



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL, LEGAL Y ECONÓMICA DE  
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON ACABADOS EN GUADUA PARA  
VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN LA LOCALIDAD DE USME SECTOR  
GRAN YOMASA**

**LUISA MARÍA BERMÚDEZ JIMÉNEZ 505548  
JUAN FELIPE MUÑOZ MORENO 508134**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ, D. C.  
2021**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL, LEGAL Y ECONÓMICA DE  
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CON ACABADOS EN GUADUA PARA  
VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN LA LOCALIDAD DE USME SECTOR  
GRAN YOMASA**

**LUISA MARÍA BERMÚDEZ JIMÉNEZ 505548  
JUAN FELIPE MUÑOZ MORENO 508134**

**Trabajo de grado para Obtener el Título de Ingeniero Civil**

**Director  
CARLOS JULIO CARTAGENA LINARES**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ, D. C.**



# Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia](#).

## Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

## Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	10
3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	12
4. MARCO DE REFERENCIA.....	18
4.1 MARCO TEÓRICO.....	18
4.2. MARCO CONCEPTUAL. ....	26
4.3. MARCO LEGAL.....	31
5. ESTADO DEL ARTE .....	32
6. OBJETIVOS .....	34
7. METODOLOGÍA.....	35
FASE 1.....	35
FASE 2:.....	36
FASE 3:.....	37
7. DESARROLLO .....	38
Fase 1:.....	38
Fase 2:.....	43
Fase 3: .....	49
CONCLUSIONES.....	57
7. BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	61

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Zonas de alto riesgo no mitigable por UPZ, Usme, 2002.....	11
<b>Tabla 2:</b> Parámetros físicos óptimos para el crecimiento de la guadua .....	29
<b>Tabla 3:</b> Actividades y descripción fase 1. ....	35
<b>Tabla 4:</b> Actividades y descripción fase 2. ....	36
<b>Tabla 5:</b> Actividades y descripción fase 3. ....	37
<b>Tabla 6:</b> Normatividad.....	38
<b>Tabla 7:</b> Resultado biomasa seca para un diámetro de 5cm. ....	46
<b>Tabla 8:</b> Cantidad de carbono. ....	47
<b>Tabla 9:</b> Cantidad CO <sub>2</sub> material convencional. ....	48
<b>Tabla 10:</b> Estimación de costos de planos, proyectos y cálculos.....	49
<b>Tabla 11:</b> Insumos y análisis de precios unitarios.....	50
<b>Tabla 12:</b> Presupuesto de obra vivienda de 1 planta. ....	52
<b>Tabla 13:</b> Presupuesto de obra vivienda de 2 plantas. ....	53
<b>Tabla 14:</b> Análisis de beneficios económicos vivienda vis de una planta. ....	55
<b>Tabla 15:</b> Análisis de beneficios económicos vivienda vis de dos plantas. ....	55

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Estructura ecológica principal, localidad de Usme. Decreto 469 de 2003..	15
<b>Ilustración 2:</b> Prototipo modelo de la vivienda unifamiliar de dos plantas de interés social. .....	16
<b>Ilustración 3:</b> Descripción UPZ de la Localidad de Usme.....	17
<b>Ilustración 4:</b> Finca Privada Cundinamarca .....	23
<b>Ilustración 5:</b> Ciclo de vida en el mercado del piso laminado de bambú.....	44
<b>Ilustración 6:</b> Huella de carbono comparativa de laminado comercial del fabricante Hunter Douglas con respecto a otros tipos de pisos. ....	45

## Lista de Anexos

<b>Anexo A</b>	Planos de vivienda de interés social de una planta con acabados en guadua...	61
<b>Anexo B</b>	Planos de vivienda de interés social de dos plantas con acabados en guadua.	63
<b>Anexo C</b>	Detalles de acabados en guadua – pisos de vivienda de interés social.....	65
<b>Anexo D</b>	Análisis de precios unitarios -APU de vivienda de interés social.....	69
<b>Anexo E.</b>	Cronograma De Actividades .....	71
<b>Anexo F.</b>	Presupuesto .....	72

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tuvo como finalidad realizar un estudio de prefactibilidad en el ámbito ambiental, económico y legal de viviendas de interés social con acabados en guadua de un conjunto de casas unifamiliares de una o dos plantas, la cual está ubicada en la Localidad de Usme, UPZ Gran Yomasa.

Este estudio de prefactibilidad, es una etapa preliminar frente a la idea mencionada anteriormente, en la cual se determinó que si es viable para una posible inversión y finalmente convertirla en un proyecto; la prefactibilidad se encuentra conformada por una serie de estudios como lo son: a) ambiental, con el cual se requiere identificar las potenciales restricciones o impactos ambientales que se generan por la ejecución del proyecto, b) legal, donde se realiza un análisis y evaluación de éste proyecto para confirmar que cumpla con los requisitos jurídicos necesarios para su funcionamiento, va ligado a normas leyes y reglamentos, y c) económico, aquí se hizo un análisis de los costos del proyecto, para respaldar el proceso en la toma de decisiones, planificar las operaciones y así brindar un plan de inversión solido; estos estudios serán los que se abarquen en este proyecto de grado.

Para la construcción de viviendas de interés social se quiere utilizar como material de acabado la guadua o acero vegetal, toda vez que, de acuerdo con un estudio de investigación de la Universidad de la Salle, “La guadua es una planta perdurable, con capacidad de regenerarse naturalmente, con altos rendimientos en volúmenes por hectárea, crecimiento rápido, el aprovechamiento es en corto plazo y usos en variedad de actividades, esta tiene un gran potencial económico” [1], adicionalmente, ésta cuenta con excelentes propiedades como lo son, durabilidad, resistencia y fácil manipulación, lo que la hace ser un excelente marial de construcción, sobre todo para estructuras sismorresistentes.

En el desarrollo del proyecto, se desarrolló tres fases, de las cuales la primera se conforma de la normatividad legal existente para viviendas VIS y sus materiales, escogiendo así solo las adecuadas para el proyecto, así como sus normas técnicas y dimensiones; a partir de esto, se realizó un diseño arquitectónico de una y dos plantas, como también el diseño donde irán los acabados en guadua.

En la fase dos se verá la comparación en CO<sub>2</sub>, frente a la guadua y a los materiales convencionales, resultados obtenidos de un trabajo realizado por una estudiante de la universidad católica de Colombia y el IDEAM, con el fin de ver la viabilidad ambiental del proyecto.



En la última fase, se realizó un análisis financiero y APUS, adicionalmente también se elaboró un análisis de beneficios para el material guadua y materiales convencionales, esto con el fin de realizar una comparación frente a cada uno.

Como resultado se obtuvieron dos diseños arquitectónicos de una y dos plantas, los cuales cumplen con toda la normatividad legal vigente, así como también con las dimensiones y normas técnicas requeridas para una vivienda VIS, adicionalmente se encontró que la guadua como material de construcción para acabados es un excelente remplazo de los materiales convencionales, toda vez que genera una diferencia de menos del 50% de CO<sub>2</sub> respecto con el material convencional, finalmente y gracias a un estudio económico, se identificó que la guadua presenta un incremento en costos del 6,5% y 8.5% con respecto al sistema constructivo convencional, pero este valor se podrá mitigar puesto que este material cuenta con mayor durabilidad, lo que genera menos costos de mantenimiento.

## 2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, en Bogotá y especialmente en la localidad de Usme, UPZ Yomasa, se presenta carencia de vivienda de interés social con nuevas soluciones de sistemas constructivos para garantizar la óptima habitabilidad, y seguridad mejorando la calidad de vida de las personas teniendo en cuenta todo lo concerniente a la normatividad legal vigente de la NSR-10 para la construcción de viviendas y acabados en guadua. Todo esto hace pensar en cómo a través de la elaboración de este proyecto se pueda aportar a la comunidad logrando que estas personas vivan en condiciones más seguras y dignas.

La localidad de Usme se encuentra en un índice multidimensional de pobreza y vulnerabilidad en la parte constructiva, de acuerdo al uso del suelo sobre todo en la UPZ de Yomasa. Una de sus problemáticas es la deficiencia en sus proyectos de construcción de viviendas de interés social por parte de las constructoras que no tienen en cuenta el uso de suelo y del terreno apropiado para estas construcciones presentando afectación en la estructura como fisuras, humedades, desprendimientos del terreno, entre otras. También la contaminación en el río Usme o que causa problemas de drenaje natural a causa de las aguas negras de los barrios ilegales lo cual es otra problemática y las basuras que no son recogidas en tiempos determinados, en esta zona también se presenta una explotación anti técnica de canteras que junto a la urbanización o barrios ilegales los cuales son construidos en condiciones precarias donde el peligro de movimientos en masa de las tierras es real, así como desbordamientos periódicos, generando a su vez problemas de erosión viviendo en permanente riesgo de deslizamiento o hundimientos, asociados a la probabilidad de ocurrencia de sismos, toda vez que, según la zonificación de sismos de Bogotá, esta UPZ se encuentra ubicada en los cerros surorientales caracterizados por contar con capacidad portante alta y algunas formaciones rocosas, donde se puede presentar una aceleración sísmica como consecuencia de estos efectos [2].

La UPZ Yomasa cuenta con un alto riesgo en remoción de masa tanto de amenaza alta como también baja. En el Parque entre Nubes y la UPZ Danubio se encuentra ubicada la zona alta de remoción de masa de la UPZ Gran Yomasa y la zona de amenaza media se encuentra al lado oriental de la UPZ, a continuación, en la Tabla 1, se podrá observar que la UPZ Yomasa cuenta con una cantidad de  $7.412,88 m^2$  y aproximadamente 10 manzanas de riesgo alto, el cual no es mitigable. [3].

**Tabla 1:** Zonas de alto riesgo no mitigable por UPZ, Usme, 2002

UPZ	Cantidad de manzanas	Área m <sup>2</sup>
Danubio	16	15.225,00
Gran Yomasa	10	7.412,88
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>22.637,88</b>

“Fuente: Recorriendo Usme, Alcaldía Local de Bogotá 2004”

También se presentan problemas con los costos elevados a la hora de la ejecución de estos proyectos de viviendas de interés social por lo cual se empleará la guadua como material constructivo en acabados para así poder reducir los costos del proyecto y evaluar que tan viable es en el sistema constructivo, en muchas partes se desconoce las propiedades físicas de la guadua por lo cual las personas se quedan con el sistema constructivo y materiales tradicionales en la construcción de proyectos de vivienda de interés social.

En conclusión, el conflicto social, económico y ambiental acaecido por la operación del RSDJ puede ser concebido como una oportunidad para el desarrollo local y distrital, teniendo en cuenta que tanto los entes distritales como las comunidades han encontrado puntos comunes en la gestión ambiental y la respuesta tecnológica ante la crisis ambiental actual y la demanda de nuevas respuestas a la altura de los acontecimientos. También carecen de una planeación precisa y elaboración de un plan de trabajo estratégico y administrativo para las viviendas de interés social lo cual afecta los costos de ejecución de obras.

Con todo lo mencionado anteriormente y según la información obtenida se formuló la siguiente pregunta de investigación:

**¿Es factible el uso de la guadua en acabados de proyectos de viviendas de interés social en la localidad de Usme sector gran Yomasa para reducir costos y mitigar la contaminación ambiental?**

### 3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Un estudio de prefactibilidad es de las primeras etapas para la elaboración y construcción de cualquier tipo de proyecto, el cual consiste en una breve investigación de ciertos factores como, ambiental, legal y económico que puedan afectar el proyecto, así como las ventajas y desventajas que pueda tener.

Con el fin de reducir en un porcentaje la contaminación ambiental, específicamente la huella de carbono, y los costos, en el proyecto se cambiará algunos de los materiales convencionales para acabado, incluyendo acabados en guadua en la construcción de viviendas de interés social, por tal razón se realizará un estudio de prefactibilidad para establecer si es un proyecto favorable para su proceso de construcción y la comunidad, vale aclarar que el ámbito legal es de vital importancia, puesto que se debe cumplir con todas las normas, requerimientos y requisitos para su construcción, adicionalmente garantiza que los impactos de las obras no generen desequilibrios ecológicos y sociales, así como evitar sanciones o el freno de la obra en cualquiera de sus fases.

Por ello, se dice que un estudio de prefactibilidad es una herramienta de gran importancia en la construcción de estos proyectos al momento de tomar decisiones en lo que respecta a la conveniencia o no de realizar una determinada inversión favorable para los inversionistas y este proyecto tiene gran importancia en la sociedad y en el campo de la construcción ya que permite dar una alternativa de construcción mejorando los precios y costos de proyectos de interés social.

En la construcción en guadua y todos los proyectos realizados en este material se muestran bondades en su costo, la manera en que se adaptan a los escenarios topográficos con pendientes transversales, reducción de pesos en comparación con edificaciones realizadas con mampostería, el valor estético que posee, así como un excelente comportamiento a la hora de ocurrencia de terremotos.

En Colombia se cuenta con un mercado de brotes de Bamboo y para esto se requiere realizar una investigación acerca de la producción y características para ser importadas y que se adapten a la climatología y claramente a los suelos Colombianos, en el país se encuentra una empresa llamada “Guadua Bamboo” la cual se está especializando en el bambú más grande, fuerte y económicamente más accesible de América: *Guadua angustifolia*; esta empresa cuenta con información sobre los beneficios que poseen los bosques de bambú, los cuales funcionan como sumideros de carbono, producen oxígeno, controlan la erosión del suelo, proporcionan materia orgánica, regulan los niveles de agua en las cuencas

hidrográficas, conservan la biodiversidad, embellecen el paisaje y esencialmente contribuyen a la purificación y regulación del medio ambiente, adicionalmente una hectárea de bosque de bambú de Guadua puede almacenar más de 30,000 litros de agua en sus tallos durante la temporada de lluvias [4].

Cabe mencionar, que también una de las deficiencias más comunes en la guadua se debe a causas naturales las cuales están asociadas a las características propias de los suelos donde son cultivadas y sus condiciones climáticas, así como, la falta de tratamiento y mantenimiento del material.

Cuando se habla de la guadua o acero vegetal como material para construir se puede tomar de referencia lo ocurrido en el terremoto de Armenia en 1999 [21], la guadua tuvo gran importancia en el proceso de reconstrucción de las ciudades y viviendas afectadas por este fenómeno natural, ya que fue utilizado como material principal, tanto para soportar las estructuras, como para los cerramientos; en estos momentos se puede observar cierto deterioro en las estructuras y acabados, principalmente en columnas y vigas las cuales son menores; no obstante, este se debe a factores que no se tuvieron en cuenta como la protección y mantenimiento del producto al tener contacto directo con la intemperie.

Con todos los beneficios que tiene la guadua como material de construcción, se decidió utilizarla en éste proyecto para el cual hace referencia a viviendas de interés social de una zona altamente vulnerable la cual es perteneciente a la localidad de Usme, localizada al sur de Bogotá llamada Yomasa, haciendo una investigación clara y precisa que será un estudio de suelo de la zona, caracterización de este acero vegetal y también la matriz de riesgo de la vulnerabilidad sísmica y deslizamientos que se pueden presentar en la zona, con el fin de que al momento de construcción de una edificación esta sea estable y segura.

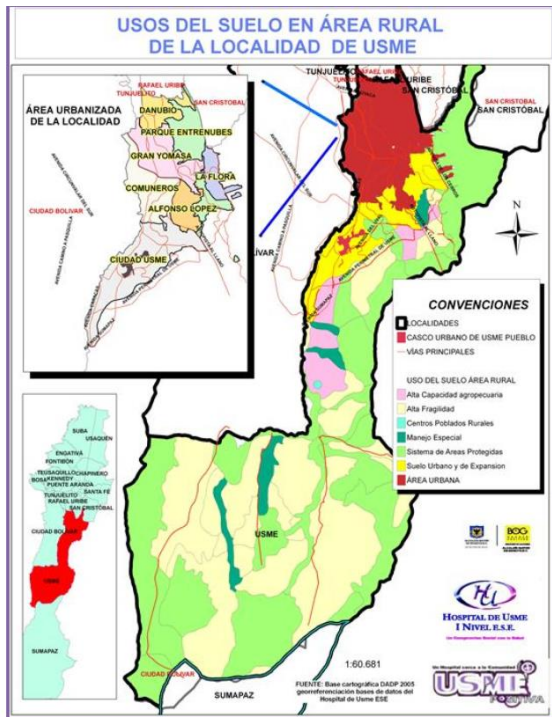
La historia de la localidad de Usme se asocia a la transformación de prácticas de comunidades campesinas asentadas través de la figura de grandes haciendas municipales, que con el paso del tiempo y la incorporación de este territorio al área del Distrito Capital de Bogotá a mediados de los 50', sufrió un cambio acelerado en la dimensión espacial de sus áreas, así como en la forma de ocupación y apropiación de las mismas. Con este fenómeno se presentaron transformaciones no solo a nivel del tamaño de las áreas que conformaban las fincas medidas por Ha. Que luego pasaron a ser parcelas medidas por fanegadas y posteriormente a lotes cuya medida se da a través de metros cuadrados. Lo que no solo significo un cambio en la distribución espacial del territorio, sino y también vino acompañada de formas de ocupación y construcción asociadas a las prácticas urbanas que concentran la intervención del territorio con uso principal de viviendas. [5].

