

**La construcción de viviendas verdes de bambú en Colombia, una estrategia para reducir el
impacto ambiental**

Yonatan Medina Quiroz

Asesor

Leidy Brisecth Pardo Abril

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios - ECACEN

Tecnología en Gestión de Obras Civiles y Construcciones

2025

Resumen

El sector de construcción en Colombia es responsable de generar el 39% de las emisiones de dióxido de carbono, empleando 400 millones de toneladas de materiales al año, contaminando el 40% de las fuentes hídricas, desencadenando impacto adverso al medio ambiente. Frente al panorama el Concejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCS) se encuentra comprometido a incrementar el nivel de sostenibilidad y la eficiencia en las edificaciones nuevas y existentes, así pues, el país ha reconocido la relevancia de proyectos de construcción de viviendas que incorporen elementos alternativos y sostenibles que mitiguen el cambio climático y el deterioro al ambiente (Zapata, 2023; Bermeo y Mora, 2021). Alrededor de esto, el presente estudio, tiene el objetivo de explorar información científica asociada a la construcción de viviendas verdes de bambú en Colombia, analizándolo como una estrategia para reducir el impacto ambiental. La metodología está centrada en un enfoque cualitativo que enmarca la búsqueda sistemática de diferentes documentos científicos relacionadas en las bases de datos, resaltando la incorporación de materiales alternativos como el bambú en las edificaciones en Colombia. Los resultados precisaron que las viviendas verdes a base de bambú constituyen una alternativa favorable con el medio ambiente, generando a su vez, ventajas sociales, económicas.

Palabras clave: Bambú, impacto ambiental, materiales de construcción, viviendas verdes

Abstract

The construction sector in Colombia is responsible for generating 39% of carbon dioxide emissions, using 400 million tons of materials per year, polluting 40% of water sources, triggering adverse impact on the environment. Facing this scenario, the Colombian Sustainable Construction Council (CCS) is committed to increase the level of sustainability and efficiency in new and existing buildings, thus, the country has recognized the relevance of housing construction projects that incorporate alternative and sustainable elements that mitigate climate change and environmental deterioration (Zapata, 2023; Bermeo and Mora, 2021). Around this, the present study aims to explore scientific information associated with the construction of green bamboo housing in Colombia, analyzing it as a strategy to reduce environmental impact. The methodology is centered on a qualitative approach that frames the systematic search of different scientific documents related to databases, highlighting the incorporation of alternative materials such as bamboo in buildings in Colombia. The results showed that bamboo-based green housing is an environmentally friendly alternative, generating in turn, social and economic advantages.

Keywords: Bamboo, environmental impact, building materials, green housing, green housing

Contenido

Introducción	10
Planteamiento del problema.....	12
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
Metodología	17
Enfoque de la Investigación.....	17
Diseño de Investigación.....	17
Procedimiento de la investigación	18
Técnicas de Recolección de la Información	18
Método de Exploración y Análisis de Datos.....	19
Clasificación de Categorías.....	19
Marco de referencia	21
Fundamentación conceptual y teórica.....	21
Bambú.....	21
Tipos y Especies del bambú.....	21
Beneficios del uso del Bambú en la construcción de viviendas	22
Viviendas Verdes	24
Diseño de Viviendas Verdes.....	25
Resultados	26

Características físico-mecánicas del bambú en comparación con otros materiales tradicionales de construcción empleados en Colombia para la edificación de viviendas verdes	26
Ventajas económicas, sociales y ambientales de la construcción de viviendas verdes a base de bambú en las distintas regiones colombianas	35
Discusiones	44
Conclusiones	46
Referencias Bibliográficas	49
Apéndices.....	56

Lista de Tablas

Tabla 1. Protocolo de búsqueda	18
Tabla 2. Especies y características del bambú	21
Tabla 3. Beneficios de construir viviendas con bambú	23
Tabla 4. Propiedades físico-mecánicas del bambú	26
Tabla 5. Comparación en resistencia y vida útil con respecto a otros materiales convencionales de construcción	27
Tabla 6. Tasa de energía para la producción de materiales de construcción	28
Tabla 7. Densidad y humedad del bambú	29
Tabla 8. Normativas colombianas para el manejo del Bambú en construcciones y viviendas....	29
Tabla 9. Comparación entre materiales convencionales y el bambú	30
Tabla 10. Comparativo regional de proyectos de viviendas verdes a base de bambú en Colombia (ventajas sociales, económicas y ambientales).	36

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Disposición de aperturas y fachadas</i>	25
Figura 2. <i>Centro de desarrollo infantil el Guadual, construido con materiales de Bam..</i>	31
Figura 3. <i>Interiores del Centro de desarrollo infantil el Guadual, construido con materiales de Bambú</i>	32
Figura 4. <i>Recubrimiento del bambú con botellas recicladas</i>	32
Figura 5. <i>Sistema de vivienda verde modular en bambú</i>	33

Lista de Gráficos

Gráfico 1. <i>Conductividad térmica</i>	27
Gráfico 2. <i>Comparación de emisión de Co2 entre vivienda verde y tradicional</i>	34

Lista de Apéndice

Apéndice A <i>Esbozo de la matriz de científica</i>	56
--	----

Introducción

Los sistemas de construcción generan una gran cantidad de gases contaminantes, que originan deterioro a los ecosistemas y a la atmósfera del planeta (Organización de las Naciones Unidas-ONU, 2022). Este panorama, enfatiza la urgencia de incorporar nuevos materiales amigables con el ambiente, que mitiguen los efectos causados por este sector. En respuesta, Trujillo et al. (2020) aseguraron que el bambú en comparación con otros elementos de construcción convencionales posee un potencial importantísimo en materia de durabilidad, resistencia, mantenimiento y sostenibilidad.

El presente estudio tiene como propósito general analizar el aprovechamiento del bambú en la construcción de viviendas verdes en Colombia y su contribución a la reducción del impacto ambiental. Fundamentándose en un enfoque cualitativo en el marco de una revisión sistemática rigurosa de distintas bases de datos como, Scielo, Google académico, Dialnet, Redalyc, Pubmed y repositorios institucionales a través del método de búsqueda booleano, empleado para la consolidación de antecedentes una matriz científica y un protocolo de exploración basado en distintos criterios, para terminar con la estructuración de los resultados mediante dos categorías conceptuales: “Características físico-mecánicas del bambú en comparación con otros materiales tradicionales de construcción empleados en Colombia para la edificación de viviendas verdes”; “Ventajas económicas, sociales y ambientales de la construcción de viviendas verdes a base de bambú en las distintas regiones colombianas. Con la finalidad de evidenciar la recopilación de información de manera detallada y pertinente para la investigación.

En coherencia a través de estas categorías de análisis, el proyecto monográfico pretende responder al interrogante: ¿De qué manera el aprovechamiento del bambú en la construcción de viviendas verdes en Colombia contribuye a la reducción del impacto ambiental? Orientándose en

los objetivos específicos planteados: “Explorar mediante estudios previos, las características físico-mecánicas del bambú en comparación con otros materiales tradicionales de construcción empleados en Colombia para la edificación de viviendas verdes”; “Describir las ventajas económicas, sociales y ambientales de la construcción de viviendas verdes a base de bambú en las distintas regiones colombianas.”

En la extensión de la investigación monográfica, se exploran referentes conceptuales y teóricos respecto al bambú, los tipos y especies existentes, su uso en la construcción de viviendas verdes, el diseño de estas y los beneficios que ocasiona. Según Ruiz et al (2023) la utilización de este material en los sistemas de construcción evita la generación de desperdicios y subproductos poco favorables con la naturaleza, mitigando la degradación del suelo y la deforestación. Constituyendo una alternativa al impacto ambiental generado por las obras de construcción (Barrero y Navia, 2021).

En general, este proyecto monográfico parte con la intención de profundizar en las características del bambú, sus ventajas sociales, económicas y ambientales en la construcción de viviendas verdes en distintas regiones de Colombia, destacando el uso de este material como una estrategia para reducir los efectos ambientales provocados por el sector de construcción.

Planteamiento del problema

El sector de la construcción ha tenido que actualizarse conforme a los cambios de la tecnología y las nuevas necesidades de la humanidad, recurriendo al uso de nuevos materiales, sin embargo, la incorporación de ellos ha traído un coste de energía elevado y un uso excesivo de químicos, acarreado efectos devastadores al ambiente (Boity *et al.*, 2022).

En coherencia, la Organización de las Naciones Unidas (2022) aseguró que las operaciones de construcción de edificios producen un 38% de las emisiones de CO₂, constituyendo la aparición de gases contaminantes que resultan diezmando los ecosistemas del planeta y la atmosfera. Ante esto, la ONU enfatiza en la urgente necesidad de promover estrategias para reducir de manera agresiva la demanda de energía en las áreas construidas, exigiendo la descarbonización en el sector, debido al aumento del calentamiento global, producto de estas obras civiles.

