



Construcciones Ecológicas: la Interrelación Entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil.

Sebastián Ramírez Manjarres

Corporación Universitaria Minuto de
Dios Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de
Proyectos octubre de 2024

Proyecto de investigación

Construcciones Ecológicas: la Interrelación Entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil.

Sebastián Ramírez Manjarres

Asesor(a)

Deivi David Fuentes Doria

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2024

Contenido

INTRODUCCIÓN	6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1 La pregunta de investigación	8
1.2 Los objetivos de investigación	9
1.2.1 Objetivo general	9
1.2.2 Objetivos específicos.....	9
1.3 Justificación de la investigación	10
2. MARCO DE REFERENCIA	11
2.1. Marco de Antecedentes	11
2.2. Marco Teórico.....	13
3. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Enfoque y alcance de la investigación	16
3.2 Población y muestra	16
3.3 Instrumento	16
3.4 Descripción de procedimiento.....	18
4. RESULTADOS.....	19
5. CONCLUSIONES.....	30
6. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS.....	38

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Características de variables asociadas encuestas realizadas Conciencia Ambiental... 19	19
Tabla 2. Características de variables asociadas encuestas realizadas Viabilidad Económica ... 20	20
Tabla 3. Características de variables asociadas encuestas realizadas Impacto Ambiental..... 21	21
Tabla 4. Características de variables asociadas encuestas realizadas Aceptación Social..... 23	23
Tabla 5. Características de variables asociadas encuestas realizadas Reto Cultural 24	24
Tabla 6. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1 25	25
Tabla 7. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1 26	26
Tabla 8. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1 27	27
Tabla 9. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1 28	28
Tabla 10. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1 29	29

RESUMEN

Este trabajo de investigación explora la interrelación entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil en el desarrollo de construcciones ecológicas en el Eje Cafetero colombiano. Con un enfoque en la mitigación del impacto ambiental y el desarrollo sostenible, se propone la implementación de viviendas que utilicen materiales de bajo impacto y tecnologías sustentables. La investigación aborda las barreras legales, económicas y culturales que dificultan la adopción de estas prácticas, utilizando un enfoque metodológico cualitativos. Los resultados permiten identificar factores clave como la conciencia ambiental, la viabilidad económica, el impacto ambiental, la aceptación social y los retos culturales, contribuyendo a la formulación de políticas públicas para la construcción sostenible.

PALABRAS CLAVE

Construcciones ecológicas, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Civil, sostenibilidad, Eje Cafetero, impacto ambiental, desarrollo sostenible.

ABSTRACT

This research explores the relationship between Environmental Engineering and Civil Engineering in the development of ecological constructions in Colombia's Coffee Axis. With a focus on mitigating environmental impact and promoting sustainable development, the study proposes the implementation of housing that uses low-impact materials and sustainable technologies. The research addresses legal, economic, and cultural barriers that hinder the adoption of these practices, utilizing a qualitative data. The results identify key factors such as environmental awareness, economic viability, environmental impact, social acceptance, and cultural challenges, contributing to the formulation of public policies for sustainable construction.

KEYWORDS

Ecological constructions, Environmental Engineering, Civil Engineering, sustainability, Coffee Axis, environmental impact, sustainable development.

INTRODUCCIÓN

La investigación realizada explora la interrelación entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil, enfocándose en las prácticas de construcción ecológica en el Eje Cafetero colombiano. En respuesta a la creciente necesidad de mitigar el impacto ambiental de las actividades humanas, se propone la adopción de soluciones habitacionales sostenibles que, además de respetar el entorno natural, promuevan el desarrollo económico y social de las comunidades rurales.

La investigación tiene como objetivo principal establecer un diálogo teórico y práctico entre las dos disciplinas mencionadas, con el fin de mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales a través de la implementación de viviendas sostenibles. Esto se logra al atender no solo los aspectos técnicos y normativos, sino también las dimensiones económicas y sociales que impactan la viabilidad de estas iniciativas. A través de un enfoque metodológico mixto, se recolectaron datos cuantitativos y cualitativos que permiten un análisis integral de los desafíos y oportunidades que presenta la construcción de estas viviendas en un contexto rural.

Los datos obtenidos se han codificado en diversas categorías para facilitar su análisis, destacando factores clave como la conciencia ambiental, la viabilidad económica, el impacto ambiental, la aceptación social y los retos culturales. Estas categorías permiten una comprensión más profunda de las percepciones de la comunidad y los desafíos técnicos que se enfrentan en la planificación y ejecución de proyectos de vivienda ecológica.

En este contexto, el uso de herramientas como JASP para el análisis de datos cualitativos juega un papel crucial en la estructuración y presentación de los resultados. A través de este análisis, se busca proporcionar recomendaciones claras que contribuyan a la formulación de políticas públicas y estrategias de intervención para el desarrollo sostenible en el Eje Cafetero.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente las Construcciones Ecológicas empiezan a estar en el foco de los colombianos que desean contribuir en la disminución del impacto ambiental. Según los criterios de construcción ecológica (Min. Ambiente, 2024), esta debe enfocarse en garantizar nuevas prácticas tanto de diseño como de construcción, ya sea de viviendas o asentamientos. A su vez, estos deben asegurarse de utilizar materiales o recursos que minimicen el impacto ambiental y que cumplan con los estándares de calidad establecidos en la normatividad colombiana.

Estas construcciones, desde el factor ambiental, garantizan la mitigación del cambio climático, reduciendo en gran medida las emisiones contaminantes a través de la gestión sostenible de recursos naturales para el funcionamiento de la construcción. Atendiendo a estos requerimientos básicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es necesario precisar que actualmente en el país hay varios factores que dificultan el acceso a la construcción de viviendas ecológicas de los colombianos, algunos de ellos son:

Factor legal: El cumplimiento de normativas, en cuanto a las regulaciones de construcción, promueve la construcción eficaz de viviendas y edificios ecosostenibles, una de ellas es la certificación LEED requerida o incentivada para la conservación del medio ambiente, la cual procura reducir costos y el impacto climático, minimizando las emisiones de carbono. Sin embargo, no todos los materiales que proponen para construir estructuras ecosostenibles son de fácil acceso para los colombianos. Por otro lado, los conflictos por terrenos donde se busca implementar estos proyectos no siempre cumplen con los planes de ordenamiento territorial o el derecho a las propiedades.

La disponibilidad para financiamiento de proyectos ecológicos en el país es casi nula, ya que los fondos de vivienda públicos no incluyen en sus préstamos la adquisición de "viviendas ecológicas". Otro factor es que los costos elevados al inicio del proyecto, teniendo en cuenta que la construcción de una vivienda ecosostenible oscila entre un 10% o 15% más que una vivienda común (Aprox. \$225.000.000), hacen que la realización de las mismas sea poco asequible para los colombianos, pese a que esta

procura la utilización de diversos biomateriales del entorno. Asimismo, factores como la desigualdad socioeconómica generan una brecha entre los colombianos al momento de habitar entornos ecosostenibles.

Dadas las apreciaciones sobre el factor económico y la educación del país referente al desarrollo sostenible, se evidencia la carencia de conciencia ambiental en las comunidades. La falta de adopción de prácticas ecológicas e implementación de materiales ecológicos en la construcción de viviendas no permite que se cumpla con la proyección del Ministerio de Ambiente de disminuir el impacto climático en el país, lo cual pone en riesgo la biodiversidad y conservación del medio ambiente.