Por su ubicación geográfica, la localidad de Usme se caracteriza por tener variabilidad de pisos térmicos, de suelos y de formaciones vegetales. La diferencia de altura es de aproximadamente 1.200 metros entre su punto más bajo y el más alto, lo que hace que la temperatura en los distintos puntos de la localidad no sea la misma. En la antigua cabecera municipal de Usme, localizada a 2.600 metros sobre el nivel del mar, el promedio anual de temperatura es de 12°C aproximadamente, mientras que, en La Regadera, localizada a 3.150 metros sobre el nivel del mar, es de 7°C; también genera un escalonamiento o gradiente de los distintos elementos ambientales, que, mediante su interacción, contribuyen a la formación y al desarrollo de los suelos y vegetación variada. Al igual que la sabana, presenta un período más lluvioso entre marzo y junio y uno menos lluvioso entre diciembre y marzo, siendo enero el mes de sequía más crítico.

Si bien toda esta riqueza hídrica resalta la importancia de la localidad como reserva hídrica de la ciudad de Bogotá, y realza la necesidad de la preservación de estas, en contraste que el río Tunjuelo representa riesgos de inundación para Usme y las localidades vecinas, frente a lo cual se reporta que en el año 2.002 se presentó una inundación que afectó a las áreas circundantes, se presentaron daños humanos y económicos [5].

En la ilustración 1 se puede observar la estructura geológica de la Localidad de Usme, toda de vez que es de gran importancia para el proyecto al momento de escoger la zona a estudiar.

**Ilustración A: Estructura ecológica principal, localidad de Usme. Decreto 469 de 2003**



Fuente: Georreferenciación a partir de las bases de datos del H. Usme E.S.E 2010- Base cartografía DADP2005

Se hace necesario ir en busca de las necesidades reales que presentan aquellas personas que ya cuentan con una vivienda propia gracias a estos subsidios para presentar soluciones consistentes en personal capacitado, diseño, materiales y formas de pago para la prestación de servicios de acabados, cuyos costos puedan ser cubiertos por las personas propietarios de este tipo de viviendas que buscan una vivienda más cómoda y habitable a la entregada regularmente por las constructoras.

Otro de los conflictos que se reconocen hoy en la localidad de Usme y que mucho tienen que ver con la historia y forma en cómo se desarrollaron los diferentes barrios de este territorio. Está asociado a los procesos de autogestión y autoconstrucción de las viviendas generadas a partir de las condiciones, alcances y conocimientos de cada familia y que terminaron construyendo ciertas condiciones de habitabilidad ajenas a los estándares y recomendaciones técnicas y arquitectónicas para dichos desarrollos.

Estas razones reafirman el propósito de mejorar la calidad de vida de las personas beneficiadas, que obtienen subsidios para compra y/o remodelación de sus viviendas en favor de la economía familiar; con un proyecto que ofrezca soluciones de calidad que cumplan con los requerimientos de los clientes a precios justos y accesibles. Para tal fin se plantea la utilización de materiales constructivos alternos de los tradicionales y así lograr aportar a la sociedad colombiana un proyecto de conciencia social que adicionalmente contribuya en la medida de las posibilidades, y adicionalmente al crecimiento del sector constructor en su actual auge.

El proyecto se basa en un estudio de prefactibilidad para la construcción de viviendas unifamiliares de una o dos plantas, la cual se determina a partir del análisis de la localización, identificación de características de viviendas de interés social en la localidad de Usme, rasgos interiores y exteriores que nos establezcan el diseño conceptual y parámetros del proceso que se llevara a cabo, A continuación, en la Ilustración 2 veremos un prototipo.

**Ilustración B:** Prototipo modelo de la vivienda unifamiliar de dos plantas de interés social.



*Fuente: constructora Bolívar para la construcción de interés social. 2012”*

Usme contiene siete UPZ, de las cuales cinco son de tipo residencial de urbanización incompleta, una de tipo predominantemente dotacional y una de



desarrollo. En la ilustración 3 se presenta el área total de cada UPZ, el número y área total de las manzanas, y la superficie del suelo urbano. La UPZ Ciudad Usme tiene la mayor extensión, seguida por la UPZ Gran Yomasa.

**Ilustración C:** Descripción UPZ de la Localidad de Usme

No. UPZ	NOMBRE	CARACTERÍSTICA	AREA TOTAL (Ha)	%	CANTIDAD DE MANZANAS	ÁREA MANZANAS (Ha)
52	La Flora	Residencial con urbanización incompleta.	180,3	6	386	145,5
56	Danubio	Residencial con urbanización incompleta	288,7	9,6	298	171
57	Gran Yomasa	Residencial con urbanización incompleta	535,8	17,7	1221	371
58	Comuneros	Residencial con urbanización incompleta	493	16,3	892	375
59	Alfonso López	Residencial con urbanización incompleta	216,5	7,2	484	142,2

Fuente:

Secretaría Distrital de Planeación, “21 Monografías de las Localidades, Diagnostico de los Aspectos Físicos, Demográficos y socioeconómicos 2011”

Aunque este proyecto no llegará hasta la parte estructural, si hará frente a una etapa muy importante la cual es el estudio de prefactibilidad ambiental, legal y económica de proyectos en acabados guadua de viviendas de interés social, esta etapa tiene como finalidad presentar otro tipo de material de construcción para reducir los costos.

Finalmente se podrá determinar la importancia de la vivienda no solo en la actualidad sino desde siempre, toda vez que es un derecho fundamental el cual debe satisfacer las necesidades básicas de un individuo. Por esta razón se debe pensar en una construcción social que sea factible, segura y económica, como lo es una vivienda de interés social, usando como material principal a la guadua o acero vegetal, por sus beneficios y costos.

**4. LIMITACIONES.**

1. La falta de actualización de los registros, decretos y normatividad colombiana, al momento del estudio.
2. La falta de recursos y requerimientos para el uso de acabados en guadua para proyectos vis en el país.
3. El período de tiempo de recolección de la información comprende un año de duración.

## 4. MARCO DE REFERENCIA.

### 4.1 MARCO TEÓRICO.

#### **Prefactibilidad de un proyecto**

Los componentes del estudio de prefactibilidad son estudios técnicos, estudio ambiental, arqueológico y patrimonial, estudio predial y de reasentamiento y el estudio social; luego se describen las tareas necesarias para determinar el presupuesto estimado y la formulación de las alternativas, con el fin de recomendar los análisis requeridos para que en la etapa de factibilidad se seleccione la alternativa más viable y sobre esa se realicen los estudios pertinentes [6].

#### **Estudio ambiental**

Este componente busca realizar una evaluación preliminar ambiental, para cada una de las alternativas del proyecto [6].

##### a) Insumos necesarios

Para la realización del estudio ambiental, en la etapa de prefactibilidad se requiere:

- Estructura Ecológica Principal (EEP), sistema hídrico, áreas protegidas, riesgos y amenazas, zonas verdes.
- Mapa de referencia distrital.
- Revisión de SIGAU (Sistema de información geográfica del arbolado urbano).
- Análisis ambiental de prediseño geométrico de las alternativas propuestas

##### b) Alcance

Se debe hacer una identificación de las restricciones normativas y ambientales que puedan inviabilizar el proyecto, y realizar una evaluación preliminar de los componentes del proyecto.

##### c) Productos – entregables

- Identificación de restricciones ambientales que pueden inviabilizar el proyecto.
- Estimación preliminar de zonas verdes a compensar.
- Diagnóstico del componente forestal.

- Identificación de las entidades relacionadas con el desarrollo del proyecto.
- Estimación Costos asociados a la elaboración de los insumos técnicos requeridos para el trámite de permisos ambientales.
- Identificación de criterios de evaluación para que en la etapa de Factibilidad se califiquen las alternativas y se ponderen en una matriz multicriterio.
- Conclusiones y recomendaciones generales y específicas del proyecto a tener en cuenta en la siguiente etapa.

## **Estudio económico**

Este estudio es uno de los primeros criterios que se utilizan para valorar un proyecto y así ver su viabilidad económica, teniendo en cuenta si es rentable para el sector o población, para este estudio se requiere utilizar proyectos sociales, y su objetivo es disponer de valores que reflejen el verdadero beneficio o costo para la sociedad de utilizar unidades adicionales de recursos durante la ejecución y operación de un proyecto de inversión [7].

Dentro de este existe una valoración de costos de inversión, mantención, conservación y operación, la cual se realiza a través de los precios de mercado, en este sentido se transformarán las unidades físicas en indicadores económicos, de acuerdo con los recursos utilizados y los bienes producidos.

También se puede encontrar los flujos de cajas el cual “se estructura en varias columnas que representan los momentos en que se generan los costos y beneficios de un proyecto. Cada momento refleja dos cosas: los movimientos de caja ocurridos durante un período, generalmente de un año, y los desembolsos que deben estar realizados para que los eventos del período siguiente puedan ocurrir” [7].

## **Estudio Legal**

Antes de iniciar cualquier proyecto de construcción, se debe consultar la normativa legal vigente que rige el proyecto.

En el desarrollo de cualquier proyecto de vivienda, el aspecto principal que se debe analizar es la viabilidad del mismo, conociendo las principales características que inciden en el estudio del predio. La mayoría de ellos se rigen por regulaciones municipales, estatales o nacionales que hacen que el cumplimiento sea obligatorio.

“Toda empresa de construcción debe realizar consultas y averiguaciones en las oficinas públicas, especialmente en las dependencias municipales de Planeación, en las empresas prestadoras de servicios públicos y en las entidades de regulación ambiental, además de hacerlo en oficinas de carácter privado como lo son las Curadurías Urbanas, para a determinar cuáles son las normas, restricciones o afectaciones que tiene el predio en estudio, antes de realizar cualquier tipo de negociación o de emprender cualquier proyecto de construcción” [8].

Cada proyecto de construcción se rige por una serie de normativas que lo afectan directamente al estar ubicado en el territorio nacional. Una de las disposiciones legales que regulan directamente el inicio de un proyecto constructivo es el Plan de Ordenamiento Territorial de cada Municipio, que proporciona indicaciones para establecer las normas mediante las cuales los municipios promueven la organización de su territorio, incluyendo el uso equitativo y racional de la tierra, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo.

### **Política ambiental**

En el desarrollo urbanístico y particularmente en el ámbito de los proyectos inmobiliarios, no ha existido una cultura ambiental que permita un desarrollo equilibrado entre los recursos naturales existentes y la construcción de edificaciones y obras de infraestructura vial de servicio público.

En el desarrollo de un proyecto urbano o inmobiliario, las autoridades supervisoras han enfatizado especialmente los efectos que un proyecto puede generar en construcción y en operación. Debido a esto, la licencia ambiental ha pasado a primer plano como elemento de evaluación, seguimiento y monitoreo de todos los desarrollos urbanos.

### **Modalidades del subsidio familiar de vivienda rural**

Es la modalidad que le permite a un hogar beneficiario del subsidio edificar una estructura habitacional en:

1. Un inmueble del que uno o varios miembros del hogar sean propietarios conforme con el certificado de tradición y libertad.
2. Un inmueble en el que uno o varios miembros del hogar demuestren la posesión regular por un período mínimo de cinco (5) años, contados hasta la

fecha de la postulación, en la forma señalada en el Reglamento Operativo del Programa y las disposiciones legales vigentes que regulen la materia.

3. Un lote de terreno de propiedad de la Entidad Oferente, caso en el cual será obligación de esta transferir su propiedad de manera individual al hogar beneficiario del proyecto de vivienda de interés social rural, para que el subsidio asignado pueda ser invertido. En todo caso, la Entidad Otorgante verificará, previo a contratar a la Entidad Operadora, que la propiedad del lote de terreno haya sido titulada a los hogares beneficiarios del proyecto. Si la Entidad Oferente no cumple con esta obligación dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a que la Entidad Otorgante le comunique sobre el requisito de transferir la propiedad al hogar beneficiario, se declarará el incumplimiento y se ordenará la reversión de los recursos al programa que maneja la Entidad Otorgante del Subsidio Familiar de Vivienda de Interés Social Rural.
4. Un lote de terreno de propiedad colectiva para el caso de las comunidades indígenas, ROM, negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras.
5. Un lote adquirido o en proceso de adquisición por cualquier Entidad Promotora, la Agencia de Nacional de Tierras, una Entidad del nivel territorial o cualquier otra entidad del Gobierno nacional, destinado a la atención a población focalizada a través de programas estratégicos, conforme lo señalan los numerales 4 y 9 del artículo 2.2.1.1.2 del Decreto 1071 de 2015.

“La solución habitacional tendrá un área mínima de cincuenta (50) metros cuadrados con al menos un espacio múltiple, tres (3) habitaciones, baño, cocina, cuarto de herramientas, alberca para el almacenamiento de agua y limpieza, y saneamiento básico, incluyendo aparatos e instalaciones hidráulicas y sanitarias de la vivienda, así como la solución de manejo de excretas y/o aguas residuales domésticas que permitan dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 2.2.1.2.6. del Decreto 1071 de 2015” [9].

### **Procesos de producción en Colombia**

La construcción de viviendas urbanas en Colombia se realiza de acuerdo con los siguientes factores, políticos, económicos, culturales, sociales, normativos, técnicos y ambientales, los cuales están a cargo de profesionales idóneos. Las viviendas como cualquier producto de consumo con el que se busca una mayor rentabilidad han generado procesos de especulación del suelo, altos costos de urbanismo y de materiales, con estudios y trámites complejos, que elevan los costos por unidad y se convierte en un bien inaccesible para los sectores poblacionales de bajos recursos [10].

La dinámica de construcción de vivienda urbana en el país se puede clasificar de acuerdo con dos procesos claramente identificados, considerando la conformidad o no con el marco regulatorio y con las políticas públicas en la materia.

- Primero, el sector formal, que responde a estratos socioeconómicos que pueden comprar vivienda por su cuenta o que se acredita en programas de financiamiento público o privado; los programas financiados por subsectores que cubren estratos con capacidad crediticia.
- El segundo proceso lo definen los sectores de la población, que resuelven sus necesidades habitacionales en procesos informales de autogestión y autoconstrucción, con la ocupación de terrenos baldíos e inadecuados o en parcelas ilegales, generalmente en áreas marginales y periféricas, que presentan deficiencias urbanísticas y constructivas.

Un proyecto de construcción requiere tres componentes necesarios, los cuales son: el predio o terreno, los materiales a utilizar y sus componentes constructivos, así como la infraestructura de servicios urbanos.

## **NSR-10 TITULO G**

“El diseño de construcciones para vivienda estará limitado a dos pisos, no se permitirán muros de mampostería o concreto en el nivel superior de las edificaciones. Esta norma no se podrá utilizar para el diseño de ningún tipo de puente o estructuras diferentes de edificaciones, limitándose a aquellas cuyo uso sea vivienda, comercio, industria y educación” [11].

### **Mampostería**

“En el diseño de conexiones se debe impedir el contacto de los elementos de madera con el agua de mamposterías, concretos o pañetes cercanos. Para ello deben evitarse los empotramientos, dejar las paredes verticales de vigas de madera separadas con aislamientos de aire. Utilizar soportes metálicos o recubrir las maderas con barreras impermeables confiables” [11].