Ahora bien, a partir de esta situación, el sector de construcción ha optado por acogerse a herramientas de gestión ambiental que permitan reducir los impactos causados en la naturaleza, no obstante, a pesar de las certificaciones ambientales, la industria sigue causando efectos altamente dañinos al entorno (Vera *et al.*, 2023).

Los reportes de la Escuela Abierta de Desarrollo en Ingeniería y Construcción-EADIC (2022) afirmaron que la industria produce el 30% de residuos totales en el mundo, aportando el 20% de la contaminación de las aguas, por el uso de productos químicos. Desde el proceso de extracción de la materia prima hasta las operaciones de construcción y el uso de los edificios, cada etapa de la cadena de suministro de la construcción propende un impacto en el ambiente. Adicionalmente, con el cemento, el material más utilizado, pueden emitir billones de emisiones de CO₂, originando también contaminación del aire y el agua.

Desde el panorama colombiano, la industria de construcción es considerada una parte importante en el PIB, tanto así que para el año 2023 aportó el 5.3% del PIB del país, siendo también a nivel de Latinoamérica la tercera industria más grande después de México y Brasil, sin embargo, es importante considerar el deterioro ambiental que causa el uso excesivo de los materiales empleados en las actividades de construcción, lo cual, genera preocupaciones por la conservación de los recursos naturales del país y la naturaleza en general (Rojas y Galvis, 2023). Frente a esto, es significativo que el sector de construcción adopte practicas sostenibles basadas en el empleo de materiales alternativos, renovales y naturales como el bambú, buscando disminuir los daños ecológicos (Barrero y Navia, 2021).

Pregunta de investigación:

¿De qué manera el aprovechamiento del bambú en la construcción de viviendas verdes en Colombia contribuye a la reducción del impacto ambiental?

Justificación

La construcción es uno de los principales contribuyentes al desarrollo y crecimiento de un país, al mismo tiempo es uno de los sectores que más genera emisiones de gases efecto invernadero, extracciones de la materia prima, destrucción de los ecosistemas y del medio ambiente. La industria de construcción emplea en la ejecución de las obras civiles, materiales como el cemento, barrilla, acero, los cuales dependen de combustibles fósiles haciendo que incluso al iniciar la edificación genere una huella significativa de carbono (Delgado, 2023).

Ante esto, el bambú es un material alternativo eco amigables que podría significar una de las soluciones más acertadas para la construcción de viviendas eficientes y resistentes (Barrero y Navia, 2021). Paralelo a esto, surge la intencionalidad de explorar información científica asociada a la construcción de viviendas verdes de bambú en Colombia, ahondando en esta iniciativa como una estrategia para reducir el impacto ambiental.

Desde esta perspectiva, la investigación pretende de igual manera, ofrecer elementos teóricos y hallazgos importantes respecto al uso del bambú en viviendas verdes, destacando las razones por las cuales el emplear este material con mayor frecuencia en las obras civiles, podría disminuir la huella de CO₂ y la aparición de efectos negativos al medio ambiente.

En coherencia, es significativo recalcar que el presente estudio monográfico será de gran relevancia, debido a que generará aportes teórico científicos a la academia y a la línea de investigación “Desarrollo económico sostenible y sustentable” configurando un material documental útil para el ejercicio profesional en lo relacionado con la construcciones sostenibles y eficientes basadas en materiales alternativos como el bambú, altamente amigable con el medio ambiente y resistente.

En síntesis, la utilidad de esta investigación beneficiará a las empresas constructoras en Colombia, ofreciéndoles nociones prácticas asociadas al uso del bambú para edificaciones verdes, lo cual, igualmente brindará elementos teóricos para futuros estudios relacionados con las variables de interés, promoviendo la construcción sostenible. Al final, equipará a los estudiantes a adquirir habilidades y conocimientos investigativos respecto a la construcción de viviendas que apuntan a la eficiencia y la sostenibilidad.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el aprovechamiento del bambú en la construcción de viviendas verdes en Colombia y su contribución a la reducción del impacto ambiental.

Objetivos Específicos

Explorar mediante estudios previos, las características físico-mecánicas del bambú en comparación con otros materiales tradicionales de construcción empleados en Colombia para la edificación de viviendas verdes.

Describir las ventajas económicas, sociales y ambientales de la construcción de viviendas verdes a base de bambú en las distintas regiones colombianas

Metodología

Enfoque de la Investigación

El presente estudio monográfico, abarca una metodología de análisis documental, la cual, está orientada en el enfoque cualitativo, centrándose en la exploración y análisis de información científica de forma sistemática y rigurosa (Hernández y Mendoza, 2020). En este sentido, la investigación comprende la profundización de elementos y fundamentos teórico – científicos relacionados con la construcción de viviendas verdes de bambú en Colombia y su impacto en el ambiente.

De igual manera, la investigación integra la revisión e indagación de diferentes estudios nacionales e internacionales, con la intención de recabar y recolectar contenidos científicos relacionados con las variables que contempla el proyecto monográfico. Partiendo de esto, la base del estudio fundamentado en el enfoque cualitativo garantizará la interpretación de los fenómenos en un entorno natural, profundizando en experiencias y significados individuales y colectivos (Hernández y Mendoza, 2020).

Diseño de Investigación

Alrededor de esto, el estudio científico, enfocado en el diseño descriptivo, ahonda en propiedades y características del fenómeno de interés, detallando y analizando el mismo (Mendoza y Ortiz, 2020). Por tanto, comprende un rastreo de investigaciones previas asociadas a la construcción de viviendas verdes a base de bambú, como una estrategia ventajosa que aporta a la disminución del impacto ambiental. Mediante esto, consolida elementos teórico- prácticos relevantes para potencializar el ejercicio profesional y la academia.

Procedimiento de la Investigación

El proceso de análisis e indagación documental demanda la organización, recolección y sistematización de contenidos científicos dispuestos en diferentes fuentes de información científicas, aguardando las siguientes etapas:

- **Etapa I:** selección y definición de la temática a estudiar, delimitando las variables que serán exploradas.
- **Etapa II:** estructurar los propósitos de la investigación, la formulación de este y su alcance.
- **Etapa III:** realización de una búsqueda exhaustiva que posibilite la construcción de un marco conceptual y teóricos asociado a las variables de interés.
- **Etapa IV:** selección, definición y aplicación de las técnicas e instrumentos cualitativos a utilizar, entre ellas, matrices de análisis y protocolo de búsqueda de información.
- **Etapa V:** consolidación de la información científica mediante categorías conceptuales teniendo presente los propósitos generales y específicos del proyecto, señalando los principales hallazgos encontrados.

Técnicas de Recolección de la Información

El proyecto monográfico ocupará la aplicación de un protocolo de exploración que integra, criterios y parámetros de exclusión e inclusión que orientarán la búsqueda y delimitación de la información importante para el desarrollo del estudio, véase tabla 1.

Tabla 1

Protocolo de búsqueda

1. Relación entre los propósitos y las variables de interés del estudio.
2. Nivel del aporte (nacional e internacional)
3. Coherencia científica y veracidad
4. Disposición de los estudios en fuentes de datos confiables
5. Rango de tiempo de diez años

6. Contenido y relevancia científica para el desarrollo del estudio monográfico

7. Información ausente fundamentos científicos

8. Información con nula objetividad y ambigua

Nota. Esta tabla contiene los criterios de exclusión e inclusión que orientaron la consolidación del proyecto. *Fuente.* Elaboración propia

Método de Exploración y Análisis de Datos

Ante esto, el proceso de exploración de revisión literaria y el análisis, integrará el uso del método de búsqueda booleano, que consiste en el uso de conectores lógicos como “AND” “OR” “NOT” acompañados de frases y palabras claves como: la construcción de viviendas verdes de bambú” ,“impacto ambiental de materiales convencionales” ,“bambú como alternativa sostenible de construcción”, “viviendas diseñadas con bambú”, “ventajas del bambú en la construcción”, lo cual, garantizará la búsqueda y el filtraje de la información científica de manera efectiva.

Desde esta perspectiva, la investigación facilitó un análisis sistemático y reflexivo de diferentes estudios, produciendo la exploración de estudios científicos en variadas bases de datos (Scielo, Google académico, Dialnet, Redalyc, Pubmed) y repositorios institucionales, estableciendo como parámetro general, un rango de diez años para el filtraje de las investigaciones. Posteriormente, la clasificación de la información científica estuvo distribuida en carpetas digitales teniendo en cuenta los aportes más relevantes orientados a las variables de interés del proyecto. Identificando treinta artículos científicos, analizados mediante matrices científicas, brindando una aproximación de antecedentes y teoría significativas para la consolidación del análisis documental (véase apéndice A).