A la fecha la construcción de viviendas y asentamientos ecosostenibles en el país sigue siendo un reto, en el cual la Ingeniería Ambiental en unión con la Ingeniería Civil deben proponer iniciativas en pro de la implementación de políticas públicas asequibles a los colombianos que estén comprometidos con la conservación del medio ambiente.

1.1 La pregunta de investigación

¿Cómo puede la integración de la ingeniería ambiental y la ingeniería civil facilitar la implementación de viviendas ecológicas en las comunidades rurales del eje cafetero, considerando las barreras económicas, sociales y ambientales?

1.2 Los objetivos de investigación

1.2.1 Objetivo general

Evaluar las Construcciones Ecológicas y la Interrelación Entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil en el Eje Cafetero

1.2.2 Objetivos específicos

Analizar la relación entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil en la planificación y ejecución de viviendas ecológicas en comunidades rurales.

Identificar las barreras legales, económicas, sociales y culturales que afectan la adopción de viviendas ecológicas en el Eje Cafetero, proponiendo estrategias de mitigación.

Evaluar, mediante encuestas, la percepción y aceptación de los actores respecto a las tecnologías y prácticas constructivas ecológicas, destacando la importancia de la conciencia ambiental.

1.3 Justificación de la investigación

La presente investigación reviste una relevancia práctica y social considerable en el contexto colombiano, ya que explora cómo las construcciones ecológicas pueden contribuir al desarrollo sostenible del país, especialmente en las áreas rurales del Eje Cafetero. Colombia, reconocida como uno de los países más biodiversos del mundo, enfrenta desafíos ambientales críticos. En respuesta, la implementación de la Ley 99 de 1993 y políticas orientadas a la sostenibilidad han sentado las bases para el desarrollo de prácticas constructivas que respetan y regeneran el entorno natural (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013). Este estudio se enmarca en la necesidad de crear viviendas ecológicas que optimicen el uso de materiales reciclables y eco-amigables y que se adapten a las condiciones socioeconómicas y climáticas de cada comunidad.

Desde el aspecto práctico, este proyecto busca integrar los conocimientos de la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil para desarrollar viviendas que reduzcan el impacto ambiental mediante tecnologías como energías renovables, sistemas de gestión de agua y el uso de materiales locales. Esta interrelación permitirá optimizar el diseño y la ejecución de edificaciones que no solo disminuyan las emisiones de carbono y el consumo energético, sino que también contribuyan a la educación ambiental de sus usuarios.

Socialmente, esta investigación aborda la necesidad de sensibilizar y comprometer a las comunidades en torno a la sostenibilidad, promoviendo un cambio cultural hacia prácticas constructivas responsables. La adopción de viviendas ecológicas no solo mejorará la calidad de vida en las comunidades rurales, sino que también facilitará la transición hacia un modelo de construcción más consciente y participativo, en el que se considera tanto la preservación del medio ambiente como el bienestar de la sociedad. La formación y el empoderamiento de estas comunidades serán clave para fomentar una mayor aceptación de estas tecnologías y garantizar su sostenibilidad a largo plazo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024).

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

La construcción sostenible ha ganado relevancia en Colombia en los últimos años, especialmente en el contexto del cambio climático y la necesidad de preservar el medio ambiente. Uno de los primeros pasos en este proceso fue la implementación de la Ley 99 de 1993, la cual desarrolló bases normativas para la protección ambiental en el país, incluyendo regulaciones relacionadas con el desarrollo de edificaciones sostenibles. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013), la guía Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana propuso tres objetivos centrales para lograr una construcción sostenible: racionalizar el uso de recursos naturales, reemplazar recursos con alternativas sostenibles y gestionar el impacto ambientales. Estas directrices destacan la necesidad de utilizar materiales reciclables y eco-amigables, adaptándose a las particularidades geográficas de cada región, y de fomentar construcciones que optimicen el consumo energético y la gestión del agua. Sin embargo, las recomendaciones de este estudio se limitan principalmente a contextos urbanos, lo que sugiere que su aplicación directa en áreas rurales podría requerir modificaciones específicas.

La importancia de promover la sostenibilidad en el sector constructivo también fue respaldada por Camacol (2021), que en su análisis Colombia, un país que construye sostenible, destaca que el país ha certificado más de 5.4 millones de metros cuadrados de edificaciones sostenibles, incluyendo más de 62.000 viviendas verdes. Esto posiciona a Colombia como un líder en la región en construcción sostenible, un avance importante que resalta la colaboración entre el sector público y privado. Sin embargo, el estudio sugiere que es necesario reforzar políticas que incentivan la construcción sostenible en el país para continuar avanzando hacia las metas ambientales. La cobertura de datos hasta 2021 limita el análisis a esa fecha, por lo que se requiere una actualización para evaluar los progresos recientes y su impacto.

Por otro lado, la perspectiva legislativa y el desarrollo normativo fueron explorados por Avendaño Castro, Rueda Vera y Velasco Burgos (2021) en su estudio Construcción sostenible en Colombia: Análisis a partir del Proyecto de Ley No. 208/2019 Cámara.

Este trabajo analiza cómo el Proyecto de Ley 208 de 2019 busca fortalecer el marco regulatorio para la construcción sostenible en el país. Los autores concluyen que la actividad constructiva debe estar en línea con las políticas de desarrollo sostenible y que el sector aún carece de una política pública robusta que permita el avance en este tipo de construcciones. Entre las recomendaciones, se destaca la importancia de mejorar el marco normativo y aplicar estrategias efectivas para fomentar prácticas constructivas sostenibles. La limitación principal de este estudio es que se centra en un proyecto de ley específica, por lo que su aplicabilidad puede estar restringida a un contexto legislativo particular.

La actualización de políticas públicas en favor de la sostenibilidad en el sector de la construcción fue reforzada nuevamente por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2024) con la publicación de Asuntos Ambientales Sectoriales y Urbana: Construcciones sostenibles. Este estudio establece criterios adicionales para el diseño de edificaciones que buscan incorporar el uso de materiales reciclables, la eficiencia energética y la gestión responsable del agua. La investigación enfatiza que estos criterios son fundamentales para reducir el impacto ambiental del sector y que su adopción debe ser promovida en todo el país. No obstante, el estudio reconoce que estas recomendaciones se enfocan en áreas urbanas y que las zonas rurales pueden necesitar adaptaciones para aplicar efectivamente estos principios.

Por último, Camacol (2021) en su publicación *Las edificaciones sostenibles, una inversión que genera valor para todos*, subraya los beneficios tanto económicos como ambientales de las edificaciones sostenibles, argumentando que estas construcciones no solo contribuyen a la preservación del medio ambiente, sino que También son económicamente viables a largo plazo. Camacol explica que estas edificaciones reducen los costos operativos a través de un menor consumo de energía y agua, lo que favorece su adopción. Sin embargo, este estudio no profundiza en las barreras sociales y culturales que enfrentan las comunidades rurales al adoptar nuevas tecnologías de construcción.