### **Materiales de construcción**

La creciente demanda de vivienda, generó un incremento de volúmenes de materiales requeridos para la construcción, el país dispone de todas las materias primas necesarias para el desarrollo de viviendas, pero muchos de ellos presentan

inconvenientes ambientales en materia de deterioro físico del lugar de extracción, contaminación del aire, del suelo y del agua, consumo energético e hídrico y emisiones de GEI, de alto impacto ambiental en sus procesos de producción [10].

### **Estructuras en guadua**

En la actualidad se encuentran diversos proyectos realizados en guadua los cuales muestran todas sus bondades, por su bajo costo y a la adaptación a escenarios topográficos con pendientes transversales, donde su peso es reducido y un excelente comportamiento frente a sismos o terremotos.

Podemos consultar diversos trabajos del arquitecto Hidalgo López Oscar, el cual es docente universitario e investigador, con el fin de lograr mejores construcciones en guadua para tener en cuenta todas sus recomendaciones, como observa en la ilustración 4.

### **Ilustración D: Finca Privada Cundinamarca**



*Fuente: Hidalgo L. (2017), Finca privada en Tobia Chica, Cundinamarca,*

Simón Vélez un arquitecto manizaleño estudio los métodos constructivos que se adaptan para la guadua, realizando así varias construcciones de gran carácter estético y estructural. Utiliza como uniones pernos y morteros entre los nudos, los cuales poseen variados elementos.

En el año 1988 en Costa Rica no se encontraba la guadua, pero a solo 4 años de sembrarla se logró construir 2.000 casas en este material, en Bangladesh se encuentran 15 millones de viviendas en bambú.

En Colombia se encuentra una empresa llamada Guadua Bambo la cual está especializado en el bambú más grande, fuerte y económicamente más importante de América: Guadua angustifolia. La Guadua es utilizada en todo tipo de construcción y se considera el bambú más fuerte del mundo. En América del Sur es ampliamente utilizado en construcción o paneles laminados de ingeniería.

Cuentan con su principal almacén de distribución y oficinas ahora ubicadas en los Países Bajos, hemos dado un paso importante para distribuir y promover efectivamente Guadua Bamboo para el mercado europeo de la construcción. En alianza con Bamboo Import, el mayor importador de bambú de Europa.

En esta página se puede encontrar un artículo donde menciona que los bosques de bambú tienen muchos beneficios ambientales porque funcionan como sumideros de carbono, producen oxígeno, controlan la erosión del suelo, proporcionan materia orgánica, regulan los niveles de agua en las cuencas hidrográficas, conservan la biodiversidad, embellecen el paisaje y esencialmente contribuyen a la purificación y regulación del medio ambiente, Una hectárea de bosque de bambú de Guadua puede almacenar más de 30,000 litros de agua en sus tallos durante la temporada de lluvias, que gradualmente se deposita en el suelo durante la estación seca.

### **Aspectos para lograr una durabilidad, resistencia y permanencia de los productos elaborados con Guadua:**

La experiencia que han adquirido los campesinos a lo largo de los años nos enseña algunos métodos para el cuidado natural de la guadua. En el primero se habla de realizar observaciones en el campo para demostrar una relación del contenido de humedad de sus tallos, dependiendo las fases de la luna, por esta razón se recomienda realizar el corte en época menguante a la madrugada entre las 3:00 am y las 5:00 am, ya que hay poca presencia de circulación de líquidos en el interior de la planta, lo que sería antes de empezar la fotosíntesis. Posterior a su curado se debe realizar un proceso de "curado" con el fin de garantizar una mayor durabilidad y disminuir el efecto de agentes bióticos y abióticos. Finalmente se debe dejar en pie el tallo en un tiempo de 20 a 30 días, con el fin de que salga toda la savia y líquidos que estas poseen [12].

### **Patología de la Construcción.**

Este término nace recientemente en la década de ochenta, cuenta con criterios metodológicos propios los cuales se fundamentan en la acción multidisciplinar. Su



fin es analizar científicamente toda causa y consecuencia de deterioros en los diversos tipos de construcción, teniendo como resultado determinaciones simples o complejas de fenómenos que la afectan ya sean químicos, biológicos o de meteorización según corresponda [13].

### **Beneficios sociales y económicos del uso de la guadua:**

América Latina es la región más rica de las Américas en términos de diversidad y número de árboles leñosos, especies de bambú. Veinte géneros y 429 especies de bambúes leñosos. Brasil tiene la mayor diversidad de bambú (137 especies) seguido de Colombia (70), Venezuela (60), Ecuador (42) Costa Rica (39), México (37) y Perú (37). En este trabajo se proporciona una lista de especies nativas de bambú leñoso por país. En general, la explotación del bambú nativo en América Latina se limita al uso local de especies. Es solo en Colombia, Ecuador y Brasil donde el bambú juega un papel más notable en la economía local. Se estima que el bambú en América Latina cubre cerca de 11 millones de hectáreas, y que aproximadamente el 11% de cada kilómetro cuadrado de bosque andino está ocupado por bambú [14].

Se encuentran diversos beneficios tanto económicos y sociales, los cuales se ven reflejados desde el cultivo de guadua, generando trabajo. En el tema de reproducción y crecimiento esta se da de una manera fácil y de un manejo sostenible. En Colombia la guadua es de excelente calidad, lo que genera ser un material apetecido no solo a nivel nacional sino internacional, finalmente para las personas que inviertan y entren en esta industria se beneficiaran económicamente por su rapidez en su crecimiento, puesto que entre los 4 o 5 años de ser sembrada puede pasar por cada uno de sus procesos de corte, secado y curado para comenzar con su distribución, es de aclarar que cada uno de estos procesos genera más y más empleo [15].

### **Viviendas de Interés Social en Colombia:**

En los últimos años las Viviendas de Interés Social (VIS), son aquellas que garantizan, el derecho a la obtención de un hogar a personas de escasos recursos. Existe un programa que se dirige principalmente a estas personas que son menos favorecidas, colombianas, desplazados por la violencia o algunos casos con diversas calamidades. El gobierno tiene como finalidad generar una ayuda para la obtención de una vivienda estrictamente nueva, y posteriormente son las cajas de compensación las encargadas de realizar un estudio de cada caso para finalmente otorgar los subsidios, que serán dirigidos como una parte al valor total de la vivienda. Quien se encarga de otorgar las VIS es el Ministerio de vivienda de Interés Social, es el que se encarga de otorgar las VIS, y las Cajas, se encargan de brindar el

subsidio. Y finalmente las entidades financieras entran aquí por medio de los créditos [16].

## **Viviendas de interés social en Europa – Social Housing in Europe**

Actualmente y en la mayoría de países se ha dado una disminución en el tema de construcción de casas en el sector social, estos son Alemania, Hungría y demás ya que dependen más de iniciativas locales. En este nuevo siglo hay países con gran interés en expandirse en el sector social, especialmente por las presiones políticas derivados principalmente al acceso de vivienda o niveles generales de producción; Austria ha sido uno de los países con más construcción de viviendas sociales y en Inglaterra el gobierno prometió una red de aumento de 200.000 unidades en total que es el doble de la producción de viviendas sociales existentes en ese país, Copenhague también se comprometió con un número importante de viviendas sociales, mientras que en Francia es un problema político fuerte por la falta de estas viviendas [17].

La Housing Europe es la Federación Europea de Vivienda pública establecida en 1988 con una red de 43 federaciones nacionales y regionales donde se cuenta con cerca de 43.000 proveedores de vivienda pública y social que coopera con 23 países que gestionan aproximadamente el 11% de las viviendas que existen en la Unión Europea [31].

Ellos mencionan que la falta de estas viviendas con de gran preocupación ya que lleva a que la población tenga atrasos en el alquiler y pagos en las hipotecas, desalojos y personas sin hogar, este problema también es una barrera para la movilidad laboral y para un empleo estable y los objetivos de vida de las personas [17].

## **4.2. MARCO CONCEPTUAL.**

### **Los estudios de prefactibilidad**

Estudios Fase I, son aquellos que se definen y determinan la viabilidad del proyecto, mediante la formulación de diferentes alternativas de solución del proyecto. Dichos estudios preliminares se realizan considerando una serie de criterios, técnicos, legales, prediales, financieros, económicos, sociales y ambientales, para determinar la viabilidad de cada una de las alternativas, que en la siguiente etapa de factibilidad se pueda profundizar la decisión de rechazar aquellas desfavorables y seleccionar la alternativa más conveniente, satisfaciendo los requisitos técnicos y financieros

[6].

### **Viabilidad legal**

“Se refiere a la necesidad de determinar tanto la inexistencia de trabas legales para la instalación y operación normal del proyecto, como la falta de normas internas de la empresa que pudieran contraponerse a alguno de los aspectos de la puesta en marcha o posterior operación del proyecto” [8].

### **Viabilidad ambiental**

“Busca determinar el impacto que la implementación del proyecto tendría sobre las variables del entorno ambiental como, por ejemplo, los efectos de la contaminación. Esta viabilidad abarca a todas las anteriores, por cuanto tiene inferencias técnicas (selección del sistema de evacuación de residuos), legales (cumplimiento de las normas sobre impacto ambiental) y económicas (la elección de una opción que, aunque menos rentable que la óptima, posibilite el cumplimiento de las normas de aceptabilidad del proyecto como, por ejemplo, el tamaño de un edificio de estacionamientos para alquiler en función del impacto vial máximo permitido)” [7].

### **Impacto ambiental**

“Un impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana” [7].

### **Estudio Legal**

El estudio legal permitirá determinar los efectos que las políticas constituidas tendrán sobre un proyecto, estos son algunos de los factores legales:

- Patentes y permisos municipales
- Elaboración de contratos laborales y comerciales.
- Estudios de posesión y vigencia de títulos de propiedad.
- Gastos asociados con la inscripción en registros públicos de propiedad V. inscripción de marcas.

- Aranceles y permisos de importación.
- Indemnizaciones de desahucios.
- Contratos con mutuales de seguridad de los trabajadores.
- Obligaciones en caso de accidentes del trabajo.
- Tratamiento fiscal de depreciaciones y amortizaciones contables.
- Impuestos a las ganancias, la propiedad y el valor agregado.
- Regulaciones internacionales

## Guadua

La guadua es aquella planta que genera mayor oxígeno en el mundo, así como una de las que más rápido crece, favoreciendo al suelo o a la tierra por la humedad que trae; sembrar este tipo de planta trae consigo un fin de ventajas ya que es un recurso el cual se puede aprovechar y comercializar generando ingresos económicos y ayudando a la fauna ya que una variedad de animales la utilizan como sitio de hábitat, en la ilustración 6 se observa cómo es un cultivo de guadua.

### Ilustración 6. Cultivo de Guadua Quindío



*Fuente: La Cronica Quindío (2013), Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadua,*

Esta no se encuentra clasificada con un árbol, sino que está considerada como un pasto gigante perteneciente a la familia de los bambú, del cual existen en el mundo 1.000 especies de las cuales 500 de ellas están en América y dentro de ellas Colombia posee una de las cuales cuenta con las grandes propiedades físico - mecánicas del planeta, así como su duración con un adecuado tratamiento, la cual es la guadua *Angustifolia*

- *Guadua Angustifolia*: cuenta con un tallo leñoso y con una raíz de nombre rizoma la cual cuenta con rápido crecimiento alcanzando alturas de 25 a 30 metros con

diámetros hasta de 25 cm y su duración es de 3 a 6 años desde su siembra, a continuación, en la tabla 2 se observan los parámetros físicos de la guadua.

**Tabla 2:** Parámetros físicos óptimos para el crecimiento de la guadua

<b>Altitud</b>	Entre los 400 y los 2.000 m.s.n.m.
<b>Temperatura</b>	Entre los 18 y 26 °C.
<b>Precipitación</b>	Entre los 800 y los 2.800 milímetros al año.
<b>Humedad relativa</b>	80%
<b>Suelos</b>	Areno-limosos, arcillosos, sueltos profundos, bien drenados y perfiles.

Fuente: Parámetros físicos óptimos para el crecimiento de la guadua, William casanova 2013”

Esta especie se destaca de su género por sus propiedades físico-mecánicas y adicionalmente en tamaño, también se encuentra dentro de las 20 especies de bambo mejores de todo planeta por su que su capacidad de absorción de energía y de gran flexión convirtiéndola en un excelente material de construcción sismorresistente.

Actualmente la guadua es empleada ampliamente como un material para edificación auxiliar como la elaboración de formaletas, muebles, aligeramiento de losas y hasta corrales para los animales, dándole valor económico y artístico.

### **Agentes bióticos:**

Estos agentes biológicos se desarrollan de acuerdo con las siguientes condiciones [19]:

- Humedad.
- Deben contar con una temperatura entre 3- 50°.
- Este material es una fuente alimenticia para su nutrición.
- Una Humedad en el porcentaje del 20 % al 140 %, para que la guadua pueda ser apta de ataques por hongos. La idea es que este por debajo o encima de estos rangos toda vez no que no existe el oxígeno suficiente para sobrevivir.

A partir de esto se empiezan a formar diferentes tipos de hongos y moho, donde su característica principal es alimentarse de las células vivas de la madera, cambiando su color a un tono azulado, también la madera puede llegar a desintegrarse con un simple toque de dedos, logrando un efecto de pudrición, adicionalmente también pueden llegar diversos tipos de insectos y termitas.

### **Agentes abióticos para madera y guadua**

En este agente se puede encontrar la luz ultravioleta, la cual descompone la guadua a través del proceso de degradación, también encontramos la humedad atmosférica produciendo deterioro a causa de los periódicos cambios en dimensión que se generan en las capas superiores se encuentran ubicadas en la intemperie. Es para mencionar que la guadua es una sustancia que se encuentra con influencia a causa de los cambios de humedad atmosférica, la cual produce absorción de humedad en las áreas que se encuentren expuestas, ganado volumen por las condiciones climáticas y perdiendo volumen en períodos de sequía, lo que finalmente se puede dar como conclusión es que la madera puede sufrir daños mecánicos por la alteración reincidente en su relación volumétrica [19].

### **Viviendas de interés social**

Las viviendas de interés social o comúnmente llamadas como (VIS), son por lo general apartamentos o casas en las cuales se debe garantizar una comodidad y seguridad de los habitantes que estarán presentes en el lugar; normalmente estas viviendas se encuentran en los estratos 2 y 3.

Estos tipos de viviendas de interés social son muy famosas debido al subsidio que ofrece el estado como el de “MI CASA YA”, y adicionalmente también se encuentran las cajas de compensación cumpliendo siempre con los requisitos mínimos establecidos para poder acceder a este tipo de subsidio.

La vivienda es un espacio que se construye con el fin de que sea habitable y cuya función principal es ofrecer refugio y comodidad para las personas protegiéndolas de las alteraciones climáticas y otras amenazas tanto sociales como naturales. La vivienda en Colombia se considera legalmente como un producto que genera un servicio para mejorar la calidad de vida de las personas.

### 4.3. MARCO LEGAL

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se tienen las siguientes normatividades legales vigentes las cuales se relacionan a continuación indicando el concepto y aporte que brinda utilizados en la ejecución de la investigación:

- “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible” Creada por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Decreto número 1075 de 2015 [20]. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado orientar y regular ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, perjuicio de funciones asignadas a otros sectores.
- “Métodos de ensayo para la evaluación en laboratorio en obra, de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada” Creada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC NTC 3546 [21] Según el decreto 2269 de 1993. Este método suministra un procedimiento normalizado para muestrear y ensayar morteros, para la evaluación de la composición y las propiedades en estado plástico y endurecido, bien sea antes o durante su aplicación en la construcción.
- “Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional”. Creada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC GTC 45 2011 [22].
- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, Título G – Estructuras de Madera y Estructuras de Guadua.”. Creada por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica y por la ley 400 de 1997. El Título G de este Reglamento establece los requisitos de diseño estructural para edificaciones de madera. Una edificación de madera diseñada y construida de acuerdo con los requisitos del Título G tendrá un nivel de seguridad comparable a los de edificaciones de otros materiales que cumplan los requerimientos del Reglamento. NSR-10 capítulo G.12 [11]

## 5. ESTADO DEL ARTE

En la elaboración de este proyecto de investigación se tomaron como referentes algunos trabajos de investigación los cuales se relacionan a continuación indicando el aporte que brinda al desarrollo de la presente investigación:

“METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA FACTIBILIDAD LEGAL, COMERCIAL, TÉCNICA Y FINANCIERA PARA DESARROLLAR PROYECTOS MULTIFAMILIARES”, Otoniel Augusto Corrales Grajales y John Jaime Mesa Mazo, estudiantes de la Universidad de Medellín, 2008 [8], este trabajo da a conocer todos aquellos aspectos legales, técnicos y comerciales necesarios para conocer ver si un proyecto es rentable o no.