Clasificación de Categorías

Finalmente, los resultados fueron distribuidos en las siguientes categorías, acordes a los objetivos planteados en el proyecto: **“Características físico-mecánicas del bambú en**

comparación con otros materiales tradicionales de construcción empleados en Colombia para la edificación de viviendas verdes”; “Ventajas económicas, sociales y ambientales de la construcción de viviendas verdes a base de bambú en las distintas regiones colombianas”.

Permitiendo sintetizar elementos teóricos importantes relacionados con la temática de interés de la investigación, brindando una observación clara y organizada del objeto de estudio.

Marco de referencia

Fundamentación conceptual y teórica

Este apartado contiene los soportes teóricos y conceptuales que sustentan la investigación monográfica:

Bambú

El bambú es una planta autosostenible de alto crecimiento y de múltiples usos, científicamente es llamada la subfamilia *bambusoideae*, siendo una planta perdurable, robusta, consistente y de rápido crecimiento perteneciente a las gramíneas, que poseen más de 1.000 especies y 128 géneros (Torrez y Branganca, 2019).

Tipos y Especies del bambú

En tabla a continuación se relacionan las especies de bambú mayormente usadas en los sistemas de construcción:

Tabla 2

Especies y características del bambú

Nombre común	Nombre científico	Longitud (metros)	Características
Guadua bambú	Guadua Angustifolia	20	Usado como material alternativo de construcción, debido a su capacidad biodegradable, renovable, flexible y liviano
Bambusa multiplex	Bambusa glaucescens	3-15	Materia prima para la creación de ropa y cestas.
Old hami	Bambusa oldhami	16	Empleado en la construcción para crear semi estructuras, barandas y cercas.
Guadua mexicana	Guadua aculeata	24 - 27	Usado en construcciones para estructura y cercas.
Bambú hoja grande	Dendrocalamus latiflorus	24	Implementado en la construcción, también la

			fabricación de papel, muebles, artesanía.
Jimba	Guadua amplexifolia	10 - 12	Se emplea en la construcción de estructuras.
Guadua colombiana	Guadua angustifolia Kunth	25	Usado para construcción de edificaciones por su alta resistencia estructural.
Caña vaquera	Bambusa vulgaris	6-18	Usada para la elaboración de paneles, papel y estructuras.
Chusquea	Chusquea	5	Se emplea para delimitar zonas en los climas fríos.
Gigantochloa	Gigantochloa verticillata Heyne	24	Se fabrican escaleras por su resistencia y flexibilidad.
Bambú gigante	Dendrocalamus latiflorus	24	Usada para fabricar muebles, papel y artesanías.
Bambú negro	Phyllostachys nigra	3	Usado para crear cañas de pescar, sombrillas, soportes de materas, decoraciones y tendedores.
Bambú dorado	Phyllostachys aurea	3	Usado para diseñar tendedores, sombrillas y soportes en madera.
Madake	Phyllostachys bambusoides	9 - 21	Usado para fabricar muebles y comida.
Bambú gigante	Dendrocalamus giganteus	30	Utilizado para crear tuberías, debido a su resistencia y gran tamaño.
Bambú varilla	Otatea acuminata aztecorum	19	Usado para crear verillas y soporte de tejas.
Guadua vellutina	Guadua velutina	24-27	Empleado para fabricar estructuras.

Nota. La tabla contempla las diferentes especies de bambú. *Fuente.* Elaboración de Dalal (2021).

Beneficios del uso del Bambú en la construcción de viviendas

El bambú es un material sísmo resistente, capaz de soportar cargas pesadas, resistiendo fuerzas verticales y laterales, a pesar de su flexibilidad y ligereza, lo cual, lo hace ideal para

construir en zonas de frecuentes sismos. Su estructura permite absorber y disipar la energía sísmica, amortiguando las vibraciones y disminuyendo el impacto de los terremotos (Gómez *et al.*, 2020). Paralelamente, la producción de este material para la construcción de viviendas demanda la mitad de gasto energético en comparación de otros, sumado a esto, es un material renovable, económico y sustentable que ofrece beneficios al medio ambiente, tales como reducción del uso del agua, minimizado la producción de dióxido de carbono, brindando confort, eficiencia energética y calidad a las edificaciones, contribuyendo al desarrollo sostenible (Sánchez, 2022).

El uso del bambú en los sistemas de construcción evita la generación de desperdicios y subproductos poco amigables con la naturaleza, ofreciendo residuos que se incorporan fácilmente al suelo, adicionalmente, es una planta de rápido crecimiento que mitiga la degradación del suelo y la deforestación (Ruiz *et al.*, 2023). A continuación, se relacionan algunas ventajas y beneficios de construir usando como materia prima el bambú:

Tabla 3

Beneficios de construir viviendas con bambú

Favorabilidades del bambú	Concepto
Resistencia y durabilidad	El bambú contiene una resistencia mecánica comparable con algunos aceros, manteniendo una alta durabilidad si se maneja adecuadamente contra la humedad y las plagas.
Ligereza y facilidad en el transporte	Material ligero de fácil manipulación en sitios de construcción.
Flexibilidad y tenacidad	Es empleado en variados diseños arquitectónicos, debido a su capacidad flexible.
Economía y accesibilidad	Es un material mucho menos costoso que los tradicionales, debido a que está disponible en variadas regiones.
Sostenibilidad ambiental	Reduce la huella de carbono, actuado como absorbente de CO ₂ y generando menor cantidad de residuos en su procesamiento.
Versatilidad de aplicación	Maneja una amplia gama de uso en construcción, desde revestimientos, muebles, decorativos hasta estructuras portantes.

Propiedades aislantes	Las propiedades que tiene el material ofrecen adecuado aislamiento acústico térmico, mejorando la eficiencia energética en los edificios.
Estética natural	Brinda belleza con una apariencia orgánica y natural, integrándose de manera armoniosa con el entorno.
Facilidad de trabajo conexión	Permite una amplia variedad de técnicas de construcción, dado que se puede perforar, unir y cortar con facilidad.
Renovabilidad	Es un recurso altamente renovable, debido a que crece mucha más rápido que los árboles.

Nota. Esta tabla describe los impactos positivos de construir a basa de bambú. *Fuente.*

Elaboración propia con base en información de Dalal (2021).

Viviendas Verdes

Una vivienda verde es aquella que por sus características arquitectónicas posibilita el ahorro de energía y agua, contando con aislante térmico y calentadores solares de agua, disminuyendo los gastos domésticos, contribuyendo a evitar la producción de emisiones de dióxido de carbono, causante de los gases efecto invernadero y el cambio climático (Tepexpa y González, 2019).

En otro sentido, según Hellin (2014) una vivienda verde es respetuosa con el medio ambiente, produciendo ahorro de los recursos naturales y reduciendo la contaminación ambiental, encontrándose en consonancia con la naturaleza, por lo que, debe intentar aprovechar al máximo las condiciones de la naturaleza, siendo una vivienda bioclimática. Algunas de los principios que acoge la vivienda verde, son los siguientes:

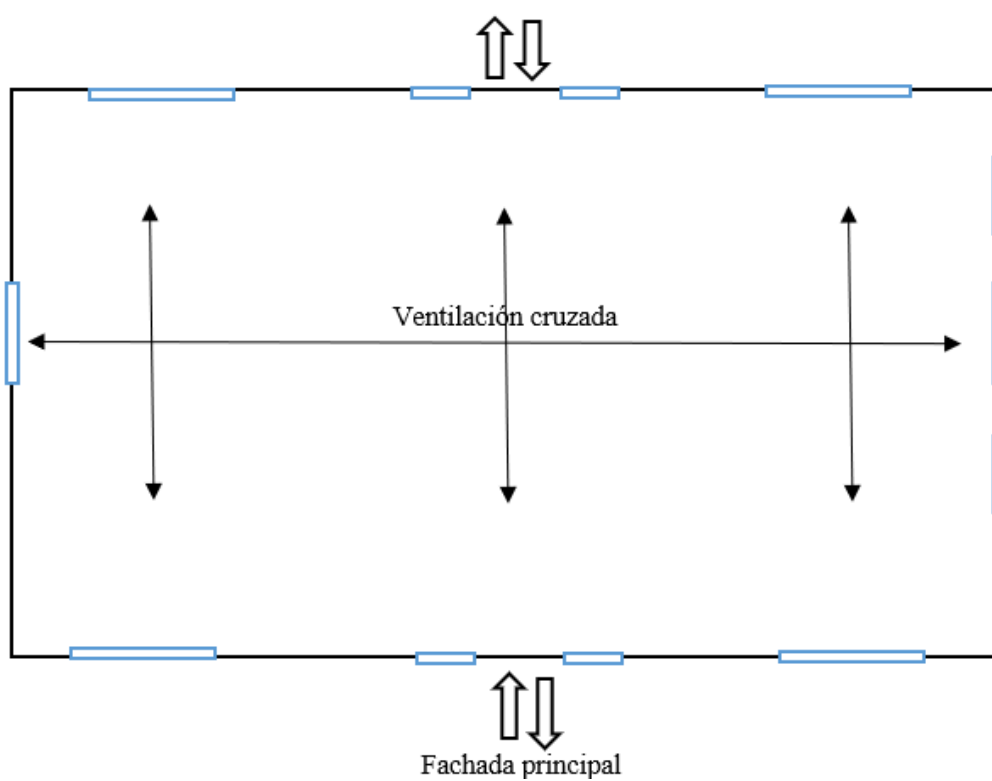
- Los materiales empleados provienen de la naturaleza.
- La adaptación de la arquitectura a los espacios verdes.
- Los recursos usados están disponibles localmente.
- Los materiales usados son reciclables y renovables.