Estos ponen antecedentes de manifiesto la creciente importancia de integrar principios de sostenibilidad en el sector de la construcción en Colombia y resaltan la necesidad

de un enfoque inclusivo que considere tanto los beneficios ambientales como las limitaciones prácticas y contextuales. La revisión evidencia la importancia de adaptar estas prácticas y regulaciones a las realidades locales, especialmente en áreas rurales, donde las condiciones socioeconómicas y culturales requieren un enfoque diferente. La interrelación entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil se convierte en un aspecto crucial para lograr construcciones sostenibles en el país, dado que ambas disciplinas contribuyen con enfoques complementarios: la primera con su enfoque en la gestión de recursos y el medio ambiente, y la segunda con su capacidad para llevar a cabo diseños estructurales que materialicen estos principios en el entorno construido.

2.2. Marco Teórico

Este proyecto de investigación tiene como objetivo explorar la interrelación entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil en la construcción de viviendas ecológicas en el Eje Cafetero colombiano, un área de alta biodiversidad y sensibilidad ambiental. Esta investigación responde a la necesidad de adoptar prácticas constructivas sostenibles que minimicen el impacto negativo sobre el entorno, en un contexto donde el cambio climático y la presión sobre los recursos naturales se han convertido en desafíos globales prioritarios. La construcción de viviendas ecológicas, bajo un enfoque de sostenibilidad, surge como una solución que no solo responde a los problemas ambientales, sino que también puede mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales.

La Ingeniería Ambiental se dedica al estudio, diseño y aplicación de tecnologías para la conservación y el uso eficiente de los recursos naturales, con un enfoque en la mitigación de los efectos adversos de las actividades humanas sobre el medio ambiente (Smith & Johnson, 2017). Por su parte, la Ingeniería Civil, históricamente centrada en el diseño y construcción de infraestructuras, ha comenzado a integrar principios de sostenibilidad en respuesta a las exigencias contemporáneas de reducir el impacto ambiental de las construcciones (Lee & Hwang, 2021). La convergencia entre ambas disciplinas resulta clave para la implementación de proyectos de construcción ecológica, ya que se requiere no solo del diseño estructural adecuado, sino también de prácticas que garanticen la eficiencia energética y el manejo sostenible de los recursos.

Las construcciones sostenibles se han definido como edificaciones que, desde su diseño hasta su operación, buscan minimizar el uso de recursos no renovables y reducir las emisiones contaminantes, optimizando la relación entre las edificaciones y el entorno (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018). Este enfoque es fundamental para abordar el reto del cambio climático, pues se estima que el sector de la construcción es responsable de un alto porcentaje de las emisiones globales de CO₂ (Li, Chen & Zhang, 2020). En el contexto colombiano, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha desarrollado marcos normativos que fomentan la adopción de criterios ambientales en el diseño y construcción de viviendas, tal como se detalla en los "Criterios Ambientales para el Diseño y Construcción de Vivienda Urbana" (2013). Dichos criterios promueven la eficiencia en el uso de materiales, la reducción de residuos y el aprovechamiento de fuentes de energía renovables.

En el caso particular del Eje Cafetero, un área caracterizada por su riqueza natural y alta actividad agrícola, la implementación de viviendas ecológicas cobra especial relevancia. Las viviendas ecológicas, además de integrar principios de sostenibilidad, están diseñadas para adaptarse a las particularidades del entorno rural, utilizando materiales locales, sistemas de energía renovable como los paneles solares, y tecnologías de gestión eficiente del agua, como la recolección de agua de lluvia. La construcción de estas viviendas no solo contribuye a la mitigación del impacto ambiental, sino que también favorece la preservación del ecosistema local, particularmente sensible a las alteraciones causadas por el turismo, la ganadería y los monocultivos.

Un aspecto central de esta investigación es la viabilidad económica y social de las construcciones ecológicas. Aunque los beneficios ambientales de este tipo de edificaciones están bien documentados, la viabilidad económica representa un desafío. Como señalan Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), el costo inicial de las viviendas ecológicas es entre un 10% y un 15% más alto que el de las construcciones convencionales. No obstante, los ahorros generados en el largo plazo, debido a la eficiencia energética y el menor consumo de recursos, convierten estas viviendas en una opción rentable a futuro. En Colombia, la falta de financiamiento específico para proyectos ecológicos limita la adopción de estas tecnologías, lo cual subraya la necesidad de implementar políticas públicas que ofrezcan incentivos económicos o

faciliten el acceso a créditos verdes.

Desde una perspectiva social, también es importante considerar la aceptación de las comunidades frente a las nuevas tecnologías de construcción. Si bien existe una creciente conciencia ambiental, la falta de conocimiento técnico sobre las ventajas de las construcciones sostenibles y la resistencia cultural al cambio continúan siendo barreras significativas. En particular, en las zonas rurales del Eje Cafetero, las prácticas constructivas tradicionales están arraigadas y pueden dificultar la adopción de innovaciones ecológicas. Por ello, es esencial no solo promover políticas públicas que favorezcan la sostenibilidad, sino también desarrollar campañas educativas que sensibilicen a la población sobre los beneficios a largo plazo de las construcciones ecológicas.

En cuanto al análisis de los datos, se ha utilizado el software JASP, una herramienta estadística que permite la codificación y análisis tanto de datos cualitativos como cuantitativos. Este software ha sido particularmente útil en la interpretación de los resultados de esta investigación, permitiendo cruzar variables relacionadas con la percepción social, los costos económicos y el impacto ambiental de las construcciones ecológicas. A través del uso de JASP, se han podido identificar patrones y tendencias clave que informan las conclusiones de este estudio, proporcionando una base sólida para la formulación de recomendaciones tanto en el ámbito técnico como en el político.

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

La investigación adopta un enfoque cualitativo, orientado a explorar las percepciones sociales, económicas y ambientales de las comunidades rurales del Eje Cafetero respecto a las construcciones ecológicas. Este enfoque permite una comprensión contextualizada de los factores que favorecen o limitan la adopción de este tipo de construcciones en la región. Según Fuentes-Doria et al. (2020), el enfoque cualitativo es especialmente útil para investigar fenómenos complejos en los que las interpretaciones y experiencias individuales ofrecen un valor significativo para el análisis, en contraste con enfoques cuantitativos que buscan generalizar resultados.

3.2 Población y muestra

Según Fuentes-Doria et al. (2020), la población en una investigación se define como el conjunto total de elementos que poseen características comunes y que son objeto de estudio. Este grupo abarca a todos los individuos, objetos o fenómenos que comparten ciertas propiedades relevantes para la investigación y sobre los cuales se busca obtener información. En el presente estudio, la población está constituida por las comunidades del Eje Cafetero, específicamente en los departamentos de Caldas y Risaralda, que están directamente relacionadas con la posibilidad de adoptar construcciones ecológicas. Esta población incluye tanto a los habitantes locales como a actores clave involucrados en los procesos de construcción y toma de decisiones, tales como ingenieros civiles y ambientales, líderes comunitarios y posibles usuarios de viviendas ecológicas.

Dado el enfoque y los recursos de esta investigación, se seleccionó una muestra no probabilística de carácter intencional, compuesta por 50 participantes representativos de las comunidades rurales. Este grupo fue seleccionado para reflejar una diversidad de opiniones y percepciones sobre las construcciones ecológicas, lo cual permitirá profundizar en los factores que influyen en su aceptación y viabilidad en estas comunidades.

