

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN
VIVIENDAS URBANAS



Título del trabajo de grado

Sostenibilidad en la Construcción: Análisis del Impacto Ambiental de Materiales Tradicionales y
Ecológicos en Viviendas Urbanas

Nombres y apellidos completos del autor

Julián Hernández Rivera

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

diciembre de 2025

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN
VIVIENDAS URBANAS

Sostenibilidad en la Construcción: Análisis del Impacto Ambiental de Materiales Tradicionales y
Ecológicos en Viviendas Urbanas

Nombres y apellidos completos del autor

Julián Hernández Rivera

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Jonathan Hurtado López

Magíster en Gestión de Organizaciones y Doctorando en Estudios de Desarrollo y Territorio

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

diciembre de 2025

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN VIVIENDAS URBANAS

Contenido

Lista de tablas	6
Lista de figuras	7
Lista de anexos.....	8
Resumen	9
<i>Keywords:</i>	10
Introducción.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1 Descripción del problema	14
1.2 La pregunta de investigación	15
1.3 Los objetivos de investigación	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación	16
2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1. Marco de Antecedentes.....	18
2.2. Marco Teórico	19
2.2.1 Gestión de proyectos	19
2.2.2 Sostenibilidad ambiental en la construcción	20
2.2.3 Relación entre gestión de proyectos y sostenibilidad ambiental	20
2.3. Marco normativo	20
3. METODOLOGÍA	23
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	23
3.2. Población y muestra.....	23
3.2.1. Definición de la población	23

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN VIVIENDAS URBANAS

3.2.2. Selección de la muestra	23
3.3. Instrumento de recolección de datos	24
3.4. Validez y confiabilidad del instrumento	24
3.5. Procedimiento de recolección de datos	24
3.6. Limpieza, codificación y tratamiento de datos	25
3.7. Plan de análisis de la información.....	25
3.8. Consideraciones éticas.....	25
3.8.1. Análisis de consideraciones éticas	26
4. HIPÓTESIS.....	27
4.1. Las variables	27
4.1.1. Variable independiente: Gestión de proyectos	28
4.1.2. Variable interviniente: Marco normativo y contexto organizacional.....	28
5. RESULTADOS	30
5.1. Estadísticos descriptivos de las variables de estudio.....	30
5.2. Confiabilidad del instrumento	32
5.3. Contraste de hipótesis: comparación entre materiales	33
5.4. Uso de materiales y prácticas sostenibles en viviendas urbanas	35
Figura 3	35
5.5. Resultados sobre el impacto ambiental asociado a la gestión de residuos de construcción y demolición	36
5.6. Resultados sobre la relación entre gestión de proyectos y desempeño ambiental.....	36
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37
6.1. Discusión integrada de los resultados	37
6.2. Discusión sobre las prácticas de gestión de proyectos en viviendas urbanas.....	38
6.3. Discusión sobre la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental	39
6.4. Discusión sobre el uso de materiales tradicionales.....	39

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN
VIVIENDAS URBANAS

6.5. Discusión sobre el uso de materiales ecológicos..... 40

6.6. Discusión sobre la gestión de residuos de construcción y demolición..... 40

6.7. Discusión sobre la relación entre gestión de proyectos y desempeño ambiental 40

7. CONCLUSIONES..... 41

8. RECOMENDACIONES..... 43

Referencias..... 45

Anexos..... 48

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN VIVIENDAS URBANAS

Lista de tablas

Tabla 1: Estadísticos descriptivos.....30

Tabla 2: Alfa de Cronbach.....32

Tabla 3: Prueba t de Student.....33

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN
VIVIENDAS URBANAS

Lista de figuras

- **Figura 1:** Promedios por tipo de material.....31
- **Figura 2:** Comparación de medias.....33
- **Figura 3:** Uso de materiales.....35

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN
VIVIENDAS URBANAS

Lista de anexos

Anexo 1.....48

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN VIVIENDAS URBANAS

Resumen

La sostenibilidad ambiental se ha consolidado como un eje estratégico en el sector de la construcción, especialmente en el desarrollo de proyectos de vivienda urbana, debido al alto impacto ambiental asociado al uso de materiales tradicionales. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo analizar el impacto ambiental de los materiales tradicionales y ecológicos utilizados en la construcción de viviendas urbanas, desde la perspectiva de la gestión de proyectos, con el fin de identificar alternativas que contribuyan a la sostenibilidad ambiental en el sector.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque metodológico cuantitativo, que integró técnicas cualitativas y cuantitativas. A nivel cualitativo, se realizó una revisión documental de literatura científica y normativa vigente en Colombia relacionada con construcción sostenible y materiales ecológicos. A nivel cuantitativo, se analizaron variables asociadas al impacto ambiental, tales como consumo de recursos, generación de residuos y eficiencia energética, permitiendo establecer comparaciones entre materiales tradicionales y alternativas ecológicas.