Diseño de Viviendas Verdes

El diseño de la vivienda verde garantiza el confort climático tanto en invierno como en verano, reduciendo el gasto energético, favoreciendo la ventilación natural cruzada, empleando ventanas en zonas opuestas de la vivienda, como se observa en la figura:

Figura 1

Disposición de aperturas y fachadas



Fuente. Elaboración propia

Resultados

A continuación, se relacionan mediante categorías conceptuales los estudios e investigaciones asociadas a la variable de interés del proyecto:

Características físico-mecánicas del bambú en comparación con otros materiales tradicionales de construcción empleados en Colombia para la edificación de viviendas verdes

El mercado constructor ha ido evolucionando, incursionando en el uso de materiales más acordes a la preservación y cuidado del medio ambiente, adoptando como alternativas, materiales ecológicos, económicos y seguros como el bambú. Alrededor de esto, Salés et al (2020) en su proyecto investigativo colombiano, destacaron que el bambú empleado en la construcción de viviendas ofrece variados beneficios como, seguridad, menor inversión, diseño dinámico, durabilidad, confort, menor tiempo de ejecución de la obra civil. Además de eso, el aprovechamiento de las propiedades de este material con miras a la sostenibilidad puede aportar reducción al impacto ambiental que originan el uso de otros materiales actuales.

Paralelamente, el bambú contiene las siguientes propiedades físico-mecánicas, dispuestas en la tabla.

Tabla 4

Propiedades físico-mecánicas del bambú

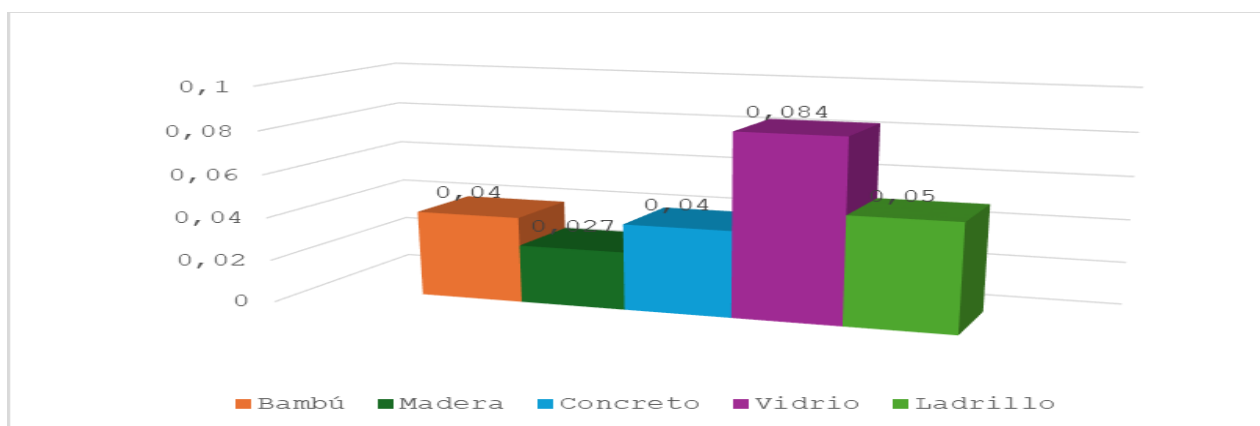
Densidad kg/m ³	% Humedad	Resistencia a la compresión Kg/cm ²	Resistencia a la flexión por Kg/cm ²	Resistencia al esfuerzo de tracción por Kg/cm ²	Resistencia al esfuerzo de corte por Kg/cm ²
664.70	16.45	59.8	6	18.5	11

Nota. Esta tabla contiene las propiedades del bambú. Fuente. Elaborado propia con base en información de Salés (2020).

En coherencia a la tabla 4., las propiedades físico-mecánicas del bambú, son importantes para tener presente el peso del material por unidad de volumen, así como la cantidad de humedad y la resistencia de esta. En cuanto a las características de conductividad térmica del bambú en comparación con otros materiales (madera, vidrio, concreto, ladrillo). Se observan en el siguiente gráfico.

Gráfico 1

Conductividad térmica



Fuente. Elaboración propia con base en información de Salés (2020).

Según el gráfico anterior, la conductividad térmica del bambú es de 0,04 Kcal/ mh°C, al igual que el concreto. Adicional a esto, en cuanto a la resistencia y la vida útil en comparación con otros materiales convencionales, el bambú, aguarda mayo resistencia, siendo superior el concreto y la madera. Como se observa en la tabla:

Tabla 5

Comparación en resistencia y vida útil con respecto a otros materiales convencionales de construcción

Material	Resistencia de diseño (Kg/cm2)	Masa por volumen (Kg/cm2)	Relación de resistencia (Kg/cm2)	Módulo de elasticidad (Kg/ cm2)	Relación de rigidez(E/M)
Bambú	102	600	0,170	203,00	340
Concreto	82	2,400	0,032	127,400	53

Acero	163	7,800	0,209	214,00	274
Madera	76	600	0,127	112,00	187

Nota. Esta tabla realiza una comparación entre el bambú y otros materiales de construcción.

Fuente. Elaboración propia con base en información de Salés (2020).

Con relación a lo anterior, el bambú, siendo de origen natural, es un material orgánico, dado que sus partes o desperdicios son biodegradables, consumiendo menos energía y generando menor impacto ambiental en comparación con otros materiales convencionales (Bello y Villacreses, 2021) Como se muestra en la tabla 6 y 7.

Tabla 6

Tasa de energía para la producción de materiales de construcción

Material	Unidad	Tasa de energía
Bambú	MJ/m ³ por N/mm ²	30
Madera	MJ/m ³ por N/mm ²	80
Hormigón	MJ/m ³ por N/mm ²	240
Acero	MJ/m ³ por N/mm ²	1500

Nota. Esta tabla explica la capacidad de generación energética para diferentes materiales de construcción. *Fuente.* Bello y Villacreses (2021).

Por otra parte, Zambrano y Viteri (2021) explicó que la estructura del bambú está formada por una microestructura del tallo, densa de un espesor aproximado de 0,25 mm, la cual, posee una cantidad considerable de sílice, siendo un elemento protector de la gramínea. De igual forma, contiene vasos que transportan fibras celulares y líquidos, haciéndola resistente, como un acero dulce, convirtiéndose en un material de construcción formidable para soportar cargas sísmicas.

En este sentido, las propiedades físicas asociadas a la densidad y la humedad del bambú pueden variar según la forma de secado y exposición a la intemperie. Como lo describe la siguiente tabla:

Tabla 7*Densidad y humedad del bambú*

Autor	Humedad (kg/m ³)	Densidad (Kg/m ³)
Gomes et al. (2021)	14.41%	560
Escobar (2020)	18%	607,7
Riaño (2020)	4, 30%	760
Zambrano y Viteri (2021)	14, 30%	655
Gómez (2024)	14.41%	551

Nota. Esta tabla describe las propiedades en densidad y humedad del bambú que refieren distintos autores. *Fuente.* Elaboración propia con base en información referenciada.

En otro sentido, en Colombia el bambú es una especie pionera por las bondades de durabilidad mediante los procesos de construcción y edificación, siendo un material que presenta una disminución de resistencia mecánica, dado que aumente su contenido de humedad (Rodríguez, 2021). Frente a esto, en aras de mejorar la calidad del bambú en las diferentes construcciones y señalar una adecuada metodología, el Comité Colombiano para la Normalización del bambú-guadua, expidió las siguientes normativas:

Tabla 8*Normativas colombianas para el manejo del Bambú en construcciones y viviendas*

Normas técnicas colombianas	Finalidad
NTC 5525	Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth
NTC 5300	Cosecha y Poscosecha de los culmos de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.
NTC 5405	Propagación vegetativa de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.
NTC 5301	Secado e inmunizado de los culmos de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.
NTC 5458	Artesanías y muebles con culmos maduros de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.
NTC 5407	Uniones para estructuras construidas en <i>Guadua angustifolia</i> Kunth
NTC 5726.	Mensura e Inventario de rodales de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth para

	aprovechamientos con fines comerciales.
NTC 5829	Obtención de latas y tablillas de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth
NTC 5727	Terminología aplicada a la <i>Guadua</i> y a sus procesos.