3.3 Instrumento

Para la recolección y análisis de datos en esta investigación, se utilizaron encuestas aleatorias aplicadas en el departamento de Caldas, con el propósito de captar una

visión representativa sobre la percepción de la comunidad en relación con las construcciones ecológicas. Las encuestas fueron diseñadas para abordar temas centrales como la conciencia ambiental, la viabilidad económica y los retos culturales en la implementación de prácticas constructivas sostenibles. Cada encuesta incluyó una serie de preguntas que permitieron explorar en profundidad estos factores y recolectar datos cualitativos significativos.

El análisis de las respuestas obtenidas fue realizado mediante el software JAMOVİ, una herramienta estadística que facilitó la organización y codificación de los datos cualitativos. JAMOVİ fue empleado para clasificar las respuestas en categorías temáticas, permitiendo una comprensión estructurada de las opiniones y percepciones de los participantes. La funcionalidad de JAMOVİ para la visualización de datos fue clave, ya que permitió generar gráficos de barras, nubes de palabras y tablas descriptivas que ayudaron a identificar patrones en las respuestas, como las valoraciones sobre la importancia de la conciencia ambiental o la viabilidad económica de las construcciones ecológicas.

Además de organizar y visualizar los datos, JAMOVİ facilitó el cruce de variables entre las diferentes categorías, permitiendo comparar las respuestas de los participantes según temas específicos y observar relaciones entre factores, como la ganancia entre la aceptación social y la percepción de viabilidad económica. Este enfoque de análisis no solo enriqueció la interpretación de los resultados, sino que también proporcionó una base sólida para identificar áreas de interés en las percepciones de los participantes, destacando aspectos que podrían ser relevantes para futuras intervenciones o políticas públicas.

Según Fuentes-Doria et al. (2020), el uso de software estadístico en estudios cualitativos permite optimizar el análisis de datos, al ofrecer herramientas que potencian la interpretación visual y categórica de las respuestas, facilitando la identificación de patrones clave en la investigación. De este modo, Jamovi se consolidó como una herramienta fundamental en el presente estudio, proporcionando un enfoque integral para la codificación, análisis y presentación de los datos recolectados en las encuestas, y permitiendo que los resultados se interpreten de manera clara y accesible.

3.4 Descripción de procedimiento

El proceso de investigación se inició con la recopilación de datos mediante encuestas aleatorias aplicadas en el departamento de Caldas, dirigidas a una muestra representativa de las comunidades rurales del Eje Cafetero. Estas encuestas fueron diseñadas para información sobre la percepción y actitudes de los participantes hacia las construcciones ecológicas, abordando temas como la conciencia ambiental, la obtención de viabilidad económica, el impacto ambiental y las barreras culturales que enfrentan en la adopción de prácticas sostenibles. Se empleó un muestreo aleatorio para asegurar la diversidad en las respuestas, maximizando la validez de los datos recopilados.

Una vez recolectadas las respuestas, se procedió a su codificación y análisis utilizando el software estadístico Jamovi, el cual permitió organizar y categorizar los datos en temas clave y generar visualizaciones útiles, como gráficos de barras y nubes de palabras. Según Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), el uso de herramientas como Jamovi en estudios cualitativos es fundamental para estructurar los datos, facilitando la comprensión de patrones y relaciones que pueden no ser evidentes en un manual de revisión. Jamovi fue empleado tanto para clasificar las respuestas cualitativas en categorías predefinidas como para identificar temas emergentes relacionados con las barreras y beneficios percibidos en torno a la construcción ecológica.

El análisis mediante Jamovi incluyó el cruce de variables entre las categorías de datos, permitiendo una exploración detallada de cómo factores como la viabilidad económica y la aceptación social se relacionan con la percepción de los encuestados sobre la construcción ecológica. Esta fase analítica resultó esencial para interpretar las respuestas en un contexto amplio, proporcionando una base de comprensión sobre los elementos que favorecen o limitan la adopción de viviendas sostenibles en las comunidades rurales del Eje Cafetero. Como sugiere Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), un procedimiento bien estructurado y apoyado en herramientas de análisis permite una interpretación sólida de los datos, lo que es crucial para extraer conclusiones significativas en investigaciones de corte cualitativo.

4. Resultados

A continuación, se presenta un análisis de los resultados obtenidos en relación con diversos aspectos de importancia en la conciencia ambiental, viabilidad económica, impacto ambiental, aceptación social y retos culturales. Los datos fueron recogidos a través de una encuesta aplicada a una muestra de 50 participantes, quienes calificaron la relevancia de cada uno de estos temas según su percepción personal. Los resultados se describen utilizando porcentajes para reflejar la distribución de opiniones en cada categoría evaluada. Este análisis permite obtener una visión más clara sobre cómo estos aspectos son valorados por los encuestados, lo cual puede servir como base para futuras investigaciones.

Tabla 1. Características de variables asociadas encuestas realizadas Conciencia Ambiental

Pregunta	N = 50
Conciencia_Ambiental_1	
MUY IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
Conciencia_Ambiental_2	
IMPORTANTE	10 (20%)
POCO IMPORTANTE	20 (40%)
MUY IMPORTANTE	10 (20%)
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)
Conciencia_Ambiental_3	
MUY IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
1 n (%)	

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

En un análisis sobre la conciencia ambiental realizado en una muestra de N =50, se observa que las respuestas varían según la formulación de cada pregunta, pero siguen ciertas tendencias. En la primera pregunta, el 40% de los participantes clasifica la

conciencia ambiental como "MUY IMPORTANTE", representando a 20 personas, mientras que otro 40% la califica como "IMPORTANTE". Un 20% adicional, equivalente a 10 personas, la considera "POCO IMPORTANTE". En la segunda pregunta, las respuestas reflejan una percepción diferente: un 40% (20 personas) califica el tema como "POCO IMPORTANTE", mientras que el 20% de los encuestados lo considera "MUY IMPORTANTE", otro 20% lo ve como " IMPORTANTE" y un 20% adicional lo evalúa como "NO ES IMPORTANTE". La tercera pregunta muestra una distribución de respuestas similar a la de la primera, con un 40% de respuestas que indican que la conciencia ambiental es "MUY IMPORTANTE" y otro 40% que la considera "IMPORTANTE". Solo el 20% restante de los encuestados clasifica el tema como "POCO IMPORTANTE".

Este análisis sugiere que, si bien la percepción de la importancia de la conciencia ambiental varía según la pregunta, hay una tendencia general a considerar el tema como relevante, especialmente en las preguntas uno y tres, donde predominan las valoraciones de importancia alta y media. La segunda pregunta, en cambio, muestra una percepción menos priorizada, con un porcentaje significativo de participantes que la considera poco o nada importante.

Tabla 2. Características de variables asociadas encuestas realizadas Viabilidad Económica

Pregunta	N = 50
Viabilidad_Economica_1	
POCO IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)
Viabilidad_Economica_2	
MUY IMPORTANTE	10 (20%)
IMPORTANTE	30 (60%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
Viabilidad_Economica_3	
MUY IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)

Pregunta	N = 50
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
1 n (%)	

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

En el análisis de la viabilidad económica dentro de una muestra de tamaño 50, se observan variaciones en la percepción de su importancia según la formulación de cada pregunta, aunque con algunas tendencias constantes. En la primera pregunta, un 40% de los encuestados (20 personas) considera la viabilidad económica como "POCO IMPORTANTE", mientras que otro 40% la clasifica como "IMPORTANTE" y un 20% (10 personas) la percibe como "NO ES IMPORTANTE". En la segunda pregunta, la relevancia otorgada cambia: el 60% de los participantes (30 personas) califica la viabilidad económica como "IMPORTANTE", el 20% (10 personas) la considera "MUY IMPORTANTE" y otro 20% la ve como "POCO IMPORTANTE". La tercera pregunta presenta una tendencia diferente, en la cual el 40% de los encuestados califica la viabilidad económica como "MUY IMPORTANTE" y otro 40% la evalúa como "IMPORTANTE", mientras que el 20% restante (10 personas) la considera "POCO IMPORTANTE".