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO Y ECONÓMICO-SOCIAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MOLO DE ABRIGO EN LA CIUDAD DE ACHAO, COMUNA QUINCHAO” Francisco Javier Ojeda Manríquez, estudiante de la Universidad Austral de Chile, 2016, estudio quiere a través de un análisis de viabilidad de mercado, técnico y económico-social evaluar la pertinencia de la construcción de un molo de abrigo en la ciudad de Achao [7], con el cual nos basaremos para el desarrollo de nuestro proyecto, toda vez que es un estudio muy completo.

“LA GUADUA UN SISTEMA INNOVADOR PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA EN ANAPOIMA CUNDINAMARCA”, German Forero Marín y Hermann Souza Weich, Universidad de la Salle Especialización en gerenciales de proyectos de Ingeniería, Bogotá, 2008, el cual tiene como objetivo realizar estudio de factibilidad para incrementar el uso de la guadua en construcciones de vivienda para el Municipio de Anapoima en Cundinamarca [1], la información de este proyecto será de referente para el desarrollo de este documento.

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION EN GUADUA DE VIVIENDA EN MELGAR- TOLIMA”, William Ramírez Casanova, estudiante de la Corporación Universitaria Minuto de Dios Especialización Gerencia de Proyectos Girardot, 2013, en el siguiente estudio se analizó la posibilidad de conformar una empresa constructora cuyo producto principal sea el diseño, construcción y venta de viviendas campestres con guadua como material principal [12], con el cual se hará una idea de que se debe tener en cuenta para el proceso de construcción de viviendas en guadua.



“ACTUALIDAD DE LA CONSTRUCCION DE GUADUA EN COLOMBIA”, elaborado por Simón Vélez en el año 2017, el cual tiene como objetivo hablar de la importancia de la guadua como construcción y en algunos casos el proceso de restauración de los lugares afectados por la desgracia del terremoto, en especial la ciudad de Armenia [23], aquí se encontró las bondades de la guadua como material de construcción o reconstrucción, logrando ver el largo alcance que ha tenido a lo largo de los años y que con el paso del tiempo adquiere mucha más fuerza.

“PROPUESTA DE UN MODELO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL (VIS) PARA POBLACIÓN DESPLAZADA EN LA CIUDAD DE BOGOTA, D.C.”, elaborado por Stephanny Milena Bejarano, Jasson Armando Peñarete Soriano y Jairo Andrés Ríos Montoya, estudiantes de la Universidad Católica de Colombia en el año 2017, dicho proyecto habla de la propuesta de una vivienda acorde a las necesidades y además que su costo sea asequible en la construcción. El modelo presentado, mantiene los parámetros de espacios, luz, y comodidad para el uso deseado. Al mismo tiempo, se ha querido realizar la comparación financiera en la vivienda propuesta, contra la vivienda tradicional (VIS), que el gobierno está entregando [16], dando a conocer los parámetros que debe tener una vivienda de interés social, así como también la importancia que tienen para el desarrollo y ayuda de las personas que se encuentran en vulnerabilidad.

“LA GUADUA UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL”, elaborado por Luis Agustín Villada Castañeda estudiante de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en el año 2015, este proyecto tiene como objetivo presentar la guadua como una alternativa para la construcción de las VIS y señalar las diferentes ventajas que hay, al utilizarla como principal material, para dicho fin. Y a la vez se quiere crear una especie de conciencia ambiental, buscando de cierta manera hacer evidente la necesidad e importancia de cultivar esta planta, debido a que las bondades que ella nos ofrece pueden contribuir a enmendar un poco el daño que le hemos generado durante mucho tiempo al planeta [15], este trabajo es de gran referente para el proyecto, puesto que habla directamente de la guadua como material de construcción para viviendas de interés social.

## 6. OBJETIVOS

### **General**

Realizar estudio de prefactibilidad ambiental, legal y económico de proyectos de construcción con acabados guadua para de viviendas de interés social en la localidad de Usme sector Gran Yomasa.

### **Específicos**

- Determinar desde la perspectiva de la legislación nacional y normatividad existente, la viabilidad de realizar proyectos de construcción de VIS con acabados en guadua.
- Realizar un estudio ambiental que establezca la viabilidad de adelantar proyectos de construcción de VIS con acabados en guadua.
- Hacer un estudio económico comparativo entre proyectos constructivos convencionales y desarrollos de VIS que involucren acabados en guadua.

## 7. METODOLOGÍA

La metodología que se desarrolló para cumplir el con el objetivo principal de la propuesta de proyecto de grado, se describe a continuación:

### FASE 1

En esta primera fase, se indagó sobre la normatividad y reglamentación legal existente para la construcción de Viviendas de Interés Social en la Localidad de Usme UPZ Gran Yomasa, posterior a esto se selecciona y analizan las normas adecuadas y necesarias para el proyecto, con esto y de acuerdo con la información recolectada en la página del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, donde se encuentran las guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social y los materiales que se pueden usar para acabados, se diseñó un modelo arquitectónico de vivienda (ver anexo A) de una y dos plantas para un conjunto unifamiliar, cumpliendo con todas las especificaciones técnicas, así como el diseño especificado del lugar donde irán los acabados.

Finalmente se utilizó la metodología comparativa, la cual se define como un método científico basado en el estudio de semejanzas y diferencias de datos y correlaciones teniendo un análisis para definir la viabilidad frente al diseño realizado y la normatividad legal vigente para el tipo de proyecto escogido, como se puede observar en la tabla 3.

**Tabla 3:** Actividades y descripción fase 1.

	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>FASE 1</b>	Realizar investigaciones pertinentes	• Determinar desde la perspectiva de la legislación nacional y normatividad existente, la viabilidad de realizar proyectos de construcción de VIS con acabados en
	Investigación de información y antecedentes	
	Referenciar datos	
	Realizar diseños previos	
	Análisis de datos obtenidos	

Fuente: Propia

## FASE 2:

Para esta fase, se dirigió a la página del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural, con el fin de investigar la normatividad frente al uso de guadua como material de construcción, o más específicamente como material de acabados; así como el impacto ambiental que generará la realización del proyecto.

Se hizo uso de una metodología cuantitativa para analizar definir la cantidad de huella de carbono que genera la guadua en el proyecto, de acuerdo con el diseño realizado y los m<sup>2</sup> de uso del material, basándose en una investigación y cálculos realizados por una estudiante de la Universidad Católica de Colombia [24]. La metodología cuantitativa supone un planteamiento más asertivo a la realidad con un análisis cuantitativo de datos estadísticos y cálculos realizados.

Así, con lo resultados obtenidos se realizó una metodología comparativa de la construcción habitual frente a la construcción con acabados en guadua propuesta en este trabajo, se analiza la captación de CO<sub>2</sub>, una comparación de huella de carbono de la guadua, con materiales comúnmente utilizados como el concreto y el acero, por unidad de material con el fin de identificar cual generaría un menor impacto al ambiente, de acuerdo con la normatividad encontrada, como se puede observar en la tabla 4.

**Tabla 4:** Actividades y descripción fase 2.

	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>FASE 2</b>	Realizar investigaciones preliminares	• Realizar un estudio ambiental que establezca la viabilidad de realizar proyectos de construcción de VIS con acabados en guadua.
	Referenciar datos característicos de la guadua	
	Comparación de huella de carbono	
	Análisis de datos obtenidos	

Fuente: Propia

### FASE 3:

Finalmente, durante esta fase, se hizo el uso también de una metodología comparativa cual se define como un método científico basado en el estudio de semejanzas y diferencias de datos y correlaciones frente al costo de uso de la guadua como acabado frente al uso de materiales convencionales.

Se indago en dos diferentes empresas productoras de estos materiales el costo y posteriormente se sacó el promedio del valor de cada uno de acuerdo con los m<sup>2</sup> requeridos, realizando así un gráfico comparativo con el fin de definir en porcentajes cual es económicamente más factible, como se puede observar en la tabla 5.

**Tabla 5:** Actividades y descripción fase 3.

	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>FASE 3</b>	Realizar investigaciones preliminares	• Hacer un estudio económico comparativo entre proyectos constructivos convencionales y desarrollos de VIS que involucren acabados en guadua.
	Investigación de información y antecedentes	
	Comparación de costos constructivos en acabados	
	Calculo de cantidad de obra y presupuestos en material de Guadua, y concreto.	

Fuente: Propia

## 8. DESARROLLO

### Fase 1:

Esta primera fase tiene como objetivo determinar desde la perspectiva de la legislación nacional y normatividad existente, la viabilidad de realizar proyectos de construcción de VIS con acabados en guadua, aquí se indago sobre la normatividad legal vigente para el desarrollo y construcción de vivienda de interés social – VIS, a continuación, en la tabla 6 se podrá observar dichos documentos:

**Tabla 6:** Normatividad.

Documento	Objetivo
Ley 388 de 1997 Nivel Nacional	Dicta la definición de vivienda de interés social, desarrollo de planes y programas de vivienda de interés social, compra de predios o inmuebles para la construcción de esta, prestación de servicios públicos domiciliarios, transferencia de inmuebles, otorgantes del subsidio, limitación al subsidio familiar en especie y expropiación por motivos de equidad.
Acuerdo 15 de 1998 Concejo de Bogotá D.C.	Crea METROVIVIENDA como empresa industrial y comercial del Distrito, determina como algunas de sus funciones promover la oferta masiva de suelo urbano para la ejecución de Proyectos Integrales de Vivienda de Interés Social, desarrollar funciones de banco de tierras o banco inmobiliario, de inmuebles destinados a la ejecución de proyectos urbanísticos que contemplen la provisión de Vivienda de Interés Social Prioritaria y promover la organización comunitaria de familias de bajos ingresos para facilitar su acceso al suelo destinado a la vivienda de interés social prioritaria.

Decreto 2620 de 2000 Nivel Nacional	Los planes o conjuntos de soluciones de vivienda a los cuales los beneficiarios aplicarán el Subsidio Familiar de Vivienda deberán cumplir con las características y condiciones de viabilidad técnica, legal y financiera establecidas en este decreto, según verificación que realizarán los establecimientos de crédito cuando el plan o conjunto de vivienda requiera crédito o el Inurbe en los otros casos.
Decreto 2060 de 2004 Nivel Nacional	Establece normas mínimas para la urbanización y construcción de viviendas de interés social urbana, señala área mínima de lote para VIS, porcentaje de cesiones urbanísticas gratuitas y densidad habitacional.
Decreto 2083 de 2004 Nivel Nacional	Modifica las especificaciones en cuanto a área mínima de lote para vivienda de interés social VIS.
Resolución 1153 de 2011 Secretaría Distrital del Hábitat	Fija los criterios que deben cumplir los proyectos de vivienda nueva VIS y VIP, para la que oferente del proyecto deberá presentar copia del Registro único de proponentes vigente y en firme con fecha de expedición no superior a 30 días y el formato de información diseñado por la Subdirección de Apoyo a la Construcción al Comité de Verificación de Proyectos quien expedirá la recomendación respectiva para el desembolso anticipado de SDV dependiendo la modalidad de desembolso a la que se pretenda acceder.
Resolución 166 de 2012 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Define las variables de calificación de los Proyectos de Vivienda de Interés Social Rural, conformado por hogares postulados al Subsidio de vivienda, que se definirán de acuerdo con los siguientes rangos y de acuerdo con las variables atribuibles al hogar, variables atribuibles al Municipio, variables Arquitectónicas y variables financieras.

Decreto 265 de 2020 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	Reglamenta el ejercicio de las funciones para el reconocimiento de edificaciones de viviendas de interés social que se ubiquen en asentamientos que hayan sido objeto de legalización urbanística en el Distrito Capital, y excluir de la jurisdicción de los curadores urbanos la facultad de expedir licencias de construcción y de aprobación de otras actuaciones en las zonas o áreas que hayan sido objeto de legalización urbanística y en las cuales se adelanten planes, programas, proyectos o políticas de mejoramiento de condiciones de habitabilidad de las viviendas de interés social formulados por la Secretaría Distrital del Hábitat
--	--

Fuente: “Documentos para VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL – VIS, Proyectos y Macroproyectos, Alcaldía Mayor de Bogotá”

#### DECRETO 1791 DE 1996

Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal, Artículo 62.

Adicionalmente, en la página del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, encontramos las guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social [25], las cuales están divididas de la siguiente manera:

- Calidad en la vivienda de interés social.

Capítulo 5: Determinantes del diseño arquitectónico de las viviendas, donde se debe tener en cuenta aspectos bioclimáticos del entorno en donde se desarrollará el proyecto de vivienda de interés social.

- Los materiales en la construcción de vivienda de interés social.

Capítulo 1: Sostenibilidad de la vivienda, la selección de los materiales y sistema constructivo deben responder a la identidad cultural de la región donde se desarrollará la obra; optimizar el uso de materiales, agua y energía.

Capítulo 6: Selección de materiales.



La gestión de la calidad en la vivienda de interés social (VIS) inicia con el conocimiento de las necesidades, aspiraciones y posibilidades económicas de las familias. Estas características generan determinantes para el diseño urbanístico y arquitectónico del proyecto. Además del conocimiento de la normatividad legal vigente y sus decretos para así poder determinar los requerimientos espaciales de las áreas privadas y comunes.

Teniendo en cuenta la cartilla guía No 1 “Calidad en la vivienda de interés social” y la normatividad colombiana como es la norma NSR-10 TITULO E Y G, los diseños arquitectónicos deben contener la totalidad de los espacios proyectados por el diseñador, con especificaciones y planos que señalen claramente las dimensiones de cada una de las áreas cubiertas y patios; así mismo, deben especificar los elementos de ventilación e iluminación, preferiblemente directas, que van a lograr el ambiente de confort requerido en la urbanización y construcción de Viviendas de Interés Social (VIS) Tipo 1 y 2.

#### DECRETO 2083 DE 2004

Presenta los modelos para la urbanización y construcción de Viviendas de Interés Social (VIS) Tipo 1 y 2.

**Tabla 6.** Área mínima de lote para VIS Tipos 1 y 2

Tipo de vivienda	Lote mínimo	Frente mínimo	Aislamiento posterior
Vivienda unifamiliar	35 m <sup>2</sup>	3.50 m <sup>2</sup>	2.00 m <sup>2</sup>
Vivienda bifamiliar	70 m <sup>2</sup>	7.00 m <sup>2</sup>	2.00 m <sup>2</sup>
Vivienda multifamiliar	120 m <sup>2</sup>	-	-

Fuente: DECRETO 2083 DE 2004 (junio 28) normas mínimas para vivienda de interés social urbana

De acuerdo con las áreas mínimas presentadas en el Decreto 2083 de 2004, la cual es de 70 m<sup>2</sup>, se toma un área de 72 m<sup>2</sup> (6 x 12). Con la normatividad vigente y los decretos especificados en la tabla 5 se toman los diseños arquitectónicos presentados en los anexos A y B los cuales representan viviendas vis de una y dos plantas especificando los espacios mínimos requeridos para este tipo de urbanizaciones y/o viviendas VIS. Adicionalmente se evidencian los detalles de acabados en guadua que se van a realizar en el anexo C, los paneles laminados de Guadua se pueden utilizar tanto para revestimiento interior como exterior y acabado de muebles para cocina, incluso en ambientes húmedos.

En la norma NSR- 10, Título E define las casas de uno y dos pisos, y de acuerdo con los requisitos mínimos que se deben seguir en el diseño y construcción, realizadas en muros de mampostería, que pertenecen al grupo de uso I, tal como se define en el literal A.2.5.1.4. Estructuras de ocupación normal y dentro de las limitaciones establecidas en A.1.3.11. de las NSR-10, es decir, construcciones que formen parte de programas de máximo 15 viviendas y menos de 3000 m<sup>2</sup> de área construida.

Las casas de uno y dos pisos que se vayan a construir en suelos de condiciones especiales por alta compresibilidad, inestabilidad lateral o pendientes superiores al 30%, deben realizarse con intervención de profesionales calificados en el área de geotecnia y diseño estructural, siguiendo los requisitos del Título A: Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente de las NSR-10, aun en caso de que se construyan programas de 15 viviendas o menos, con menos de 3000 m<sup>2</sup> de área en conjunto.