Nota. Esta tabla señala las normativas aplicadas en Colombia para el aprovechamiento del bambú en los sistemas de construcción. *Fuente.* Elaboración propia con base a Torres et al (2022).

Las normativas anteriores, ofrecen un acompañamiento a diferentes instituciones del sector público, privado y académicos en relación con los procedimientos de producción y manejo adecuado del bambú, como material de construcción sostenible. Bajo esta perspectiva, en Colombia, Rodríguez (2021) señaló que, el bambú en comparación con otros materiales tradicionales de construcción representa diferentes beneficios en referencia el proceso de ejecución de la obra, resistencia, durabilidad e impacto ambiental, como lo muestran la tabla a continuación:

Tabla 9

Comparación entre materiales convencionales y el bambú

Material	Factores
Acero	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones tóxicas (sulfuros, dioxinas, metales pesados, Co2). durante su producción y ejecución en la obra. • Costo alto de obra. • Material demasiado rígido frente terremotos y sismos. • Requiere de equipos auxiliares, costosos, como grúas. • Tiene una resistencia superior. • La durabilidad puede alcanzar los cincuenta años de servicio. • Los estilos de los sistemas de construcción son industrializados y fríos. • Materia prima no renovable con necesidad grandísima de energía durante su fabricación y en la ejecución de la obra. • No es aislante de ruidos.
Bambú	<ul style="list-style-type: none"> • El estilo de la arquitectura es vegetal. • No se genera contaminación. • Material muy flexible deformable. • Puede aislar el ruido hasta 30 dB. • El costo de obra es bajo. • Ahorro energético. • Posee alta manipulación y maniobrabilidad, por tanto, no requiere de tantos equipos costosos para su manejo. • Materia prima renovable, absorbente de CO2, aportante de oxígeno a la atmosfera. • Puede mantener su servicio durante treinta años.

Nota. Esta tabla realiza una comparación entre materiales convencionales y el bambú. *Fuente.* Elaboración propia con base en información de Rodríguez (2021).

La tabla 9, expresa que el aprovechamiento del bambú en sistemas de construcción de viviendas, comparado con otros materiales convencionales, mayores beneficios para el ambiente y para el mismo proceso de ejecución de la obra, dado que, disminuye la producción de gases contaminantes a la atmosfera, propende un bajo costo de obra, ahorro energético, siendo también un material absorbente de CO₂.

En este sentido, en cuanto a la ejecución de viviendas verdes o sostenible en Colombia, Dalal (2021) destacó los siguientes proyectos de construcción que tuvieron como materia prima el bambú. En primera medida, el proyecto, “Centro de desarrollo infantil el Guadual”, una guardería infantil construida estratégicamente para brindar atención integral a la población infantil y ofrecer servicios de alimentación y recreación madres gestantes y niños menores de cinco años en Puerto Tejada, Cauca, el proyecto emplea estrategias de recolección de agua, uso eficiente de la luz y ventilación natural al interior de los espacios, las aulas están orientadas para recibir viento y sol adecuadamente, usando baja tecnología, alta responsabilidad ambiental y durabilidad.

El sistema de construcción en bambú ofrece una reinterpretación de las técnicas tradicionales de construcción, creando un esquema dinámico con paredes con formaleta de esterilla, contracciones en tapia pisada, usando para cubrir las guaduas, botellas recicladas, creando un ambiente confortable y espacioso. Como se observa en la figura 2, 3 y 4.

Figura 2

Centro de desarrollo infantil el Guadual, construido con materiales de Bambú



Fuente: Dalal (2021).

Figura 3

Interiores del Centro de desarrollo infantil el Guadual, construido con materiales de Bambú



Fuente. Dalal (2021).

Figura 4

Recubrimiento del bambú con botellas recicladas



Fuente. Dalal (2021).

En otro proyecto de vivienda verde en Colombia, desarrollado a base de bambú, desarrollaron una propuesta modular sustentable acorde a las necesidades climáticas de la zona, aguardando resistencia ante desastres naturales y durabilidad. El sistema al ser modular se caracterizó por su versatilidad y montaje fácil, teniendo como materia prima el bambú tipo guadua angustifolia (Franco, S.f.).

Figura 5

Sistema de vivienda verde modular en bambú



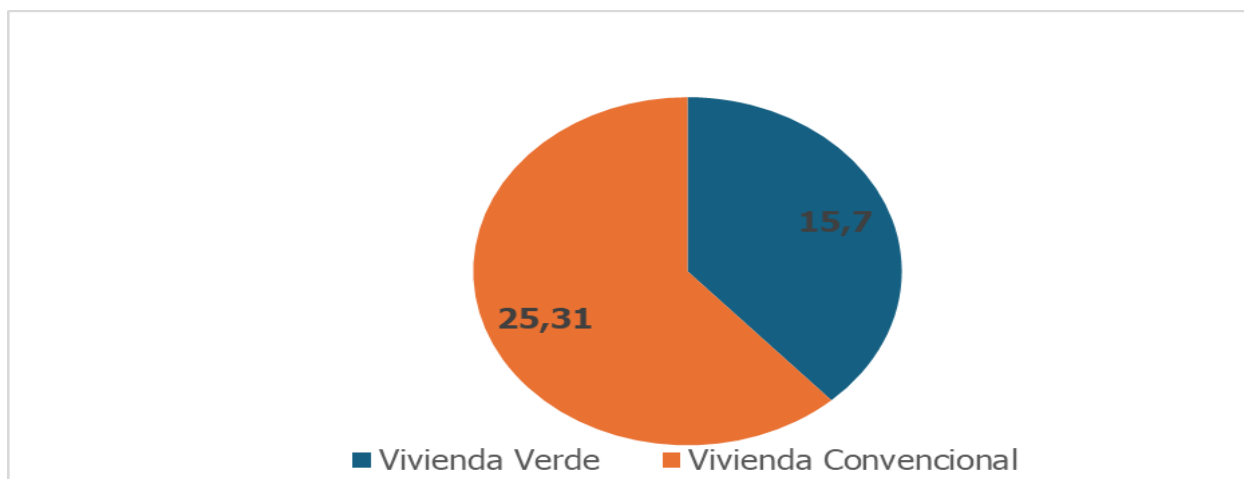
Fuente. Franco (S.f.)

El sistema de vivienda verde, conformado por un esqueleto de bambú, formado por líneas estructurales capaces de cubrir 10 m de longitud x5m de ancho con un número mínimo de puntos de apoyo, permitió variadas posibilidades de implantación, respondiendo de manera efectiva a los requerimientos sociales de la zona, promoviendo la participación de las comunidades en su construcción, además de esto, debido al material versátil y de bajo costo, se caracterizó por grandes ventajas en reciclaje y sostenibilidad, disminuyendo las consecuencias negativas al medio ambiente (Franco, S.f.).

En otro sentido, un análisis comparativo entre viviendas verdes a base de bambú y viviendas elaboradas con materiales convencionales, Astocaza y Reynaga (2023) refirió que existen diferencias significativas en relación con la emisión de gases contaminantes a la atmosfera, una diferencia del 38% en la emisión de CO₂ producido entre ambas viviendas (gráfico 2).

Gráfico 2

Comparación de emisión de Co2 entre vivienda verde y tradicional



Fuente. Elaboración propia con base en información de Astocaza y Reynaga (2023).

En general, las viviendas verdes a base de bambú en comparación con las viviendas diseñadas con otros materiales tradicionales, constituye una estrategia para reducir el impacto

ambiental, dado que, el uso de materiales alternativos como el bambú en los sistemas de construcción, propende un mínimo consumo energético y por ende menor emisiones de gases contaminantes que provocan el calentamiento global y afectan la atmosfera.

Ventajas económicas, sociales y ambientales de la construcción de viviendas verdes a base de bambú en las distintas regiones colombianas

En este apartado relaciona distintos proyectos de viviendas verdes a base de bambú, diseñado en las diferentes regiones de Colombia, exponiendo un comparativo regional frente a las ventajas que brindan estas construcciones sostenibles, como se observa en la tabla relacionada:

Tabla 10

Comparativo regional de proyectos de viviendas verdes a base de bambú en Colombia (ventajas sociales, económicas y ambientales).