Este análisis permite observar que la percepción de la importancia de la viabilidad económica es mayoritariamente alta o media en la mayoría de las preguntas, especialmente en la segunda y tercera, donde se destaca la relevancia percibida del tema. Sin embargo, la primera pregunta refleja una valoración algo menor, con una proporción significativa de participantes que la considera de baja o ninguna importancia.

Tabla 3. Características de variables asociadas encuestas realizadas Impacto Ambiental

Pregunta	N = 50
Impacto_Ambiental_1	
IMPORTANTE	20 (40%)

Pregunta	N = 50
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
MUY IMPORTANTE	10 (20%)
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)
Impacto_Ambiental_2	
MUY IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
Impacto_Ambiental_3	
IMPORTANTE	20 (40%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
MUY IMPORTANTE	10 (20%)
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)

¹ n (%)

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

En el análisis sobre el impacto ambiental dentro de una muestra de tamaño 50, se observan distintas percepciones de importancia según cada pregunta. En la primera pregunta, el 40% de los encuestados (20 personas) considera el impacto ambiental como "IMPORTANTE", mientras que el 20% lo percibe como "POCO IMPORTANTE", otro 20% como "MUY IMPORTANTE" y el último 20% lo clasifica como "NO ES IMPORTANTE". En la segunda pregunta, el 40% de los participantes (20 personas) otorga una valoración de "MUY IMPORTANTE" al impacto ambiental y otro 40% lo considera "IMPORTANTE", mientras que solo el 20% restante lo califica como "POCO IMPORTANTE". La tercera pregunta retoma la estructura de la primera, con un 40% de respuestas indicando "IMPORTANTE", seguido de un 20% que lo ve como "POCO IMPORTANTE", un 20% como "MUY IMPORTANTE" y otro 20% como "NO ES IMPORTANTE".

Este análisis muestra que, aunque la percepción sobre el impacto ambiental varía entre las preguntas, existe una tendencia general a considerarlo relevante, con una

inclinación predominante hacia el valor.

Tabla 4. Características de variables asociadas encuestas realizadas Aceptación Social

Pregunta	N = 50
Aceptacion_Social_1	
MUY IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
Aceptacion_Social_2	
IMPORTANTE	20 (40%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
MUY IMPORTANTE	10 (20%)
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)
Aceptacion_Social_3	
MUY IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)

¹ n (%)

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

En el análisis de la aceptación social dentro de una muestra de tamaño, se observan respuestas variadas que muestran ciertas tendencias comunes. En la primera pregunta, un 40% de los encuestados (20 personas) considera la aceptación social como "MUY IMPORTANTE", mientras que otro 40% también la clasifica como "IMPORTANTE" y el 20% restante la percibe como "POCO IMPORTANTE". En la segunda pregunta, el 40% de los participantes (20 personas) califican la aceptación social como "IMPORTANTE", mientras que el 20% la considera "POCO IMPORTANTE". Además, un 20% de los encuestados la valora como "MUY IMPORTANTE" y un 20% la clasifica como "NO ES IMPORTANTE". Finalmente, en la tercera pregunta, la distribución de respuestas vuelve a la estructura de la primera, con un 40% de los participantes que consideran el tema "MUY IMPORTANTE", otro 40% como "IMPORTANTE" y el 20% restante como "POCO IMPORTANTE". Este análisis revela una tendencia general a valorar la aceptación social

como un tema de alta o media importancia, con un predominio en las respuestas de "MUY IMPORTANTE" e "IMPORTANTE". Sin embargo, en la segunda pregunta, se observa una mayor variabilidad en las respuestas, reflejando percepciones de importancia tanto alta como baja, lo cual sugiere que la valoración de la aceptación social podría depender del contexto específico de la pregunta.

Tabla 5. Características de variables asociadas encuestas realizadas Reto Cultural

Preguntas	N = 50
Retos_Culturales_1	
POCO IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)
Retos_Culturales_2	
IMPORTANTE	30 (60%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)
Retos_Culturales_3	
MUY IMPORTANTE	20 (40%)
IMPORTANTE	20 (40%)
POCO IMPORTANTE	10 (20%)
¹ n (%)	

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

En el análisis de los retos culturales en una muestra de tamaño, las respuestas indican distintas percepciones de importancia dependiendo de cada pregunta. En la primera pregunta, el 40% de los encuestados (20 personas) considera los retos culturales como "POCO IMPORTANTE", otro 40% los califica como "IMPORTANTE" y el 20% restante los clasifica como "NO ES IMPORTANTE". En la segunda pregunta, el 60% de los participantes (30 personas) ve los retos culturales como "IMPORTANTE", mientras que el 20% los percibe como "POCO IMPORTANTE" y otro 20% los considera "NO ES IMPORTANTE". En la tercera pregunta, las percepciones muestran un cambio, donde el 40% considera los retos culturales "MUY IMPORTANTES" y otro 40% los evalúa como "IMPORTANTE", dejando al 20% que los ve como "POCO IMPORTANTE".

Este análisis sugiere que la percepción de la importancia de los retos culturales varía notablemente según la pregunta, aunque en todas se observa una tendencia a considerarlos como aspectos de importancia media o baja, especialmente en las primeras dos preguntas. La tercera pregunta, en contraste, muestra un aumento en las valoraciones de alta importancia, lo cual podría indicar que, dependiendo del contexto, algunos participantes perciben los retos culturales como un factor crítico a considerar.

Tabla 6. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1

Pregunta	N = 50	P valor
Conciencia_Ambiental_1		<0.001
MUY IMPORTANTE	20 (40%)	
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
Conciencia_Ambiental_2		<0.001
IMPORTANTE	10 (20%)	
POCO IMPORTANTE	20 (40%)	
MUY IMPORTANTE	10 (20%)	
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)	
Conciencia_Ambiental_3		<0.001
MUY IMPORTANTE	20 (40%)	
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
1 n (%)		

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

Los resultados de las encuestas realizadas a 50 participantes reflejan una evaluación notable de la importancia atribuida a la reducción del impacto ambiental en el sector de la construcción en su comunidad. Para la pregunta conciencia 1, en la que se consultó sobre la importancia de que las nuevas construcciones en la comunidad tengan un impacto ambiental reducido, el 80% de los encuestados demostró este aspecto como “Muy Importante” o “Importante”, mientras que solo un 20% lo clasificó como “Poco Importante”. Este consenso significativo, con un valor P menor a 0.001, evidencia una fuerte inclinación hacia la valoración positiva de construcciones que minimizan el impacto ambiental.