Es de resaltar que las políticas implementadas por el actual gobierno y la normatividad legal vigente han permitido dignificar y mejorar la calidad de vida de muchas familias colombianas con las viviendas vis de acuerdo a estadísticas presentadas por el DANE e indagaciones, sin embargo, aún es necesario dar a conocer estas normas y mejorar la forma de acceso a ellas.

La gestión de la calidad en la vivienda de interés social (VIS) inicia con el conocimiento de las necesidades, aspiraciones y posibilidades económicas de las familias. Estas características generan determinantes para el diseño urbanístico y arquitectónico del proyecto.

La norma técnica colombiana del Código Colombiano NSR-10 Título E de establecer los requisitos mínimos para garantizar las principales recomendaciones para el diseño de la vivienda y cada uno de sus espacios, clasificadas en fichas de determinantes bioclimáticas y de diseño arquitectónico.

## **Fase 2:**

El objetivo de esta fase es realizar un estudio ambiental que establezca la viabilidad de adelantar proyectos de construcción de VIS con acabados en guadua, para dar cumplimiento se realizarán cálculos, con el fin de encontrar una estimación de la huella de carbono que se generará en el proyecto, de acuerdo con una investigación de una estudiante de la Universidad Católica de Colombia, ecuaciones encontradas en el IDEAM para el Cálculo de los contenidos de carbono.

Según las investigaciones del Ministerio de Ambiente, donde menciona que algunos cementeras, cerámica, madera y metalúrgica, las cuales implican un alto consumo energético de combustibles fósiles no renovables, dando el paso a un gran impacto ambiental [26], de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su cartilla de Criterios Ambientales de Diseño de construcción.

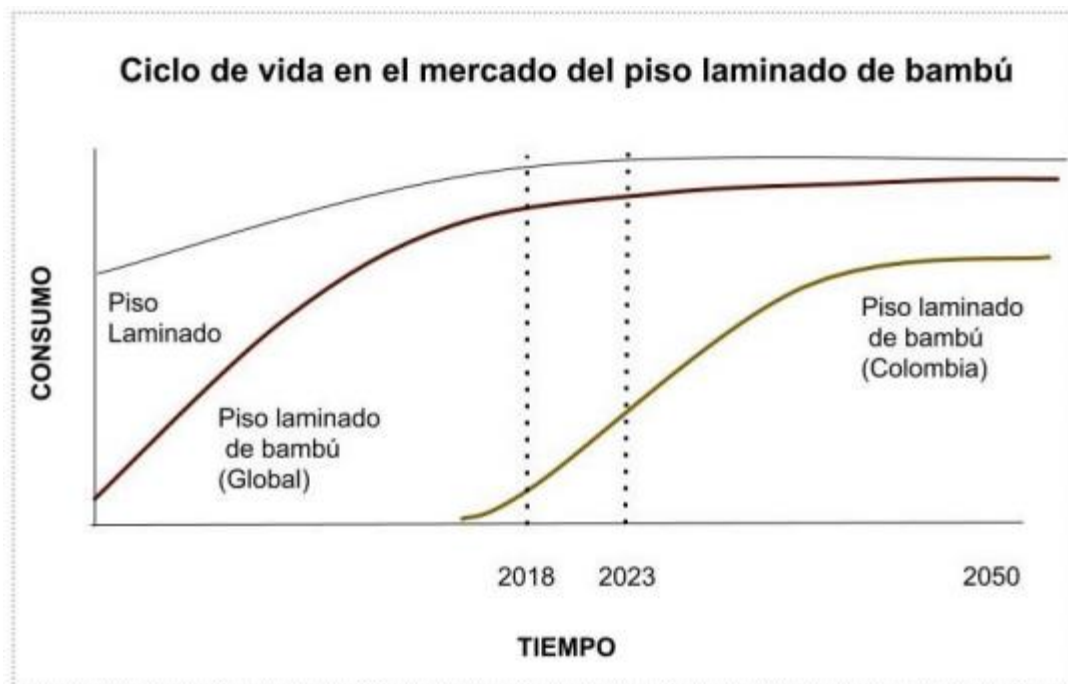
Toda vez que en este proyecto se ha decidió cambiar algunos materiales de construcción convencional para acabados, por la guadua, se dirigió a la Cartilla de Uso y Legalidad de la Madera en Colombia, generada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, donde da como conclusión que los consumidores han ido reemplazando la madera de bosque natural por materiales como la guadua, por la baja calidad de los productos extraídos, los altos costos de producción, la dificultad para tramitar los permisos y autorizaciones de aprovechamiento forestal [26].

Adicionalmente se encontró un artículo en la revista EcoHabitar, respaldado por el Centro Politécnico Superior Universidad de Zaragoza, el cual tiene como título “Impacto de los materiales de construcción, análisis de ciclo de vida” [27], información validada por el Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos, en este se habla de aquellos materiales basados en la madera, presentan en general unos impactos reducidos, toda vez que son materiales con bajo procesado industrial, y su balance de emisiones de dióxido de carbono es casi neutro.

Para esta fase también se cuenta con una investigación de dos estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la cual tiene como nombre “Creación de empresa productora de piso laminado de bambú para su comercialización en Bogotá”, esta investigación cuenta con un análisis de impacto ambiental frente a los pisos laminados en guadua. En este análisis se encontró que “la guadua es una planta caracterizada por su crecimiento rápido, esto implica una absorción alta de carbono para su crecimiento, así como de liberación de oxígeno a la atmósfera” [28]

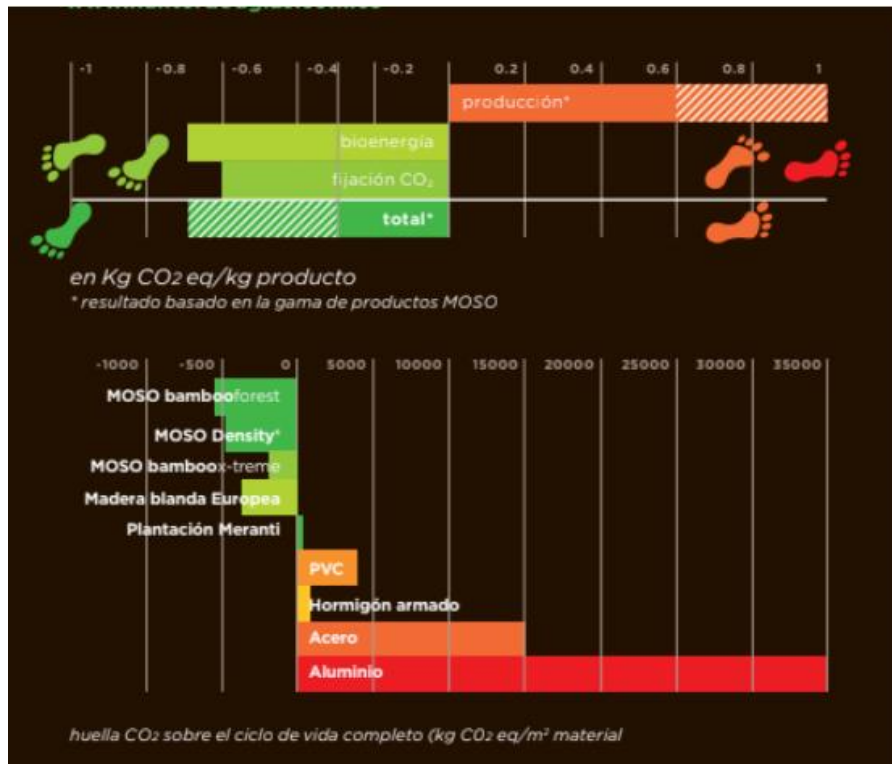
Por otro lado, en la ilustración 5 se presenta el estado actual del ciclo de vida del piso laminado de bambú en el mercado, tanto en Colombia como en el mundo, y se compara con el del piso laminado en general [28], encontrando que los pisos laminados en guadua a comparación con otros materiales como laminados en MDF, tienen ciclos de vida más largos, lo cual permite asegurar una reducción en el efecto ambiental, en la ilustración 6, se podrá observar una gráfica de huella de carbono para los diferentes tipos de material.

**Ilustración E:** Ciclo de vida en el mercado del piso laminado de bambú



Fuente: Caicedo García Miguel Santiago y Carreño Merino David Andrés (2019), Creación de Empresa productora de piso laminado de bambú para su comercialización en Bogotá.

**Ilustración F:** Huella de carbono comparativa de laminado comercial del fabricante Hunter Douglas con respecto a otros tipos de pisos.



Fuente: Caicedo García Miguel Santiago y Carreño Merino David Andrés (2019), Creación de Empresa productora de piso laminado de bambú para su comercialización en Bogotá.

Así mismo, la guadua por ser un material natural puede ser utilizado de varias formas al terminar su vida útil, como reutilizado en otros usos de laminado astillado para hacer aglomerados, o también se puede usar como biomasa para procesos energéticos.

Adicionalmente la guadua es una de las especies objeto del incentivo de certificado de Incentivo Forestal – CIF, el cual es un reconocimiento del Estado Colombiano, a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR- en convenio de administración con FINAGRO, a las externalidades positivas de la reforestación.

### Cálculo estimación huella de carbono

Para hallar la estimación de huella de carbono que generará el proyecto, se tomará como base la investigación “BENEFICIOS ECOLÓGICOS DE LA GUADUA COMO

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN” [24], realizado por una estudiante de la Universidad Católica de Colombia, la cual realizo diversas pruebas de laboratorio y cálculos.

Para este proyecto de tomará como base las muestras de guadua con un diámetro de 5 cm, sacando al final un promedio entre todas.

El cálculo de la cantidad de carbono se establece con base a la estimación de la biomasa seca del material. Este se efectuó en la relación del peso seco y el peso húmedo del material [29].

**Ecuación No. 1.**

$$BS = \left( \frac{PS \text{ muestra}}{PH \text{ muestra}} \right) * 100$$

**BS:** Biomasa seca del material cosechado en el campo (kg)

**PS:** Peso seco de la muestra (kg)

**PH:** Peso húmedo de la muestra (kg)

**Tabla 7:** Resultado biomasa seca para un diámetro de 5cm.

	# Muestra	Peso Humedo	Peso Seco	Bs
Φ= 5cm	1	259,1	235,5	90,8915477
	2	211,1	182,9	86,6414022
	3	227,1	206,4	90,8850727
	4	313,9	285,7	91,0162472
	5	285,5	259,5	90,8931699

“Posteriormente, se procede a calcular la cantidad de carbono, través de un factor de conversión 0,5 que es utilizado cuando no se conocen las fracciones de carbono específicos, según un informe del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático; y debido a que en promedio la materia vegetal o biomasa contiene un 50% de carbono después de removida el agua, es decir, después del

proceso de secado motivo por el cual la biomasa se multiplica por 0,5 para obtener carbono” [29].

**Ecuación No. 2.**

$$C_{muestra} = Bs * 0,5$$

**C Muestra:** Cantidad de carbono en la biomasa de la muestra Kg\*C\*cm<sup>2</sup>

**BS:** Biomasa seca del material cosechado en el campo.

**CF:** Fracción de carbono kg\*C (determinada en el laboratorio)

**CF:** Determinada en el laboratorio se utiliza un factor de conversión de 0,5 para la estimación de la biomasa seca.

A continuación, en la tabla 8, se podrá observar la cantidad de carbono que genera una muestra de guadua de 5cm de diámetro, toda vez que es el diámetro más pequeño de las muestras de guadua.

**Tabla 8:** Cantidad de carbono.

ø = 5cm					
# Muestra	Altura (Cm)	Promedio Altura (cm)	C Muestra	Prod. Deposito (cm)	Cantidad de Carbono por Und
1	31	30,228	46,6620021	300	463,100457 Kg*C*cm <sup>2</sup>
2	30,14				
3	30				
4	30				
5	30				

Fuente: Linares Martínez Jennifer Daniela (2019), Beneficios Ecológicos de la Guadua como Material de Construcción.

Posterior a esto, gracias a un informe técnico de “Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero Para La Región Bogotá – Cundinamarca del año 2012” del IDEAM [30], se podrá verificar la cantidad de emisión de CO<sub>2</sub> que genera los materiales convencionales como el cemento, piedras, vidrio y cerámica, en la tabla 9, está información es del año 2012 y la más actualizada encontrada.

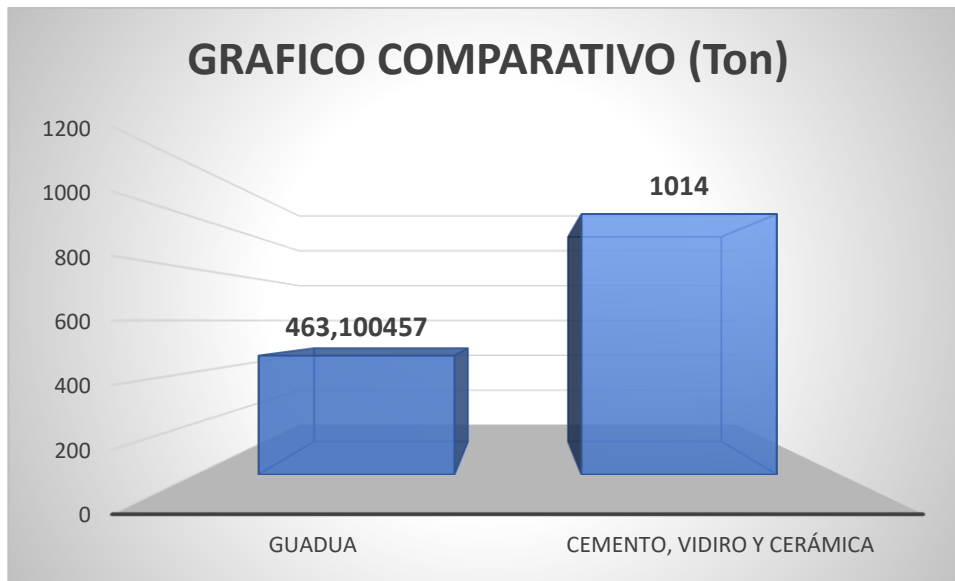
**Tabla 9:** Cantidad CO<sub>2</sub> material convencional.

	Cundinamarca (Gg CO <sub>2</sub> equiv)					Participación sobre el total
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SUSTITUTOS SAO	TOTAL	
<b>1. ENERGÍA</b>	<b>5.194</b>	<b>688</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>5.897</b>	<b>56%</b>
1A. QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES	5194	13	15		5.222	49,9%
1. A.1. Industrias de la energía	753	0,2	3,5		757	7,2%
Centrales térmicas	753	0,2	3,5		757	7,2%
1.A.2. Industria manufacturera	1786	3,4	5,1		1.795	17,2%
Alimentos, bebidas tabaco	369	0,7	1,0		370	3,5%
Textil y confecciones, Calzado y cueros	33	0,1	0,1		33	0,3%
Papel e imprenta	55	0,1	0,2		56	0,5%
Químicos	187	0,3	0,2		187	1,8%
Cemento, piedras , vidrio y cerámica	1014	2,0	3,3		1.020	9,8%
Hierro, acero y no ferrosos	76	0,1	0,2		76	0,7%
Otras ind. Manufactureras	53	0,1	0,1		53	0,5%
1.A.3. Transporte	2145	7,3	5,5		2.158	20,6%
Transporte por carretera	2145	7,3	5,5		2.158	20,6%
Transporte Aéreo					0	0,0%
1. A.4. Comercial y público	46	0,1	0,1		46	0,4%
1. A.5. Residencial	289	1,5	0,7		291	2,8%
1.4.6. Otros (agricultura, pesca,y construcción)	174	0,3	0,4		175	1,7%
<b>1B. EMISIONES FUGITIVAS</b>		<b>675</b>			<b>675</b>	<b>6%</b>
1B.1. Minería del carbón		675,3			675	6,5%

Fuente: IDEAM (2012)

Finalmente se realizó el siguiente grafico comparativo, donde se puede observar la diferencia de emisión de gas CO<sub>2</sub> de la guadua frente al material convencional, lo que indica que la guadua ambientalmente es más amigable.





### Fase 3:

El objeto de esta fase es hacer un estudio económico comparativo entre proyectos constructivos convencionales y desarrollos de VIS que involucren acabados en guadua.