Autor (a)	Región	Proceso de Diseño	Ventajas económicas sociales y ambientales
Delgado (2023).	Andina	N/A	<ul style="list-style-type: none"> • El bambú como materia prima en los sistemas de viviendas verdes, puede adaptarse fácilmente a los requerimientos de construcción, dado que, puede ser empleado para diversos fines: techos, suelos, talles, refuerzos y estructuras. • El bambú es fundamental para reducir la problemática de contaminación y calentamiento global, generada en parte por la industria de construcción. • El fácil acceso de este material en distintas zonas del país favorece la economía de los colombianos, con un menor coste en comparación de las viviendas elaboradas en concreto. • En zonas de alto riesgo sísmico las viviendas diseñadas a base de bambú brindan mayor firmeza, aislamiento y menor coste económico. • La alta resistencia en peso, la disponibilidad y la facilidad de trabajo del bambú, además de su capacidad renovable, constituye menor impacto al medio ambiente.
Valencia (S.f.).	Andina	La casa ensamble Chacarrá, un proyecto arquitectónico con énfasis en la construcción comunitaria y el uso de materiales locales como el bambú. Su composición integró técnicas de construcción locales, usando barriles de petróleo como zapatas, triángulos de bambú como estructura. Zinc como cubierta y esterilla para el recubrimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • La edificación a base de bambú constituye un aporte social valioso, fundamentando un gesto de reparación y reivindicación del territorial, cruzando las raíces, los ideales, la obra mediante una arquitectura que conecta con la naturaleza y con los orígenes de la comunidad. • La edificación reconstruye la memoria y los símbolos de un territorio que ha sido azotado por la violencia, empleando materiales que ecológicos y reciclados. • La constitución del proyecto, ubicado en la región andina en la comunidad del plumón alto, un asentamiento conformado por poblaciones de distintas regiones del país, los cuales han sido, vulnerados sus derechos y desplazados por el conflicto. La edificación

arquitectónica, expresa un escenario para la educación las artes, el simbolismo y la reconciliación.

Figura 6

Casa ensamble Chacarrá



Fuente. Valencia (S.f.).

Figura 7

Casa ensamble Chacarrá



Fuente. Valencia (S.f.).

Ott (2021).	Andina	<p>La Casa Milguadas, aprovecha los recursos de la naturaleza para lograr un entorno sostenible, reduciendo el impacto energético y ambiental. La estructuración de este proyecto de vivienda verde empleó materiales como: barro cocido, bambú local, metal negro soldado, muro blanco pulcro y concreto vaciado. La vivienda mantuvo una independencia entre cubierta y revestimiento, un desencaje entre placa habitable y cubierta, garantizando ventilación e iluminación natural. La cubierta habitable</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● La vivienda verde a base de bambú, dividida en dos núcleos, uno de encuentro y otro de descanso, aprovechando los materiales naturales y su acomodación espacio para generar un entorno sostenible. ● Confort térmico. ● Reduce el consumo de energía en un 45% ● Reducción del consumo de agua en un 25% ● Reduce la huella de carbono que afecta el ambiente.
-------------	--------	---	---

funciona como un canal para recolectar agua lluvia y conseguir una perspectiva de dos techos fugados en teja de barro que enmarcan el bambú.

Figura 8

Casa Milguaduas



Fuente. Ott (2021).

Figura 9

Casa Milguaduas



Fuente. Ott (2021).

- Bajo costo económico, debido a la accesibilidad de los materiales.
- La construcción en bambú guadua fue 20 a 30% más económica en comparación con las edificaciones con materiales convencionales.

García
(2021).

Caribe

En el Caribe, colombiano, diseñaron una vivienda adaptativa que tuvo en cuenta técnicas de construcción ancestrales y contemporánea, además de materiales como: tierra, cemento, bambú, palma, madera, zinc. La vivienda

- Bajo costo económico.
- Material flexible y resistente que se adapta a los requerimientos del entorno.

responde a las necesidades económicas y sociales del entorno, su diseño tiene una superficie de tierra- cemento para evitar la inundación en épocas de lluvias, recubrimiento estructural de bambú, con techos de palma y madera. Véase la siguiente figura.

Figura 10

Vivienda adaptativa



Fuente. García (2021).

- Atiende las necesidades u problemáticas que enfrente la comunidad en cuanto a las condiciones climáticas.
- Materiales amigables y de bajo impacto al ecosistema.
- Adopción de técnicas constructivas ancestrales y contemporánea, empleando sistemas alternativos de diseño ajustados a la capacidad económica de la región.

González
(2022).

Amazonía

En la Amazonía, diseñaron una vivienda de emergencia en bambú *Guadua angustifolia*, como respuesta a las condiciones climáticas de la zona. La edificación basada en tres ejes con el uso de materiales sostenibles origen local, el armado estuvo compuesto de estructuras de cañas de guadua, recubrimiento de esterillas de guadua, compuesta por una fachada larga con ventanas tipo persiana y un alero de protección solar que garantizaron ventilación a los espacios.

Figura 11

Vivienda de emergencia en bambú

- La vivienda de emergencia contiene materiales de bajo impacto ambiental, de fácil acceso y poco costo económico.
- El aprovechamiento de la ventilación natural y la capacidad del material del bambú, disminuyeron el consumo energético.
- Reduce hasta el 50% la construcción de viviendas, debido a la múltiple funcionalidad y flexibilidad del material.



Fuente. González (2022).

Berbesi y Orinoquía
Velandia
(S.f.)

En esta región diseñaron un modelo de casa ceremonial para una comunidad indígena, de estructura en forma de cono con un espacio perimetral. Los materiales empleados para su elaboración fueron: bejucos chiche, hojas de vijao, paja, palma, para los elementos estructurales emplearon varas, tablas, bambú y horcones. El espacio construido responde a los códigos culturales de la comunidad y a sus técnicas tradicionales de construcción.

- El diseño favorece la ventilación natural, no requiriendo consumo energético.
- Es un proyecto constructivo ligero y sismo resistente, debido a sus materiales.
- Diseño arquitectónico, capaz de absorber CO2.
- Costo de materia prima bajo, dado que los materiales son de la zona, con facilidad de acceso a ellos.
- El diseño de materiales ecológicos resalta las tradiciones y las costumbres de la comunidad, logrando satisfacción y promoviendo la unidad en la población.

Figura 12

Casa ceremonial con materiales ecológicos



Fuente. Berbesi y Velandia (S.f.)

Rodríguez
(S.f.)

Pacífico

En esta zona del país, crearon un prototipo de vivienda verde con bambú, de un diseño enfocado en solucionar los

- Disminución de la huella ecológica.

problemas bioclimáticos que poseen las viviendas de esta región. La estructura conservó una fachada ergonómica en los espacios, zonas sociales al frente, conteniendo un patio que cumple con el propósito de brindar ventilación natural al interior de la vivienda, disminuyendo el impacto visual causado por la falta de aseo en la zona y la humedad.

Figura 13

Prototipo de vivienda verde en bambú



Fuente. Rodríguez (S.f.).

Murcia y Insular
González
(2021).

En esta zona de país, elaboraron una vivienda, usando como materia prima el bambú guadua angustifolia, en forma de modulo con una capacidad flexible, de fácil ensamble, armado y transporte, la cual, puede adaptarse a cualquier clima y terreno, contando con energías renovables y respetuosas con el medio ambiente. La eco vivienda modular, estuvo compuesta por columnas conformadas por guaduas y un cimientto del mismo material, tableros de esterilla y madera maciza.

- Adaptación al clima y las costumbres sociales de la región del país.
- Ofrece a las minorías étnicas (sustentabilidad, ventajas económicas, ecológicas y sociales).
- Vivienda accesible a poblaciones vulnerables.
- La vivienda brinda, confort, ventilación natural, basándose en técnicas activas y pasivas de diseño sostenible para clima cálido.
- No requiere de consumo energético adicional (ventiladores o aire acondicionado) dado que, proporciona el 90% de ventilación natural al interior de los espacios, generando un menor daño ambiental, mediante el consumo de energía.

- La eco vivienda modular progresiva, disminuye los tiempos de respuesta a la atención a post- desastres naturales.
- El fácil manejo y ensamble de la vivienda, además de su bajo coste por el uso de materiales accesibles, ofrecieron la satisfacción de necesidades de la población.
- La distribución de las habitaciones y los espacios de la vivienda, consiguieron confort climático y reducción del uso de luz artificial, aprovechando la iluminación del sol,

Figura 14

Proceso de elaboración de la eco-vivienda modular



disminuyendo efectos que pueden incrementar el cambio climático y daños en la naturaleza.

- Este proyecto de vivienda constituye una alternativa para poblaciones en condición de vulnerabilidad por desastres naturales y desplazamiento por conflicto armado.
- Mitiga el aumento de asentamientos informales en la región.