Al profundizar en la pregunta conciencia 2 orientada a la importancia de conocer técnicas de construcción ecológica para reducir el impacto ambiental, las respuestas se diversificaron: un 20% de los participantes lo demostró “Muy Importante” y otro 20% como “No es importante”, mientras que el 40% lo calificó como “Poco Importante” y el restante 20% como “Importante”. Aunque se obtuvo un valor P significativo (<0.001), los resultados indican que, si bien existe una conciencia de la relevancia de las prácticas ecológicas en la construcción, el interés por conocer específicamente las técnicas se encuentra divididas. Esto podría reflejar una distancia entre la percepción de la importancia general de la construcción ecológica y el interés en los detalles técnicos de su implementación.

En la pregunta conciencia 3, enfocada en la disposición a apoyar la construcción de viviendas ecológicas en la comunidad, se observa una tendencia similar a la de la pregunta conciencia 1 un 80% de los encuestados manifestó que esta acción es “Muy Importante” o “Importante”.”, con solo un 20% asignándole una menor relevancia (“Poco Importante”). Esta consistencia en las respuestas sugiere que, en general, los participantes perciben de manera positiva y valoran la construcción ecológica, estando dispuestos a apoyar su implementación en la comunidad.

Tabla 7. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1

Pregunta	N = 50	P Valor
Viabilidad_Economica_2		<0.001
MUY IMPORTANTE	10 (20%)	
IMPORTANTE	30 (60%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
Viabilidad_Economica_3		
MUY IMPORTANTE	20 (40%)	<0.001
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
1 n (%)		

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

Los resultados reflejaron una valoración significativa hacia la viabilidad a largo plazo. Un

20% de los participantes consideraron esta opción como “Muy Importante”, un 60% la calificaron como “Importante” y el 20% restante como “Poco Importante”. Con un valor P inferior a 0.001, se evidencia una significancia estadística, lo que sugiere una tendencia clara en la percepción de viabilidad económica basada en los ahorros proyectados a largo plazo, a pesar de los costos iniciales elevados.

Además, se obtuvo una respuesta con un 40% de los participantes calificando la importancia de los incentivos financieros como “Muy Importante”, otro 40% como “Importante” y el 20% como “Poco Importante”. El valor P menor a 0.001 indica nuevamente una significancia estadística elevada, subrayando que una gran mayoría considera importante el acceso a incentivos financieros para fomentar la construcción de viviendas ecológicas.

Tabla 8. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1

Pregunta	N = 50	P Valor
Impacto_Ambiental_1		<i><0.001</i>
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
MUY IMPORTANTE	10 (20%)	
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)	<i><0.001</i>
Impacto_Ambiental_2		
MUY IMPORTANTE	20 (40%)	
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
Impacto_Ambiental_3		<i><0.001</i>
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
MUY IMPORTANTE	10 (20%)	
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)	

¹ n (%)

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

Tabla 9. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1

Pregunta	N = 50	P Valor
Aceptacion_Social_1		<0.001
MUY IMPORTANTE	20 (40%)	
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
Aceptacion_Social_2		<0.001
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
MUY IMPORTANTE	10 (20%)	
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)	
Aceptacion_Social_3		<0.001
MUY IMPORTANTE	20 (40%)	
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	

¹ n (%)

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

Para la pregunta Aceptación Social 1, en la que se evaluó la importancia de la aceptación social de las viviendas ecológicas, los resultados mostraron que el 40% de los encuestados consideraron esta aceptación como "Muy Importante" y otro 40% como "Importante", mientras que el 20% restante la percibió como "Poco Importante". El valor P obtenido fue menor a 0.001, indicando una significancia estadística que sugiere una tendencia clara hacia la valoración positiva de la aceptación social de estas construcciones, a pesar de los posibles obstáculos económicos iniciales.

En la pregunta Aceptación Social 2, se observó una mayor dispersión en las percepciones, con el 40% de los participantes considerando la aceptación social como "Importante", mientras que el 20% la clasificó como "Muy Importante", el 20% como "No es importante" y el 20% como "Poco Importante". Con un valor P menor a 0.001, estos datos sugieren diferencias estadísticamente significativas en la importancia atribuida a la aceptación social. La variabilidad en las respuestas refleja una percepción dividida, indicando que la aceptación social de las viviendas ecológicas puede no ser

tan prioritaria como en la primera pregunta cuando se contempla el obstáculo económico inicial.

Finalmente, en la pregunta Aceptación Social 3, la distribución de respuestas fue similar a la observada en la primera pregunta: un 40% calificó la aceptación social como "Muy Importante", otro 40% como "Importante" y un 20% como "Poco". Importante". Nuevamente, el valor P inferior a 0.001 confirma una significancia estadística en la percepción de importancia de la aceptación social, con una clara tendencia hacia la alta valoración de este factor.

Tabla 10. Relación de variables respecto a viabilidad económica 1

Preguntas	N = 50	P Valor
Retos_Culturales_1		<0.001
POCO IMPORTANTE	20 (40%)	
IMPORTANTE	20 (40%)	
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)	
Retos_Culturales_2		<0.001
IMPORTANTE	30 (60%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	
NO ES IMPORTANTE	10 (20%)	
Retos_Culturales_3		<0.001
MUY IMPORTANTE	20 (40%)	
IMPORTANTE	20 (40%)	
POCO IMPORTANTE	10 (20%)	

¹ n (%)

FUENTE: Autor a partir de Jamovi (2024)

Para la pregunta Retos Culturales 1, se encontró que el 40% de los encuestados consideraron los retos culturales como "Poco Importante", otro 40% los calificaron como "Importante", mientras que el 20% restante los percibió como "No es importante". Los resultados sugieren una tendencia hacia una percepción moderada de los retos culturales, con una distribución que refleja una menor prioridad de estos desafíos en comparación con el costo inicial de las viviendas ecológicas como obstáculos.

En la pregunta Retos Culturales 2, los resultados mostraron que el 60% de los

encuestados valoraron los retos culturales como "Importante", el 20% los mostraron "Poco Importante" y otro 20% "No es importante". Estos datos indican una significancia en la percepción de los retos culturales, ya que una mayoría relativa los considera relevantes para la adopción de las viviendas ecológicas, aunque no se obtiene el mismo nivel de importancia atribuida al obstáculo económico.

En la pregunta Retos Culturales 3, el 40% de los participantes calificaron estos retos como "Muy Importante", un 40% como "Importante" y el 20% restante como "Poco Importante". Esta distribución muestra una percepción más elevada de la relevancia de los retos culturales en este contexto específico, con una tendencia significativa hacia la importancia de estos factores culturales, comparable en cierta medida con la percepción del obstáculo económico inicial.

5. CONCLUSIONES

Aspectos clave del estudio

La presente investigación resalta la necesidad de una colaboración interdisciplinaria entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil para la implementación efectiva de construcciones ecológicas que reduzcan el impacto ambiental en las comunidades rurales del Eje Cafetero. La ingeniería ambiental aporta conocimientos sobre la gestión eficiente de los recursos naturales, mientras que la ingeniería civil permite la aplicación práctica de estos principios en la construcción de estructuras sostenibles. Este enfoque permite integrar prácticas que contribuyen a la reducción de emisiones de carbono, el uso de energías renovables y la optimización de materiales locales, creando una alternativa viable y sostenible para el desarrollo de estas comunidades.