De acuerdo, con el modelo arquitectónico del proyecto el cual incluye viviendas vis de una y dos plantas realizado, llevando a cabo las especificaciones mínimas requeridas bajo la normatividad legal vigente colombiana, se realiza el siguiente estudio económico con base a el área total de cada vivienda. Los datos, valores y precios se consultaron por Construdata [31].

Los costos de diseños y estudios hacen parte del presupuesto del proyecto y no del de obra. En la tabla 10 están contemplados los costos de diseños y estudios previos los cuales se obtuvieron a partir de una estimación realizada por la empresa C&C Ingeniería y Construcción donde se contó con el apoyo de esta ya que cuenta con una trayectoria en el sector por más de 10 años y también es una aliada en proyectos de tipo VIS.

**Tabla 10:** Estimación de costos de planos, proyectos y cálculos.

PLANOS, PROYECTOS Y CALCULOS		
DISEÑO ESTRUCTURAL	GLOBAL	\$ 11.900.000,00
DISEÑO HIDROGEOLOGICO	GLOBAL	\$ 4.000.000,00

ESTUDIO GEOLOGICO	GLOBAL	\$ 1.150.000,00
DISEÑO HIDROSANITARIO	GLOBAL	\$ 8.500.000,00
OTROS	VISITAS	\$ 1.000.000,00
TOTAL		<b>\$ 26.550.000,00</b>

Fuente: Propia

Con base en las actividades identificadas en el estudio técnico, su cuantificación en la **tabla 11** de insumos y los análisis de precios unitarios APUS que se tomaron con base en los precios consultados en Construdata que se evidencian en los Anexos D, se obtienen los montos por actividad para finalmente armar el presupuesto del proyecto de viviendas vis de 1 y 2 plantas con acabados en guadua que se evidencian en la siguiente **tabla 12 y tabla 13** de presupuesto en el cual esta detallado los productos requeridos y el precio total de toda la actividad a realizar.

**Tabla 11:** Insumos y análisis de precios unitarios.

<b>INSUMOS</b>
----------------

MAQUINARIA		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	UNITARIO
Camión Mixcer	Hr	\$ 180.400
Carrotanque	hr	\$ 124.950
Mezclador trompo	Hr	\$ 142.800
Vibrador de concreto	Hr	\$ 41.000
Carrotanque agua	Hr	\$ 101.150
Compresor neumático	Hr	\$ 65.450
Mini Cargador	Hr	\$ 75.000
Volqueta sencilla	Hr	\$ 195.400
Barredora mecánica de cepillo de 3.658 mm	Hr	\$ 75.000

<b>MATERIALES</b>
-------------------

Arena	m3	\$	41.000
Concreto	m3	\$	62.000
Agua industrial	lt	\$	51
Acero	kg	\$	5.500
Aditivos para concreto	lt	\$	3.000
Gravilla o grava	m3	\$	40.000
Lamina guadua	m2	\$	140.000
Tubería PVC	ml	\$	60.000
Cemento Asfaltico	kg	\$	1.332

<b>TRANSPORTE</b>			
Transporte Arena	m3-Km	\$	1.100
Transporte Grava o gravilla	m3-Km	\$	1.100
Transporte de Concreto	m3-Km	\$	2.100

<b>MONC &amp; MOC</b>			
<b>Director</b>	Hr	\$	15.000
Inspector o supervisor	Hr	\$	10.833
Oficial	Hr	\$	6.771
Ayudante	Hr	\$	5.688
Comisión topografía	Hr	\$	83.958
Herramienta menor	%	\$	1.300
Controlador de Trafico	Hr	\$	5.688

*Fuente: Propia*

De acuerdo con la tabla anterior se saca un valor aproximado y detallado de los ítems e insumos mínimos requeridos para el proyecto de viviendas vis con acabados en guadua según lo permitan las Especificaciones Generales de Construcción.

Una vez identificados los ítems e insumos requeridos para el proyecto se realizan los APUS que se evidencian en los anexos D, se consolidan los datos en las siguientes tablas 12 y 13 llegando al siguiente resultado: la suma de los costos del presupuesto total de los dos tipos de vivienda vis.

**Tabla 12:** Presupuesto de obra vivienda de 1 planta.

<b>PRESUPUESTO DE OBRA: VIVIENDAS VIS DE 1 Y 2 PLANTAS</b>						
<b>DIMENSIONES DE LA VIVIENDA DE UNA PLANTA</b>						
Longitud		12	m			
Ancho		6,00	m			
Area a Intervenir		72	m <sup>2</sup>			
<b>1.0 DISEÑO TRADICIONAL DE VIVIENDA VIS DE UNA PLANTA</b>						
ID	ACTIVIDAD	Espesor [cm]	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	VALOR
1.0	CIMENTACION Y ESTRUCTURA	30	22	m2	\$ 865.887	\$ 18.703.159
2.0	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	-	72	ml	\$ 210.316	\$ 15.142.768
3.0	PLACA Y MURO	20	72	m2	\$ 267.587	\$ 19.266.262
4.0	MAMPOSTERIA Y ACABADOS	20	14	m2	\$ 367.587	\$ 5.293.252
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>\$ 58.405.441,34</b>
<b>2.0 DISEÑO TRADICIONAL DE VIVIENDA VIS DE UNA PLANTA CON ACABADOS EN GUAUDA</b>						
ID	ACTIVIDAD	Espesor [cm]	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	VALOR
1.0	CIMENTACION Y ESTRUCTURA	30	22	m2	\$ 865.887	\$ 18.703.159
2.0	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	-	72	ml	\$ 210.316	\$ 15.142.768
3.0	PLACA Y MURO	20	72	m2	\$ 267.587	\$ 19.266.262
4.0	MAMPOSTERIA Y ACABADOS	20	14	m2	\$ 630.400	\$ 9.077.760
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>\$ 62.189.948,90</b>

Fuente: Propia

**Tabla 13:** Presupuesto de obra vivienda de 2 plantas.

DIMENSIONES DE LA VIVIENDA DE 2 PLANTAS		
Longitud	12	m
Ancho	6,00	m
Area a Intervenir	144	m <sup>2</sup>

1.0	DISEÑO TRADICIONAL DE VIVIENDA VIS DE UNA PLANTA					
ID	ACTIVIDAD	Espesor [cm]	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	VALOR
1.0	CIMENTACION Y ESTRUCTURA	30	43	m2	\$ 865.887	\$ 37.406.317
2.0	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	-	144	ml	\$ 210.316	\$ 30.285.536
3.0	PLACA Y MURO	20	29	m2	\$ 267.587	\$ 7.706.505
4.0	MAMPOSTERIA Y ACABADOS	20	29	m2	\$ 367.587	\$ 10.586.505
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>\$ 85.984.863,17</b>

2.0	DISEÑO TRADICIONAL DE VIVIENDA VIS DE UNA PLANTA CON ACABADOS EN GUAUDA					
ID	ACTIVIDAD	Espesor [cm]	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	VALOR
1.0	CIMENTACION Y ESTRUCTURA	30	43	m2	\$ 865.887	\$ 37.406.317
2.0	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	-	144	ml	\$ 210.316	\$ 30.285.536
3.0	PLACA Y MURO	20	29	m2	\$ 267.587	\$ 7.706.505
4.0	MAMPOSTERIA Y ACABADOS	20	29	m2	\$ 630.400	\$ 18.155.520
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>\$ 93.553.878,29</b>

Fuente: Propia

De acuerdo con las tablas anteriores de los APUS, se contemplaron los ítems más importantes en las tablas 13 y 14 para el presupuesto estimado de construcción de viviendas VIS con acabados de guadua y construcción tradicional.

## 9. ANALISIS DE RESULTADOS

### Fase 1:

En esta primera fase se realizó la determinación de la viabilidad de proyectos de construcción de viviendas VIS con acabados en guadua bajo la perspectiva de la legislación nacional y normatividad existente presentada en el documento.

De esta manera se comparó los diseños constructivos tradicionales y con acabados en guadua bajo la norma técnica colombiana y se estableció la viabilidad para la realización de los diseños de construcción de vivienda de interés social – VIS con acabados en guadua, los requisitos mínimos para garantizar las principales recomendaciones para el diseño de la vivienda y cada uno de sus espacios, clasificadas en fichas de determinantes bioclimáticas y de diseño arquitectónico, los cuales se tuvieron en cuenta para la realización como se evidencian en los anexos A, B Y C.

### Fase2:

En esta fase se tomó el resultado de emisión de CO<sub>2</sub> de la guadua calculado, el cual fue el siguiente:

- Guadua: 463,100457 Ton CO<sub>2</sub> al año vs las 1014 Ton CO<sub>2</sub> al año del material convencional.

Después de obtener los resultados anteriores, se encontró en un informe técnico del IDEAM (Tabla 9) que la cerámica, cemento y vidrio, emiten anualmente 1014 Ton CO<sub>2</sub> al año; con estos datos se realizó un gráfico comparativo de las emisiones encontradas donde se pudo evidenciar que la guadua es un material mucho más amigable con el medio ambiente.

En porcentajes se puede decir que la guadua genera el 46.9% de la cantidad que genera un material convencional, dando como resultado una diferencia de menos del 50% de emisión de CO<sub>2</sub>, de acuerdo con esta información, se puede afirmar que la guadua emite menos dióxido de carbono que un material convencional.

### Fase 3:

Teniendo en cuenta los análisis de los APUS y el presupuesto estimado para el proyecto se realiza el análisis de beneficios económicos en cuanto al diseño tradicional y el diseño con acabados en guadua es decir una comparación de costos de acuerdo con las especificaciones de los diseños contemplados.

**Tabla 14:** Análisis de beneficios económicos vivienda vis de una planta.

ANÁLISIS DE BENEFICIOS ECONOMICOS METODO MECANISISTA		
DISEÑO TRADICIONAL DE VIVIENDA VIS DE UNA PLANTA	\$	58.405.441,34
DISEÑO TRADICIONAL DE VIVIENDA VIS DE UNA PLANTA CON ACABADOS EN GUAUDA	\$	62.189.948,90
Diferencia en monto (COP\$)	\$	3.784.507,56
Diferencia en porcentaje (%)		6,5%

Fuente: Propia

**Tabla 15:** Análisis de beneficios económicos vivienda vis de dos plantas.

ANÁLISIS DE BENEFICIOS ECONOMICOS METODO MECANISISTA		
DISEÑO TRADICIONAL DE VIVIENDA VIS DE 2 PLANTAS	\$	85.984.863,17
DISEÑO TRADICIONAL DE VIVIENDA VIS DE 2 PLANTAS CON ACABADOS EN GUAUDA	\$	93.553.878,29
Diferencia en monto (COP\$)	\$	7.569.015,12
Diferencia en porcentaje (%)		8,8%

Fuente: Propia

En la **tabla 14** y **tabla 15** se muestra cada uno de los datos obtenidos de beneficios económicos de la vivienda VIS de una y dos plantas con acabados en guadua comparando el sistema tradicional.

En la tabla 14 de análisis de beneficios económicos en la comparación de costos vivienda VIS de una planta se aprecia un incremento del 6.5% en costos del diseño con acabados en guadua, lo representa la viabilidad del proyecto ya que este incrementó se puede mitigar con los costos de mantenimiento del proyecto, debido a que los acabados en guadua tienen un porcentaje de mayor durabilidad respecto de los materiales convencionales y menor costo de mantenimiento.

En la tabla 15 de análisis de beneficios económicos en la comparación de costos vivienda VIS de dos plantas se evidencia un incremento del 8.5% en costos del diseño con acabados en guadua lo cual nos representa la viabilidad del proyecto ya que este incrementó lo podemos mitigar con los costos de mantenimiento del proyecto ya que los acabados de guadua tienen un porcentaje de mayor durabilidad y menor costo de mantenimiento.



## CONCLUSIONES

Después de realizar el estudio y análisis de prefactibilidad ambiental, legal y económica de proyectos de construcción con acabados en guadua para viviendas de interés social en la localidad de Usme sector Gran Yomasa se encontró que si es viable la construcción de estos. Debido a:

- De acuerdo con la información que se obtuvo de la perspectiva legislación nacional y normatividad colombiana existente, se concluye que, la viabilidad de proyectos de construcción de viviendas VIS de una y dos plantas con acabados en guadua si es posible teniendo en cuenta la normatividad NSR-10 Título E la cual avala dicho proyecto, adicionalmente se presentan los diseños y modelos constructivos bajo la normatividad colombiana legal vigente, cumpliendo con todos los estándares técnicos (ver anexo A).
- En el desarrollo de la fase 2, se identificó que la guadua genera el 46.9% de CO<sub>2</sub> de la cantidad que genera un material convencional, dando como resultado una diferencia de menos del 50% de emisión de dióxido de carbono, aportando así al compromiso del país de reducir el 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030
- De acuerdo con el modelo y diseño arquitectónico presentado se realizó un análisis de precios unitarios APUS de la construcción del proyecto el cual se concluye que para la construcción de viviendas VIS de una y dos plantas con acabados en guadua se ve un incremento en el costo del 6.5% y el 8.5% a comparación del sistema constructivo tradicional debido a que los acabados en guadua son más costosos. Lo cual se puede mitigar con los costos de mantenimiento del proyecto, debido a que los acabados en guadua tienen un porcentaje de mayor durabilidad respecto de los materiales convencionales y menor costo de mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. y. S. W. H. FORERO MARÍN, « La guadua: un sistema innovador para la construcción de vivienda en Anapoima Cundinamarca,» Bogotá, 2007.
- [2] FOPAE Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, «INFORMACIÓN GENERAL DE LA LOCALIDAD DE USME,» Bogotá .
- [3] ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ, «.Recooriendo Usme 2004 Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá, D.C.,» Bogotá, 2004.
- [4] S. SCHRÖDER, «Environmental Impact of Guadua Bamboo,» 2012.
- [5] Alcaldia mayor de bogotá, «Diagnostico local con la particion social Usme 2008,» Bogotá, 2008.
- [6] IDU INSTITUTO DESARROLLO URBANO, «GUÍA ALCANCE DE ENTREGABLES DE PREFACTIBILIDAD,» BOGOTÁ.
- [7] F. J. OJEDA MANRÍQUEZ, « Estudio de Factibilidad Técnico y Económico-Social de la Construcción de un Molo de Abrigo en La Ciudad de Achao, Comuna Quinchao,» Chile, 2016.
- [8] O. A. y. M. M. J. J. CORRALES GRAJALES, «Metodología para Evaluar la Factibilidad Legal, Comercial,Técnica y Financiera para Desarrollar Proyectos Multifamiliares,» Medellín , 2008.
- [9] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, «Programa de Vivienda de Interés Social y Prioritario Rural 2000 – 2019,» Bogotá, 2019.
- [10] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, «Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana,» Bogotá, 2012.
- [11] NSR-10 Titulo G , «REGLEAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN. Estructuras de Madera y Estructuras de Guauda,» Bogotá, 2012.
- [12] W. CASANOVA RAMÍREZ, «Estudio de Factibilidad para la Construcción en Guadua de Girardot,» Bogotá, 2013.
- [13] VARGAS RINCÓN WENDY XIOMARA, DE LA ROSA CUBILLOS WENDY JOHANA, IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN LA GUADUA, Bogotá: UNIVERSIDAD

CATÓLICA DE COLOMBIA. FACULTAD DE INGENIERÍA. Modalidad trabajo de grado, 2019, p. 60.