Fuente. Murcia y González (2021).

Nota. Esta tabla describe diferentes estudios asociados al uso del bambú en viviendas verdes colombianas. *Fuente.* Elaboración propia

con base en información referenciada.

Desde el panorama regional colombiano asociado a las ventajas sociales, económicas y ambientales de la construcción de viviendas verdes que aprovechan el bambú como materia prima, destacan la relevancia de propender la generación de edificaciones a base de materiales alternativos como una respuesta a disminuir las afectaciones al medio ambiente.

Discusiones

El análisis documental de los distintos estudios relacionados, indicaron que las propiedades físico-mecánicas del bambú aportan a los sistemas constructivos verdes, sismo-resistencia, flexibilidad, durabilidad, capacidad para absorber CO₂ y ahorro energético. Al respecto, Trujillo et al. (2020) explicaron que el sector de construcción requiere la incorporación de nuevos materiales alternativos amigables con el medio ambiente, los cuales, disminuyan la producción de gases efecto invernadero (CO₂) que constituyen impactos ambientales. De igual manera, destacó que las construcciones de bambú en comparación con otras edificaciones convencionales, posee un potencial importantísimo en materia de durabilidad, resistencia, mantenimiento y sostenibilidad.

En este sentido, las propiedades físico-mecánicas del bambú en comparación con otros materiales tradicionales de construcción empleados en Colombia para la edificación de viviendas verdes, ofrecen seguridad, menor inversión, diseños dinámicos, confort, menor tiempo de ejecución en obra. Ante esto, Pionargote et al. (2023) refirió que las construcciones a base de bambú representan un menor coste de inversión, debido a la facilidad del transporte del material, la accesibilidad de este en la región y sus múltiples usos. Por su parte, Villavicencio (2022) agregó que el bambú posibilita la creación de diseños dinámicos ajustables a la naturaleza, garantizando bienestar, seguridad y confort térmico, gracias al menor flujo de calor que conserva en comparación con otros materiales tradicionales de construcción.

Desde otra perspectiva, las edificaciones construidas a base de bambú producen una reducción de un 45% del consumo energético, ocasionando menores efectos en el entorno. En cambio, las viviendas con materiales convencionales alcanzan un consumo de energía alrededor del 95%, significando enormes gastos energético. Alrededor de esto, Calderón y Baca (2022) los

sistemas de construcción que optan por el uso de materiales alternativos, como el bambú, la madera, la paja, entre otros, reduce de manera eficaz las emisiones anuales de CO₂ y el gasto excesivo de energía, distinto de las viviendas con materiales convencionales, las cuales, incrementan el uso de energías adicionales, provocando mayor producción de gases contaminantes, aumentando la contaminación atmosférica.

A modo general, en algunas zonas del país, las edificaciones en bambú representan un aporte cultural y social, dado que, vislumbran las costumbres y tradiciones de sus antepasados, además de esto, preservan la conexión con la naturaleza, las raíces de sus orígenes y la reivindicación de sus derechos e ideales. Ante esto, Zambrano y Viteri (2021) recalcaron que las construcciones de vivienda que emplean bambú componen un aporte al rescate cultural del país, fundamentando un homenaje a las técnicas ancestrales de construcción.

Conclusiones

La exploración y análisis de los resultados recabados en el presente proyecto monográfico permiten puntualizar lo siguiente:

- Las propiedades físico-mecánicas del bambú en comparación con otros materiales tradicionales de construcción empleados en Colombia para la edificación de viviendas verdes, brindan seguridad, menor inversión, diseño dinámico, durabilidad, confort, menor tiempo de ejecución de la obra civil. Además de eso, el aprovechamiento de las propiedades de este material con miras a la sostenibilidad puede aportar reducción al impacto ambiental negativo que originan el uso de otros materiales actuales.
- Las viviendas verdes a base de bambú comparadas con viviendas elaboradas con materiales convencionales emiten un 15,7% de gases contaminantes a la atmosfera a diferencia de las construcciones tradicionales, que alcanzan un 25,31%, lo cual, señala que las edificaciones en bambú propenden menores impactos al ambiente y a la atmosfera.
- En otras obras civiles donde emplean hierro, cemento entre otros materiales convencionales, persiste un consumo de energía que se sitúa alrededor del 95%, representando enormes gastos energéticos. En cambio, en las edificaciones construidas a base de bambú, se produce una reducción de un 45% del consumo energético, ocasionando menores efectos en el entorno.
- Los sistemas constructivos verdes a base de bambú representan una alternativa ambientalmente favorable.
- La capacidad del bambú como materia prima en los sistemas constructivos de viviendas verdes, ofrece una multiplicidad de aprovechamiento (adecuación de techos, refuerzos,

estructuras, talles, cimentaciones, entre otros) adaptándose a los requerimientos constructivos y a las necesidades del cliente de cualquier zona.

- La alternativa del uso del bambú en sistemas constructivos en Colombia puede reducir problemáticas de contaminación y calentamiento global, ocasionado en parte por la industria de construcción.
- El fácil acceso del bambú en diferentes regiones del país favorece la resolución del problema de acceso a una vivienda digna.
- Los sistemas constructivos en bambú, gracias a sus características físico-mecánicas, en zonas de alto riesgo sísmico, brindan mayor firmeza, aislamiento y menor coste económico.
- La alta resistencia en peso, la disponibilidad y la facilidad de trabajo del bambú, además de su capacidad renovable, constituye menor impacto al medio ambiente.
- En algunas zonas del país, las edificaciones en bambú representan un aporte cultural y social, dado que, vislumbran las costumbres y tradiciones de sus antepasados, además de esto, preservan la conexión con la naturaleza, las raíces de sus orígenes y la reivindicación de sus derechos e ideales.
- La construcción en bambú guadua fue 20 a 30% más económica en comparación con las edificaciones con materiales convencionales.
- La ejecución de proyectos de viviendas verdes con el bambú como materia prima, ofrecen una solución inmediata a comunidades dentro del país, que se encuentran en emergencia a raíz de condiciones climáticas o desastres naturales, la rapidez para el montaje de una obra con este tipo de material, su durabilidad (hasta cincuenta años), el bajo impacto ambiental y su accesibilidad, ocasionan la atención oportuna a las

necesidades habitacionales de distintos territorios colombianos, mitigando la aparición de asentamientos informales.

- El uso del bambú como materia prima en construcciones de viviendas verdes en Colombia, permitió la adopción de técnicas constructivas ancestrales y contemporánea, empleando sistemas alternativos de diseño ajustados a la capacidad económica de las regiones.
- Las viviendas elaboradas en bambú facilitan la absorción de CO₂, disminuyendo afectaciones a la naturaleza. De igual manera, el diseño adaptado a los espacios naturales propende el 90% de la ventilación natural, brindando confort y representando un menor consumo de energías (ventiladores o aires acondicionados), por lo que, reduce la aparición de gases efecto invernadero causantes del calentamiento global.
- La capacidad del diseño arquitectónico en bambú, en cuanto a la sustentabilidad en relación con integrar mecanismos para la recolección de aguas lluvias, el ahorro energético y el aprovechamiento de los recursos disponibles sin perturbar el medio ambiente, fundamentan una alternativa beneficiosa para la naturaleza y la calidad de vida.

Referencias Bibliográficas

- Astocaza, A., & Reynaga, A. (2023). *Estudio de las propiedades del bambú para la construcción de viviendas sostenibles para mitigar el impacto ambiental*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma] Repositorio Urp. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/7157>
- Barrero, N., y Navia, M. (2021). *Análisis comparativo del impacto de la huella de carbono de concretos marca Cemex* [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. Repositorio la Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2983&context=ing_ambiental_sanitaria
- Bello, A., & Villacreses, G. (2021). Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social. *Revista Polo del Conocimiento*, 6(9), 19-30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094507>
- Berbesi, A., & Velandia, G. (S.f.). *Diseño de un modelo de casa del pensamiento y formación para la comunidad indígena U'wa ubicada en el resguardo Angosturas, en el municipio de Tame-Arauca*. [Tesis de pregrado, Universidad la Gran Colombia] Repositorio UGC. <https://repository.ugc.edu.co/server/api/core/bitstreams/6864125a-d2b2-4484-ad91->
- Bermeo, S., y Mora, A. (2021). *Estudio Comparativo de las Herramientas de Certificación Sostenible a Nivel Mundial y su Efecto en la Construcción en Colombia* [Doctoral dissertation, Maestría Administración-MBA]. Repositorio USTA. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/34929>
- Calderón, G., & Baca, G. (2022). Bajareque tecnificado. Evaluación de energía incorporada y emisiones de CO2 en comparación con la edificación convencional: Sistema constructivo alternativo para la vivienda rural de Torreón, México. *Vivienda y comunidades*