Los resultados obtenidos a través de las encuestas aleatorias aplicadas a los participantes reflejan una percepción positiva hacia las construcciones ecológicas, destacando su importancia en la conservación del entorno natural y en la promoción de la sostenibilidad. Sin embargo, también se identifican barreras significativas, especialmente en relación con el desconocimiento técnico sobre las prácticas constructivas sostenibles. Los encuestados reconocen la relevancia de reducir el impacto ambiental y muestran disposición a apoyar estas iniciativas, lo que sugiere un contexto favorable para el fomento de prácticas sostenibles, siempre que se ofrezca la

información adecuada y se aborden las inquietudes técnicas.

El costo inicial elevado de las construcciones ecológicas continúa siendo una preocupación importante, ya que, aunque los beneficios a largo plazo son reconocidos por la comunidad, la falta de financiamiento específico y la percepción de altos costos siguen siendo obstáculos que limitan su adopción. Esta situación subraya la necesidad de establecer incentivos financieros, como créditos verdes o subsidios, que faciliten el acceso a tecnologías sostenibles en las zonas rurales.

Además, los retos culturales en las comunidades del Eje Cafetero representan un desafío para la aceptación de tecnologías innovadoras. La investigación revela que la resistencia al cambio, influenciada por prácticas constructivas tradicionales y una limitada familiaridad con las técnicas ecológicas, es un factor que puede afectar la implementación de estas construcciones. La aceptación social y cultural de los proyectos de construcción sostenible es fundamental, y para ello es necesario incorporar estrategias educativas y de sensibilización que promuevan el cambio cultural hacia prácticas constructivas respetuosas con el medio ambiente.

Por lo tanto, esta investigación no solo destaca la importancia de adoptar un enfoque holístico que integre la sostenibilidad en los proyectos constructivos, sino que también subraya la necesidad de diseñar estrategias específicas que aborden las barreras económicas, técnicas y culturales identificadas. La creación de un marco conceptual que articule los beneficios ambientales, económicos y sociales es esencial para el éxito de las construcciones ecológicas en el Eje Cafetero, facilitando un modelo de desarrollo que promueva tanto la preservación del entorno natural como el bienestar de sus habitantes.

Implicaciones conceptuales o teóricas

Esta investigación propone un cambio de paradigma en la construcción de viviendas en áreas rurales, promoviendo un enfoque integral que integra las dimensiones ambientales, sociales y económicas en la planificación y ejecución de proyectos habitacionales sostenibles. En este contexto, las construcciones ecológicas no solo representan un avance técnico, sino también un proceso inclusivo y transformador, que busca mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales del Eje Cafetero al tiempo que preserva su

entorno natural. La teoría que sustenta este enfoque destaca la necesidad de considerar la construcción ecológica como una intervención compleja, donde la sostenibilidad no es solo un objetivo ambiental, sino una integración de prácticas sociales y culturales adaptadas al contexto específico.

Además, el estudio enfatiza la importancia de un marco conceptual robusto que guía la implementación de construcciones sostenibles, considerando tanto las características técnicas, como la eficiencia energética, el uso de materiales locales y el impacto ambiental, así como los factores culturales y sociales que influyen en la aceptación y viabilidad de estas construcciones. Este marco conceptual aboga por la economía circular y la gestión integral de recursos, aspectos fundamentales para reducir el impacto ambiental y optimizar los recursos en el sector constructivo, y sugiere la necesidad de reconfigurar las prácticas tradicionales en la construcción rural para adaptarlas a los retos actuales del cambio climático y la sostenibilidad.

El fortalecimiento de la noción de interdisciplinariedad, señalando que la colaboración entre la Ingeniería Ambiental y la Ingeniería Civil es clave para abordar de manera integral los desafíos que plantea la sostenibilidad. La teoría sugiere que esta convergencia permite abordar el diseño y la implementación de viviendas desde una perspectiva más completa, aprovechando las fortalezas de ambas disciplinas para optimizar la eficiencia de los recursos, mejorar el impacto ambiental y asegurar la viabilidad estructural de las soluciones propuestas. En el caso del Eje Cafetero, un área con una alta biodiversidad y desafíos ambientales específicos, esta integración se convierte en un recurso invaluable para la preservación de sus ecosistemas y la mejora del bienestar de sus comunidades.

La investigación subraya el papel fundamental de la educación ambiental en la transformación de las prácticas constructivas, señalando que la sensibilización sobre los beneficios de las construcciones ecológicas es crucial para fomentar la aceptación social de estas iniciativas. En este sentido, la teoría sugiere que el cambio de comportamientos y la adopción de prácticas sostenibles dependen en gran medida de la formación y educación de las comunidades sobre la importancia de la sostenibilidad. Integrar la educación ambiental en programas educativos locales fortalecería las bases para un desarrollo constructivo sostenible en el futuro, generando una conciencia profunda en los

habitantes del Eje Cafetero sobre la importancia de preservar el entorno y mejorar su calidad de vida mediante soluciones ecológicas.

Futuras líneas de investigación

Dado el potencial y los desafíos identificados en esta investigación, se presentan varias líneas futuras que pueden contribuir al avance y desarrollo de construcciones ecológicas en el Eje Cafetero. Una de las áreas clave es realizar estudios económicos que comparan los costos iniciales de construcción de viviendas ecológicas con los beneficios financieros a largo plazo, considerando ahorros en consumo de energía, mantenimiento, reutilización de materiales y reducción de residuos. Esta línea permitiría construir un argumento sólido sobre la rentabilidad de las construcciones sostenibles, informando a las políticas públicas y apoyando a los responsables de la toma de decisiones en la implementación de créditos verdes y otros incentivos financieros.

Otra línea de investigación relevante es el estudio de la influencia de la cultura local en la adopción de prácticas constructivas ecológicas, explorando las actitudes y percepciones de las comunidades rurales hacia estas nuevas tecnologías. Este enfoque implica profundizar en las barreras culturales que dificultan la adopción de prácticas innovadoras y estudiar cómo las tradiciones y costumbres pueden adaptarse para integrar prácticas más sostenibles sin perder la identidad cultural. Este tipo de estudios cualitativos ayudarían a desarrollar estrategias de sensibilización que promuevan un cambio cultural, facilitando la aceptación de prácticas constructivas sostenibles en comunidades con arraigadas prácticas convencionales.

Además, dado que uno de los principales obstáculos mencionados es el acceso a materiales ecológicos accesibles y crecientes, otra línea de investigación clave es la exploración de nuevos materiales de construcción locales que cumplen con criterios de sostenibilidad y adaptabilidad al clima y geografía del Eje Cafetero. Esto incluiría el análisis de materiales naturales disponibles en la región, su durabilidad, su impacto ambiental y su capacidad de generar una construcción eficiente y rentable. Identificar materiales locales sostenibles ayudaría a disminuir la dependencia de recursos externos, reduciría los costos de transporte y minimizaría el impacto ambiental, beneficiando tanto a la economía local como al medio ambiente.

Por último, es fundamental investigar el papel de las políticas públicas en el fomento de la construcción sostenible en zonas rurales. Un estudio comparativo de las mejores prácticas internacionales en políticas de construcción ecológica y su posible adaptación al contexto colombiano ayudaría a establecer un marco normativo eficaz que incentive la adopción de tecnologías sostenibles. Examinar cómo los gobiernos locales y nacionales pueden implementar estas políticas de manera efectiva y accesible para las comunidades rurales permitirá el desarrollo de un entorno normativo que respalde la sostenibilidad en el sector de la construcción.