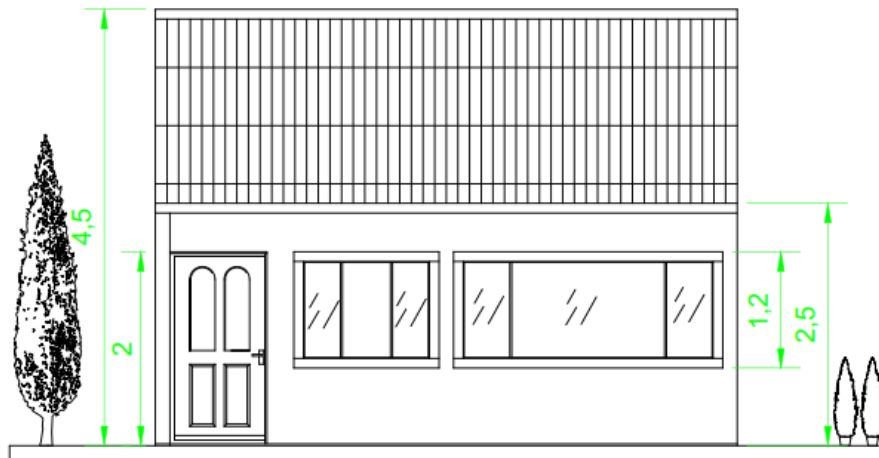
- [14] J. TAKAHASHI, «Bamboo in Latin America: Past, Present and the Future,» 2006.
- [15] L. A. V. CASTAÑEDA, «LA GUADUA UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL,» Puerto Boyaca, 2015.
- [16] S. M. P. S. A. y. R. M. J. A. BEJARANO JASSON, «Propuesta De Un Modelo De Vivienda De Interes Social (Vis) Para Población Desplazada En La Ciudad De Bogota,» Bogotá, 2017.
- [17] Europe, Housing, «Position of Housing Europe on the EU Pillar of social rights Contribution to the Public Consultation of the European Commission,» 2010.
- [18] SCIENCELONDONSCHOOL OF ECONOMICS AND POLITICALSOCIAL, «Housing in Europe,» 2007.
- [19] Y. J. M. D. DIEGO MAURICIO LOZANO SÁNCHEZ, «ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE AGENTES PATÓGENOS EN LA ESTRUCTURA DE GUADUA DE LA UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA SEDE DE ARMENIA,» Bogotá, 2016.
- [20] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, «DECRETO 1075 DE 2015 Reglamento del Sector Ambiente y Desarrollo sostenible,» Bogotá, 2015.
- [21] Norma técnica Colombiana, « NTC 354 Métodos de ensayo para la evaluación en laboratorio,» 2003.
- [22] GTC 45, «Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional,» 2011.
- [23] S. Vélez, «Actualidad de la Construcción de Guadua en Colombia,» Bogotá, 2017.
- [24] L. M. J. DANIELA, «BENEFICIOS ECOLÒGICOS DE LA GUADUA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÒN,» Bogotá, 2019.
- [25] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, «Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social,» Bogotá, 2011.
- [26] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural, «Uso y Legalidad de la Madera en Colombia,» Bogotá, 2015.

- [27] EcoHabitat, «Impacto de los materiales de construcción, análisis de ciclo de vida».
- [28] C. G. M. S. y. C. M. D. Andrés, «reación de Empresa productora de piso laminado de bambú para su comercialización en Bogotá,» Bogotá, 2019.
- [29] J. D. L. Martínez, «Beneficios Ecológicos De La Guadua Como Material De Construcción,» Bogotá, 2019.
- [30] IDEAM , «INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO PARA LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA,» Bogotá, 2012.
- [31] CONSTRUDATA, 2021. [En línea]. Available: <https://www.construdata.com/>.

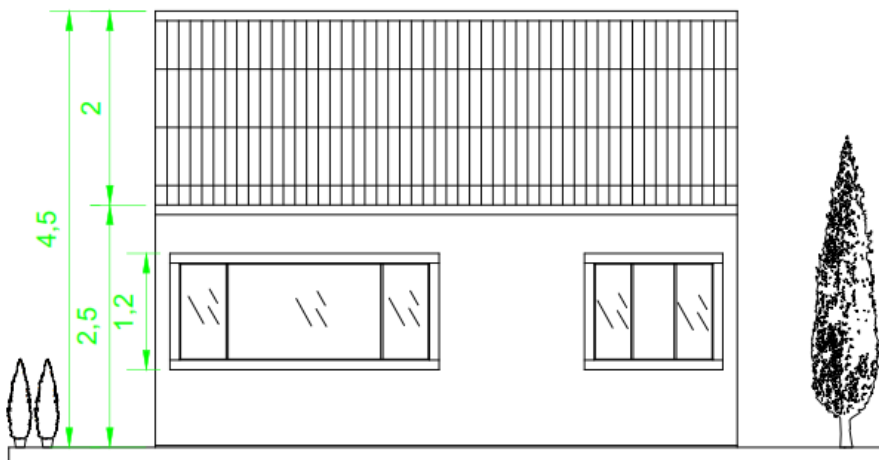
## ANEXOS

**Anexo A** Planos de vivienda de interés social de una planta con acabados en guadua

**Ilustración.** Fachadas de vivienda de interés social de una planta.



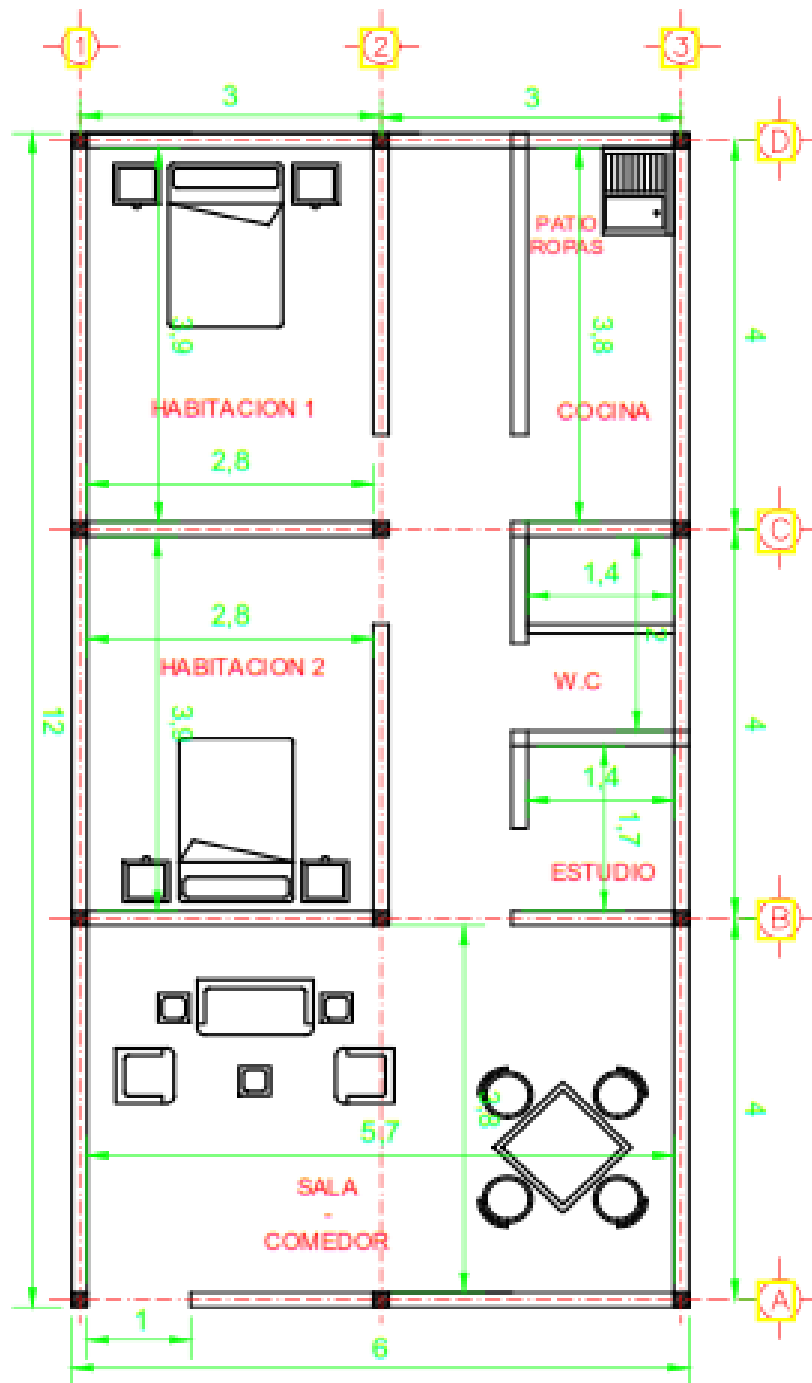
FACHADA FRONTAL



FACHADA POSTERIOR

*Fuente: Propia, Acad*

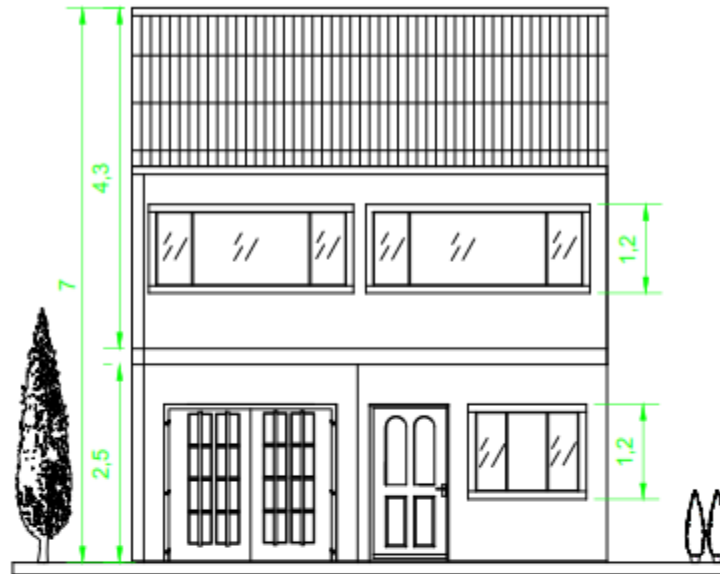
**Ilustración.** Plano de planta vivienda de interés social de una sola planta.