- sustentables*, 2(11), 9-21.
<https://revistavivienda.cuaad.udg.mx/index.php/rv/article/view/177>
- Dalal, A. (2021). *Estrategia para el uso alternativo del bambú como material sustentable para la construcción de viviendas verdes en Colombia* [Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América]. Repositorio Uamerica.
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8735/1/52710-2021-2-GA.pdf>
- Delgado, L. (2023). *Uso del bambú en la construcción para reducir el impacto ambiental: una revisión de literatura*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio UCC.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a3a64c64-64eb-45be-b79b-3db67d32d886/content>
- Escobar, L. (2020). Comparación de las propiedades físico-mecánicas del bambú *Guadua angustifolia* Kunth de diferentes municipios de Colombia. *Ciencia*, 22(1), 34-56.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/1289>
- Escuela Abierta de Desarrollo en Ingeniería y Construcción-EADIC. (2022, 02 de abril). *La huella de carbono en la construcción*. Engineering, Training & Development Solutions.
<https://eadic.com/blog/entrada/huella-de-carbono-ciclo-de-vida-de-laconstruccion/>
- Franco, T. (2021) Escuela M3: una propuesta modular, flexible y sustentable para las zonas rurales de Colombia. *Archsaily*. <https://www.archdaily.co/co/02-305346/escuela-m3-una-propuesta-modular-flexible-y-sustentable-para-las-zonas-rurales-de-colombia>
- Fundaciones Renovables (2016, 23 mayo de 2016). *¿Qué es un edificio verde?*. Fundaciones Renovables <https://fundacionrenovables.org/que-es-un-edificioverde/>

- García, T (12 de abril 2021) *Vivienda adaptativa, La Mojana, Sucre*. Proarquitectura.
<https://proarquitectura.co/vivienda-adaptativa-la-mojana-sucre/>
- Gomes, D. A. C., Miranda, E. H. N., Furtini, A. C. C., dos Santos, C. A., Resende, M. D., Villarruel, D. C. V., & Júnior, J. B. G. (2021). Viabilidade de compósitos poliméricos de polipropileno reforçados com fibra de bambu. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 15(4), 511-522. <https://doi.org/10.18011/bioeng2021v15n4p511-522>
- Gómez, H., Rodríguez, S., y Ramal, R. (2020). *l bambú: una solución ecológica sustentable como material de construcción*. *Tzhoeoen*, 12(2), 253-262.
<https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1264>
- Gómez, I. N. (2024). Influencia de la estructura ambiental sobre la densidad poblacional de dendrobates auratus, en el bosque tropical fragmentado en bocas del toro. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 13(1), 60-81.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/134403>
- González, A. (2022). *Modelo de vivienda de emergencia en bambú Guadua angustifolia Kunth, una solución sostenible al desastre ocurrido en Mocoa, Putumayo, Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad de Coruña] Repositorio Udc.
<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/32499>
- González, M., Pérez, L., coronel, J., Maestre, I., & Yan, D. (2022). A review on buildings energy sources: Trends, end-uses, fuels and drivers. *Energy Reports*, 8 (2), 626-637.
<https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.11.280>
- Hellin, B. (2014). *La vivienda sostenible*. [Tesis de pregrado, Universidad Politecnica de Valencia]. Repositorio Riunet. <https://riunet.upv.es/handle/10251/45535>

- Hernández, R. y Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Mendoza, I. y Ortiz, N. (2020). Consumo de sustancias psicoactivas: un estudio descriptivo-transversal en la Universidad del Atlántico. *Revista de Psicología Universidad de Antioquia*, 12(1), 7-24.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/psicologia/article/view/341706>
- Murcia, G., & González, A. (2021). *Eco vivienda modular progresiva*. [Tesis de pregrado, Universidad la Gran Colombia] Repositorio UGC.
<https://repository.ugc.edu.co/server/api/core/bitstreams/85608760-3cdf-4f20-9797-7b3f0d29fec1/content>
- Organización de las Naciones Unidas (2022, 16 de diciembre) *Emisiones del sector de los edificios alcanzaron nivel récord*. Unep.
<https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/emisiones-del-sector-de-los-edificios-alcanzaron-nivel#:~:text=La%2>
- Ott, C (05 de diciembre de 2021) *Casa Milguaduas*. Archdaily.
<https://www.archdaily.cl/cl/990958/casa-milguaduas-ritmo-arquitectos>
- Pinargote, M., Aray, Z., Arvelo, V., & Bravo, O. (2023). Diseño estructural y arquitectónico de una vivienda de interés social digna, usando materiales reciclados disponibles en la ciudad de Portoviejo, Ecuador. *Revista Científica FIPCAEC*, 8(3), 485-527.
<https://fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/881>
- Riaño, G. (2020). Comportamiento a flexión de vigas de madera reutilizada unida con bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) para uso estructural. *Ciencia*, 22(1), 11-33.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/1288>

Rodríguez (S.f.). *Prototipo de vivienda social bioclimática y sostenible en el municipio de Quibdó*.

[Tesis de pregrado, Universidad la Gran Colombia]. Repositorio UGC.

<https://repository.ugc.edu.co/server/api/core/bitstreams/94473d6f-3f53-4428-bc40-952ac9dc1f98/content>

Rodríguez, Y. (2021). *Estado del arte de construcciones convencionales del bambú en Colombia*.

[Tesis de pregrado, Universidad Militar de granada]. Respositorio Unimilitar.

<https://repository.unimilitar.edu.co/server/api/core/bitstreams/f23019f9-7e5e-4cb9-9ed2-fe0c14e74e71/content>

Rojas, J., y Galvis, N. (2023). *Técnicas estadísticas de percepción para la gestión de adquisiciones en el mercado de la construcción*. Universidad EAN.

<https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/13032>

Ruiz, E., García, Á., y Heredia, Y. (2023). Bambúes nativos en la construcción de viviendas rurales: Bajareque en el México prehispánico y siglo XX. *Botanical Sciences*, 101(4), 1088-

1101. <https://doi.org/10.17129/botsci.3330>

Salés, G., Chumacero, R., y Montejo, R. (2020). El bambú: una solución ecológica sustentable como material de construcción. *Tzhoecoen*, 12(2), 253-262.

<https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1264>

Sánchez, A. (2022). *Estudio del Bambú y su uso en la construcción. Caracterización Mecánica*.

Universidad de Granada. [Tesis Doctoral, Universidad de Granada]. Repositorio Digi.

<https://digibug.ugr.es/handle/10481/75423>

Tepexpa, S., y González, M. (2019). Desarrollo de la vivienda verde en México. *Retos y oportunidades del desarrollo sostenible en los negocios internacionales*, 2(4), 642-671.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7274633>

- Torres, B., Segarra, M., y Bragança, L. (2019). El bambú como alternativa de construcción sostenible. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 5(4),389-400.
<https://doi.org/10.17129/botsci.3330>
- Torres, W. I. M., Pedroza, N. M. M., & Munar, A. M. (2022). El nuevo contexto normativo de la cadena productiva de la Guadua/bambú en Colombia. *Documentos de Trabajo ECAPMA*, 6,(3),61-74.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/5954>
- Trujillo, A., Vergara, N., Vanegas, L., & Piraquive, D. (2020). *Utilización de la Guadua angustifolia Kunth en el diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social rural*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica] Repositorio Ucatolica.
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5ec8eca2-5ddb-4ee7-b851-feffa367c185/content>
- Valencia, N (S.f.) *La Casa Ensamble Chacarrá, la arquitectura como un gesto de reparación*. ArchDaily. <https://www.archdaily.co/co/766057/la-casa-ensamble-chacarra-la-arquitectura-como-un-gesto-de-reparacio>
- Vera, J., Cañon, J., y Morales S. (2023). Percepción del desempeño ambiental en los empleados de empresas del sector construcción certificadas en ISO 14001. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 2(12), 1-12. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202302.A012>
- Villavicencio, M. (2022). *Características térmicas de materiales sostenibles para lograr un confort térmico en las estructuras de las viviendas en las diferentes regiones-2022*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo] Repositorio UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/114400>

Zambrano, J. A. B., & Viteri, C. G. V. (2021). Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(9), 1987-2011.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094507>

Zapata, A. (2023 de 28 de septiembre) *construcción sostenible en Colombia*. El colombiano.

<https://www.elcolombiano.com/negocios/para-2023-1-de-cada-5-edificaciones-debe-ser-sostenible>

Apéndices

Apéndice A

Esbozo de la matriz de científica

Referencia	Título del estudio	País	Palabras claves	objetivos	Resumen	Metodología /materiales/técnicas	Principales hallazgos	Conclusiones

Fuente. Elaboración propia.