaily:
<https://www.archdaily.co/co/778548/bioarquitectura-optimizacion-de-tecnicas-tradicionales-para-la-construccion-de-vivienda>
- Comunicaciones EIC. (21 de Julio de 2016). *Vivienda digna para todos los cundinamarqueses*. Obtenido de Empresa inmobiliaria y de servicios logísticos de Cundinamarca:
<http://www.inmobiliariacundinamarquesa.gov.co/noticias/prensa-y-comunicaciones-eic/vivienda-digna-para-todos-los-cundinamarqueses/>
- El Tiempo. (22 de Noviembre de 2017). *Ordenan evacuación en Guaduas por temporada invernal*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/bogota/ordenan-evacuacion-en-guaduas-por-temporada-invernal-154250>
- Franco, J. (4 de Junio de 2013). *Arquitectura en Bambú: la obra de Simón Vélez*. Obtenido de Archdaily: <https://www.archdaily.co/co/02-265878/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez>
- Girón, C. (26 de Octubre de 2013). *La guadua: una maravilla natural de grandes bondades*. Obtenido de Revista Ecohabitar: <http://www.ecohabitar.org/la-gadua-una-maravilla-natural-de-grandes-bondades-y-prometedor-futuro/>
- Gobernación de Cundinamarca. (sf). *Anexo 3.3. Diagnóstico del Departamento*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/7602769/diagn%C3%B3stico-del-departamento---gubernaci%C3%B3n-de-cundinamarca>
- Gobernación de Cundinamarca. (8 de Enero de 2018). *Urge reubicación de familias en riesgo en el municipio de Guaduas*. Obtenido de Gobernación de Cundinamarca:
<http://www.cundinamarca.gov.co/Home/prensa2018/asnoticiasprensa/atencion+a+familias+en+riesgo+en+puerto+bogota>

- Pineda, J. C. (Noviembre de 2017). *Características y patologías constructivas del bahareque tradicional en la vereda San Pedro de Municipio de Anserma, Caldas*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:
<http://bdigital.unal.edu.co/60838/1/10270433.2017.pdf>
- Programa Desarrollo para la Paz del Magdalena Centrol. (2018). *Guaduas, Cundinamarca*. Obtenido de Programa Desarrollo para la Paz del Magdalena Centrol:
<http://pdpmagdalenacentro.org/pagina2017/sistema-de-informacion-irmac-guaduas/>
- Puerto Bogotá. (8 de Octubre de 2011). *Mapa del Corregimiento de Puerto Bogotá*. Obtenido de Puerto Bogotá Hoy: <http://puertobogotahoy.blogspot.com/2011/10/mapa-del-corregimiento-de-puerto-bogota.html>
- Ramírez, J. (29 de Mayo de 2016). *Plan de Desarrollo Municipal "Para Volver a Creer"*. Obtenido de Alcaldía Municipal Guaduas:
http://guaduascondinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/guaduascondinamarca/content/files/000022/1098_acuerdo-pdm-guaduas-29-mayo-ver-final.pdf
- Rodríguez, R. (Enero-Junio de 2006). *El Bambú como Material de Construcción*. Obtenido de Conciencia Tecnológica: <http://www.redalyc.org/pdf/944/94403115.pdf>
- Sanclemente, A. M. (2015). *Vivienda de interés social en el municipio de San Pedro, Valle del Cauca*. Obtenido de Pontificia Universidad Javeriana:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/18160/SanclementeJaramilloAnaMaria2015.pdf?sequence=1>
- Torres, J. (19 de Abril de 2012). *El Bambú Guadua como material de construcción*. Obtenido de Ingeniería en arquitectura y diseño medio ambiental:
<http://ingenieroenarquitecturamedioambiental.blogspot.com/2012/04/el-bambu-guadua.html>
- Unimedios. (28 de Agosto de 2012). *Herramienta optimiza proceso del secado de guadua*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:
<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/herramienta-optimiza-proceso-del-secado-de-guadua.html>
- Unimedios. (17 de Enero de 2013). *Guadua, una industria que despierta en Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia:
<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/guadua-una-industria-que-despierta-en-colombia.html>
- Vélez, S. (2006). *Actualidad de la construcción de guadua en Colombia*. Obtenido de Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia:
https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6130/09_ESD_Cos_pp_251_352.pdf?sequence=9

Vélez, S. (2006). *La cultura de la guadua en Colombia*. Obtenido de Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia:

https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6130/07_ESD_Cos_pp_85_121.pdf

Vélez, S. (2006). *La guadua angustifolia "El bambú Colombiano"*. Obtenido de Actualidad y futuro de la arquitectura de Bambú en Colombia:

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93442/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf

ZUARQ. (7 de Marzo de 2016). *Proyecto Dinastía del Sol*. Obtenido de ZUARQ Diseño y Arquitectura en Guadua: <http://www.zuarq.co/proyecto-dinastia-del-sol/>