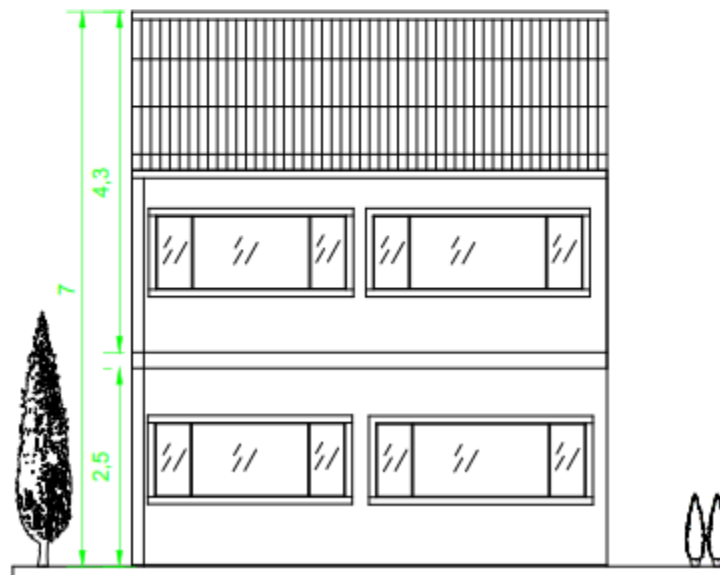
Fuente: Propia, Acad

**Anexo B** Planos de vivienda de interés social de dos plantas con acabados en guadua

**Ilustración.** Fachadas de vivienda de interés social de dos plantas.



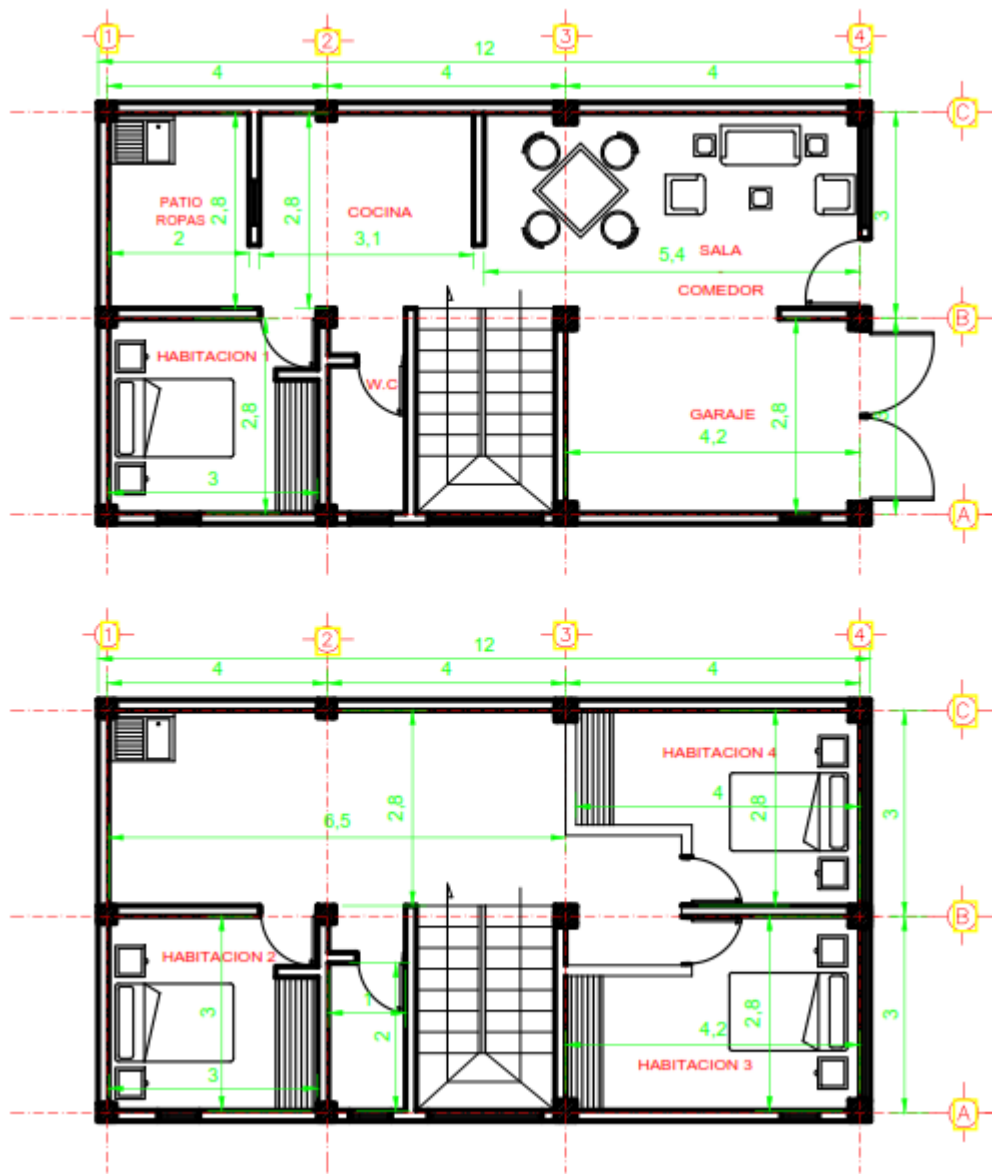
FACHADA FRONTAL



FACHADA POSTERIOR

Fuente: Propia, Acad

**Ilustración.** Plano de planta vivienda de interés social de dos plantas.

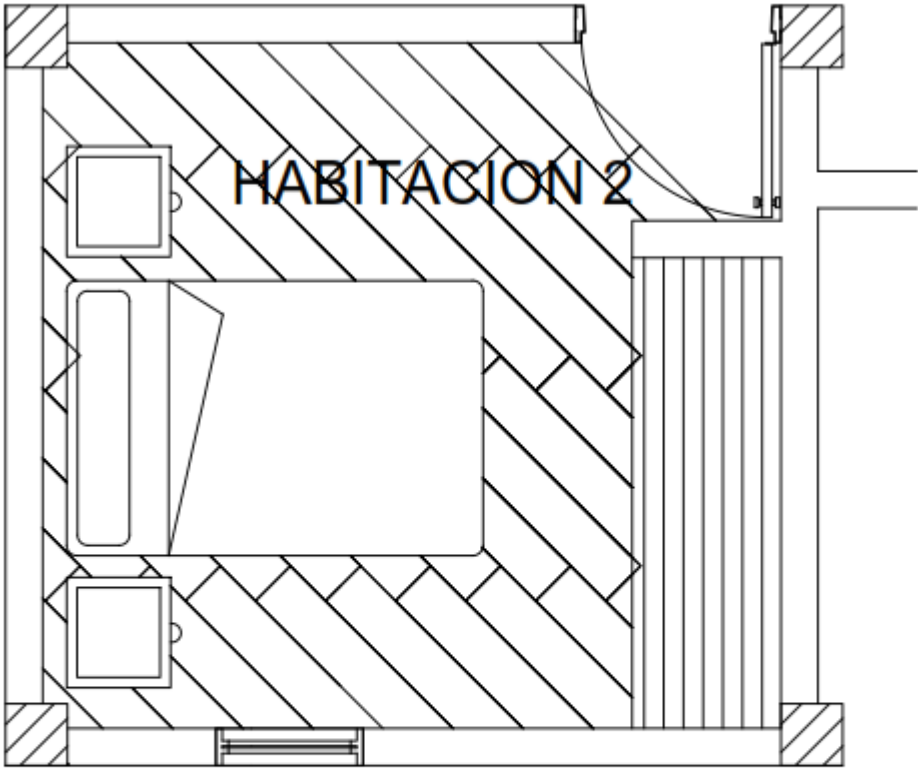


Fuente: Propia, Acad



**Anexo C** Detalles de acabados en guadua – pisos de vivienda de interés social.

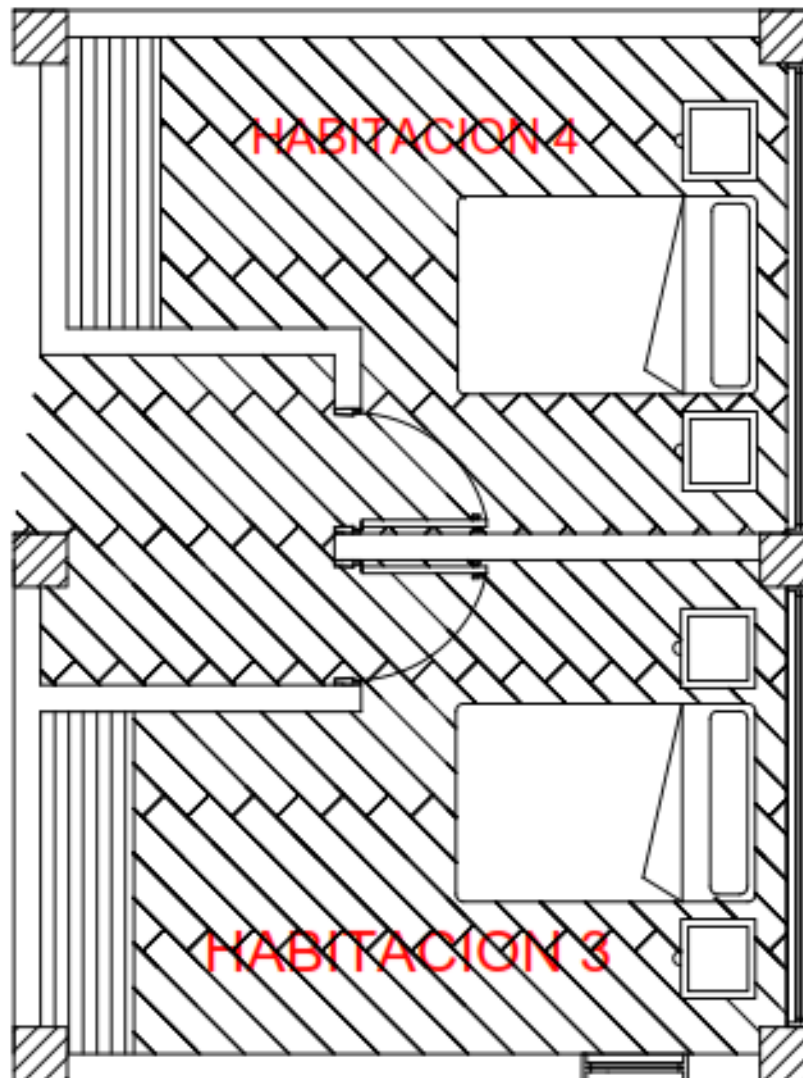
**Ilustración.** Detalles de acabados en guadua.



**DETALLE DE PISO  
HABITACIONES**

*Fuente: Propia, Acad*

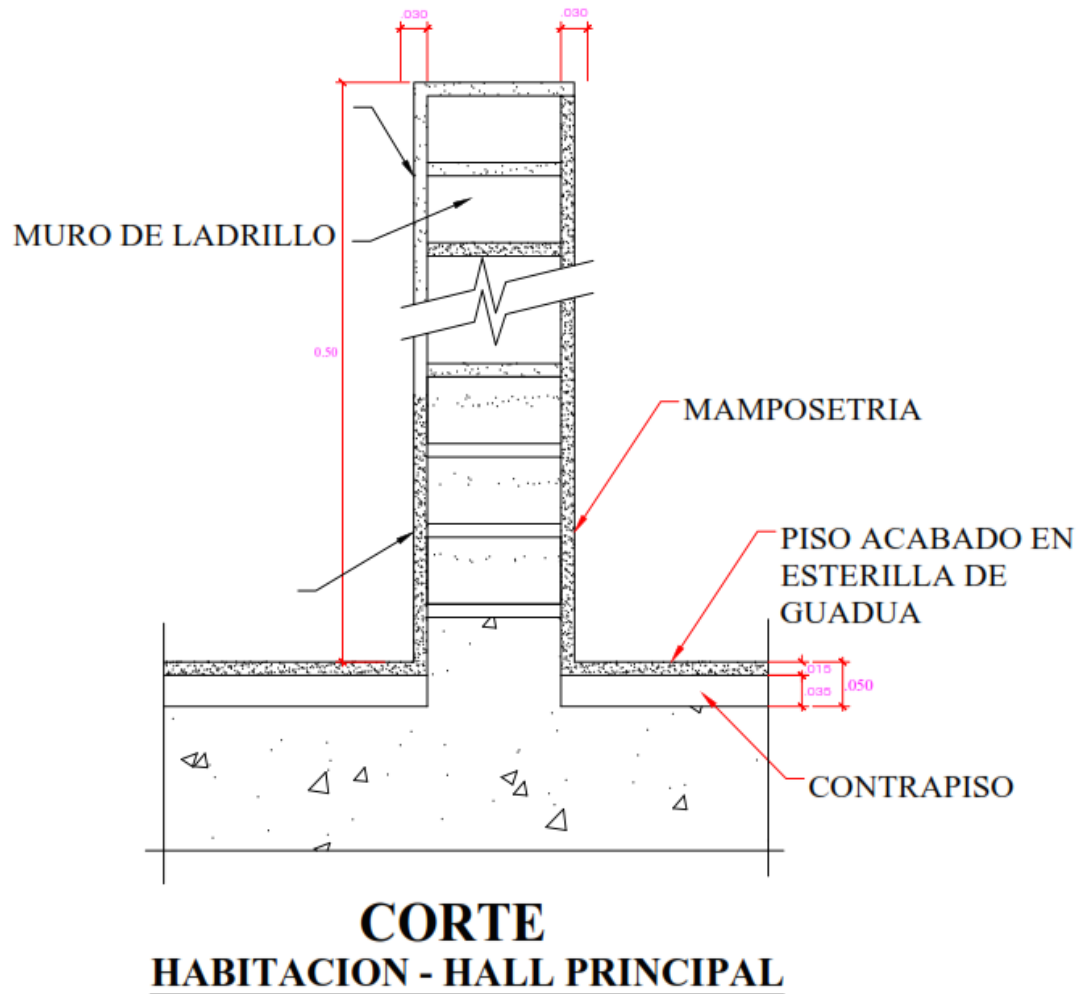
**Ilustración.** Detalles de acabados en guadua.



DETALLE DE PISO  
HABITACIONES

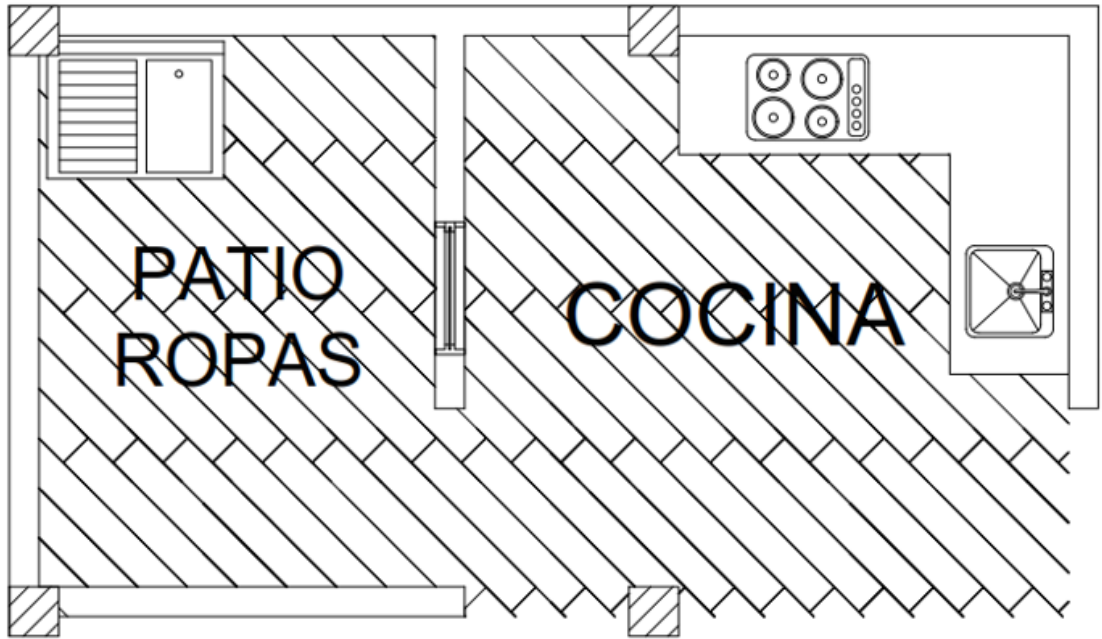
*Fuente: Propia, Acad*

**Ilustración.** Detalles de acabados en guadua.



Fuente: Propia, Acad

**Ilustración.** Detalles de acabados en guadua.



## DETALLE DE PISO PATIO ROPAS Y COCINA

*Fuente: Propia, Acad*

## Anexo D Análisis de precios unitarios -APU de vivienda de interés social.

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					[m]	\$ 210.316
Herramienta menor	Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	Tarifa Hr.	Vr Total
		Gl	1	3%	\$ 242	\$ 7,27
					Subtotal	\$ 7,27
Tubería pvc	Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	v/unit	v/total
		m	10	1,05	\$ 20.000	\$ 210.000,00
					Subtotal	\$ 210.000,00
	Descripción	Unidad	Cantidad	Distancia [km]	Tarifa	
					\$ -	\$ -
					Subtotal	\$ -
Oficial	Descripción	F.P.	Cantidad	Rendimiento	Tarifa Hr.	
		1,75	2	1/270	\$ 6.771	\$ 87,77
Ayudante		1,75	6	1/270	\$ 5.688	\$ 221,18
					Subtotal	\$ 308,95
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 210.316</b>
Grava		m3	1	1,30	\$ 40.000	\$ 52.000,00
Acero		kg	50	1,30	\$ 5.500	\$ 357.500,00
Agua industrial		lt	30	1,10	\$ 51	\$ 1.683,00
					Subtotal	\$ 545.083,00
	Descripción	Unidad	Cantidad	Distancia [km]	Tarifa	
Transporte arena		m3-km	1,30	80	\$ 1.100	\$ 114.400,00
Transporte grava		m3-km	1,30	80	\$ 1.100	\$ 114.400,00
Transporte acero		m3-km	1,30	50	\$ 1.100	\$ 71.500,00
					Subtotal	\$ 300.300,00
Oficial	Descripción	F.P.	Cantidad	Rendimiento	Tarifa Hr.	
		1,75	2	1/30	\$ 6.771	\$ 789,93
Ayudante		1,75	4	1/30	\$ 5.688	\$ 1.327,08
Comisión topografía		1	1	1/30	\$ 83.958	\$ 2.798,61
					Subtotal	\$ 4.915,63
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 865.887</b>

PLACA Y MUROS					[m2]	\$ 267.587
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	Tarifa Hr.	Vr Total	
Camion Mixcer	Hr	1	1/30	\$ 180.400	\$ 6.013,33	
Vibrador de concreto	Hr	1	1/30	\$ 41.000	\$ 1.366,67	
Mini Cargador	Hr	1	1/30	\$ 75.000	\$ 2.500,00	
Mezclador trompo	Hr	1	1/30	\$ 30.000	\$ 1.000,00	
Carrotanque	Hr	1	1/30	\$ 124.950	\$ 4.165,00	
Herramienta menor	Gl	1	3%	\$ 18.112	\$ 543,35	
					Subtotal	\$ 15.588,35
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	v/unit	v/total	
Arena	m3	1	1,30	\$ 41.000	\$ 53.300,00	
concreto	m3	1	1,30	\$ 62.000	\$ 80.600,00	
Grava	m3	1	1,30	\$ 40.000	\$ 40.000,00	
Agua industrial	lt	30	1,10	\$ 51	\$ 1.683,00	
					Subtotal	\$ 175.583,00
Descripción	Unidad	Cantidad	Distancia [km]	Tarifa		
Transporte arena	m3-km	1,30	50	\$ 1.100	\$ 71.500,00	
Transporte grava	m3-km	1,30	50	\$ 1.100	\$ 71.500,00	
					Subtotal	\$ 71.500,00
Descripción	F.P.	Cantidad	Rendimiento	Tarifa Hr.		
Oficial	1,75	2	1/30	\$ 6.771	\$ 789,93	
Ayudante	1,75	4	1/30	\$ 5.688	\$ 1.327,08	
Comisión topografía	1	1	1/30	\$ 83.958	\$ 2.798,61	
					Subtotal	\$ 4.915,63
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 267.587</b>

MAMPOSTERIA Y ACABADOS					[m3]	\$ 367.587
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	Tarifa Hr.	Vr Total	
Camion Mixcer	Hr	1	1/30	\$ 180.400	\$ 6.013,33	
Vibrador de concreto	Hr	1	1/30	\$ 41.000	\$ 1.366,67	
Mini Cargador	Hr	1	1/30	\$ 75.000	\$ 2.500,00	
Mezclador trompo	Hr	1	1/30	\$ 30.000	\$ 1.000,00	
Carrotanque	Hr	1	1/30	\$ 124.950	\$ 4.165,00	
Herramienta menor	Gl	1	3%	\$ 18.112	\$ 543,35	
					Subtotal	\$ 15.588,35
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento	v/unit	v/total	
Arena	m3	1	1,30	\$ 41.000	\$ 53.300,00	
concreto	m3	1	1,30	\$ 62.000	\$ 80.600,00	
Lamina Guadua	m2	1	1,30	\$ 140.000	\$ 140.000,00	
Agua industrial	lt	30	1,10	\$ 51	\$ 1.683,00	
					Subtotal	\$ 275.583,00
Descripción	Unidad	Cantidad	Distancia [km]	Tarifa		
Transporte arena	m3-km	1,30	50	\$ 1.100	\$ 71.500,00	
Transporte grava	m3-km	1,30	50	\$ 1.100	\$ 71.500,00	
					Subtotal	\$ 71.500,00
Descripción	F.P.	Cantidad	Rendimiento	Tarifa Hr.		
Oficial	1,75	2	1/30	\$ 6.771	\$ 789,93	
Ayudante	1,75	4	1/30	\$ 5.688	\$ 1.327,08	
Comisión topografía	1	1	1/30	\$ 83.958	\$ 2.798,61	
					Subtotal	\$ 4.915,63
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 367.587</b>

## Anexo E. Cronograma De Actividades

ACTIVIDAD	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>PLANEACIÓN</b>																
Definición																
Instrumentos de recolección de información																
Elaboración marco teórico																
Recolectar información																
<b>EJECUCIÓN</b>																
Procesar los datos																
Describir los resultados																
Analizar los datos																
Conclusiones																
<b>COMUNICACIÓN DE RESULTADOS</b>																
Entrega del borrador del informe																
Revisión del informe Final																
Entrega del informe final																

Fuente: Propia

## Anexo F. Presupuesto

<b>PRESUPUESTO GLOBAL DEL ANTEPROYECTO</b>			
	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Recurso Humano –Honorarios y servicios personales-	Horas	532	\$ 15.800.4 54
Recurso Humano –Tutor-	Horas	20	\$ 4.400.00 0
Materiales		0	\$ 0
Viajes (transporte)	Unidad	8	\$ 150.000
Imprevistos	\$	0	\$ 80.000
<b>Totales</b>			<b>\$ 20.430.4 54</b>

Fuente: Propia