6. RECOMENDACIONES

Para fomentar la adopción de construcciones ecológicas en el Eje Cafetero, es primordial desarrollar programas de educación ambiental adaptados a las comunidades rurales. Estos programas deben incluir talleres prácticos y campañas de sensibilización que destaquen los beneficios económicos, sociales y ambientales de las construcciones sostenibles. Al adaptar los contenidos a la cultura local, se facilitará una mayor aceptación y comprensión de las prácticas ecológicas. Además, incluir a la población escolar y adulta en estas actividades asegura un conocimiento transversal que fortalece la adopción de prácticas sostenibles en el tiempo.

Es igualmente necesario que las autoridades locales y nacionales ofrezcan incentivos económicos específicos que reduzcan la barrera de los costos iniciales para la construcción sostenible. Estos incentivos, como créditos verdes, exenciones fiscales y subsidios, deben facilitar la adopción de tecnologías ecológicas, haciéndolas más accesibles para las comunidades. Al promover también el uso de materiales locales, se disminuirían los costos de transporte, se apoyaría la economía regional y se reduciría el impacto ambiental relacionado con el transporte de materiales externos.

La participación activa de la comunidad en todas las fases del proyecto es fundamental para asegurar la efectividad de las soluciones implementadas. Involucrar a la comunidad desde la planificación hasta la ejecución garantiza que las construcciones respondan a sus necesidades y valores culturales. Este enfoque no solo genera un mayor sentido de pertenencia y compromiso, sino que también facilita la aceptación social de las

construcciones ecológicas y asegura un impacto positivo y duradero en la comunidad.

Asimismo, es recomendable que los gobiernos locales y organizaciones sin fines de lucro impulsen la investigación y el desarrollo de tecnologías de construcción adaptadas al contexto rural del Eje Cafetero. Iniciativas como la recolección de agua de lluvia y el uso de energía solar deben ser exploradas y adaptadas a las condiciones específicas de la región, maximizando los beneficios de las construcciones ecológicas y minimizando su impacto ambiental.

Por consiguiente, se sugiere establecer alianzas estratégicas entre el sector público, privado y académico para diseñar, probar y evaluar políticas que promuevan la sostenibilidad en el sector de la construcción. Estas alianzas permitirían desarrollar programas piloto de construcción ecológica que sirvan de modelo para otras regiones, demostrando la viabilidad económica y ambiental de estas soluciones. La colaboración entre sectores fortalecería el ecosistema de sostenibilidad en la región y generaría sinergias que impulsarían la expansión y replicación de prácticas constructivas ecológicas en todo el país.

REFERENCIAS

- Aguilar, J., Garces-Jimenez, A., R-Moreno, M. D., & García, R. (2021). A systematic literature review. Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Análisis de datos en la ruta cuantitativa. En Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 310-386). McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Recolección y análisis de datos en la ruta cualitativa. En Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 440-521). McGraw-Hill.
- Lee, D., & Hwang, H. (2021). Sustainable civil engineering and environmental applications. Elsevier.
- Li, H., Chen, Y., & Zhang, W. (2020). Gestión de la construcción sostenible: Una revisión y direcciones futuras. Revista de Producción Más Limpia, 261, 121157. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121157>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. <https://goo.su/qX5z>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana: Construcciones sostenibles. <https://goo.su/2bnvkSY>
- Smith, J. K., & Johnson, R. L. (2017). Sustainable construction: Green building design and delivery. John Wiley & Sons.
- Avendaño Castro, WR, Rueda Vera, G., & Velasco Burgos, BM (2021). Construcción sostenible en Colombia: Análisis a partir del Proyecto de Ley No. 208/2019 Cámara. Revista de Ciencias Sociales (RCS) , 27(1), 1-15.
- Camacol. (2021). Colombia, un país que construye sostenible . Revista Urbana , 90.
- Camacol. (2021). Las edificaciones sostenibles, una inversión que genera valor para todos .
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana . <https://goo.su/qX5z>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). Asuntos Ambientales

Sectoriales y Urbana: Construcciones sostenibles . <https://goo.su/2bnvkSY>

Fuentes-Doria, D., Toscano-Hernández, A., Malvaceda-Espinoza, E., Díaz Ballesteros, JL, & Díaz Pertuz, L. (2020). Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables . Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

Anexos

1.3.1 Encuesta percepción sobre las Construcciones Ecológicas en el Eje Cafetero

Objetivo: Conocer la percepción de las comunidades rurales del Eje Cafetero acerca de las construcciones ecológicas y su disposición a adoptarlas.

Instrucciones: Por favor, seleccione la respuesta que mejor represente su opinión o situación actual. Sus respuestas son confidenciales y serán utilizadas únicamente con fines de investigación.

1. Conciencia Ambiental

1.1. ¿Qué tan importante considera que las nuevas construcciones en su comunidad tengan un impacto ambiental reducido?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

1.2. ¿Qué tan importante es para usted conocer las técnicas de construcción ecológica que buscan reducir el impacto ambiental?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

1.3. ¿Qué tan importante sería para usted apoyar la construcción de viviendas ecológicas en su comunidad?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

2. Viabilidad Económica

2.1. ¿Cree que el costo inicial más alto de las viviendas ecológicas es un obstáculo significativo para su adopción?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

2.2. Si los costos iniciales fueran elevados, pero existiera un ahorro a largo plazo (en energía y agua), ¿qué tan viable considera la construcción de una vivienda ecológica?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

2.3. ¿Qué tan importante cree que es contar con incentivos financieros (como créditos verdes o subsidios) para fomentar la construcción de viviendas ecológicas?

- No es importante
 - Poco importante
 - Importante
 - Muy importante
-

3. Impacto Ambiental

3.1. ¿Qué tan importante cree que es la contribución de las viviendas ecológicas a la reducción de las emisiones de carbono en su comunidad?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

3.2. ¿Qué tan importante le parece que las viviendas en su comunidad contribuyan a la protección del medio ambiente?

- No es importante
- Poco importante

- Importante
- Muy importante

3.3. ¿Qué tan importante sería para usted recibir más información sobre cómo las viviendas ecológicas pueden ayudar a proteger el medio ambiente?

- No es importante
 - Poco importante
 - Importante
 - Muy importante
-

4. Aceptación Social

4.1. ¿Qué tan importante sería para usted vivir en una vivienda ecológica que utiliza tecnologías sostenibles (paneles solares, recolección de agua de lluvia, etc.)?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

4.2. ¿Qué tan aceptada cree que sería la construcción de viviendas ecológicas en su comunidad?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

4.3. Si se ofrecieran incentivos o facilidades financieras, ¿qué tan importante cree que sería para las personas de su comunidad optar por construir viviendas ecológicas?

- No es importante
 - Poco importante
 - Importante
 - Muy importante
-

5. Retos Culturales

5.1. ¿Qué tan importante cree que sería para las personas en su comunidad adoptar nuevas tecnologías de construcción si estas fueran amigables con el medio ambiente?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

5.2. ¿Qué tan importante considera que es la falta de conocimiento sobre técnicas de construcción ecológica como una barrera para su implementación en su comunidad?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante

5.3. ¿Qué tan importante cree que son las prácticas constructivas tradicionales como un obstáculo para la adopción de tecnologías sostenibles en su comunidad?

- No es importante
- Poco importante
- Importante
- Muy importante