Los resultados evidencian que los materiales ecológicos presentan ventajas significativas en términos de reducción del impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida del proyecto, aunque su adopción aún enfrenta barreras técnicas, económicas y culturales. Se concluye que la integración de criterios de sostenibilidad en la gestión de proyectos de vivienda urbana contribuye a la toma de decisiones más responsables y al fortalecimiento del desarrollo urbano sostenible en Colombia.

Palabras clave:

Sostenibilidad en la construcción; gestión de proyectos; materiales ecológicos; impacto ambiental; vivienda urbana.

IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES TRADICIONALES Y ECOLÓGICOS EN VIVIENDAS URBANAS

Abstract

Environmental sustainability has become a strategic priority in the construction sector, particularly in urban housing projects, due to the significant environmental impact associated with the use of traditional construction materials. In this context, the purpose of this study was to analyze the environmental impact of traditional and eco-friendly materials used in urban housing construction from a project management perspective, in order to identify alternatives that contribute to environmental sustainability in the sector.

This research was developed under a mixed-methods approach, integrating qualitative and quantitative techniques. At the qualitative level, a documentary review of scientific literature and current Colombian regulations related to sustainable construction and eco-friendly materials was conducted. At the quantitative level, variables associated with environmental impact—such as resource consumption, waste generation, and energy efficiency—were analyzed, allowing for comparative assessments between traditional materials and eco-friendly alternatives.

The results indicate that eco-friendly materials offer significant advantages in terms of reducing environmental impact throughout the project life cycle; however, their adoption is still limited by technical, economic, and cultural barriers. It is concluded that the integration of sustainability criteria into urban housing project management supports more responsible decision-making and contributes to sustainable urban development in Colombia.

Keywords:

Construction sustainability; project management; eco-friendly materials; environmental impact; urban housing.

Introducción

El sector de la construcción es reconocido como uno de los principales impulsores del crecimiento económico y del desarrollo urbano a nivel mundial; sin embargo, también se identifica como una de las actividades productivas con mayor impacto ambiental, debido al elevado consumo de recursos naturales, la alta demanda energética y la generación significativa de residuos (United Nations Environment Programme [UNEP], 2020; Kibert, 2016). Estas dinámicas han generado una creciente preocupación por la sostenibilidad ambiental, especialmente en los proyectos de vivienda urbana, donde la selección de materiales y las prácticas constructivas inciden de manera directa en el impacto ambiental del entorno construido.

Diversas investigaciones evidencian que los materiales tradicionales de construcción, como el concreto, el acero y los ladrillos convencionales, presentan una alta huella ambiental asociada a sus procesos de extracción, producción, transporte y disposición final, así como a su desempeño durante el ciclo de vida de las edificaciones (Cabeza et al., 2014; Ortiz, Castells & Sonnemann, 2009). Frente a este escenario, los materiales ecológicos y las estrategias de construcción sostenible han cobrado relevancia como alternativas orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el uso eficiente de los recursos y la disminución de residuos de construcción y demolición (Ding, 2014; Kibert, 2016).

En el contexto colombiano, el crecimiento acelerado de las ciudades y la demanda sostenida de vivienda han intensificado los impactos ambientales del sector de la construcción. Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2020), la actividad edificadora representa un reto significativo en términos de sostenibilidad, debido a su contribución al consumo de materiales, energía y agua. En respuesta a esta problemática, el país ha avanzado en la formulación de políticas públicas y marcos normativos orientados a promover la construcción sostenible, tales como el Reglamento Colombiano de Construcción Sostenible y la normativa relacionada con la gestión de residuos de construcción y demolición (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2018).

Desde la perspectiva de la Gerencia de Proyectos, la sostenibilidad ambiental se ha consolidado como un criterio estratégico para la toma de decisiones, al integrarse progresivamente como un componente clave del desempeño de los proyectos (Project Management Institute [PMI], 2021). Autores como Silvius y Schipper (2014) señalan que la incorporación de criterios de sostenibilidad en la gestión de proyectos permite generar valor a largo plazo, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y

fortalecer la competitividad de las organizaciones. En este sentido, el análisis del impacto ambiental de los materiales de construcción resulta fundamental para orientar decisiones que equilibren los aspectos técnicos, económicos y ambientales en los proyectos de vivienda urbana.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo analizar el impacto ambiental de los materiales tradicionales y ecológicos utilizados en la construcción de viviendas urbanas, desde un enfoque de gestión de proyectos, con el fin de identificar alternativas que contribuyan a la sostenibilidad del sector de la construcción en Colombia. Para ello, se adopta un enfoque metodológico cuantitativo, que combina la revisión documental de literatura científica y normativa vigente con el análisis de variables ambientales relevantes, tales como el consumo de recursos, la generación de residuos y la eficiencia energética, siguiendo los lineamientos metodológicos propuestos por Hernández, Fernández y Baptista (2016).

La investigación se estructura en varios capítulos. En primer lugar, se presenta el planteamiento del problema, donde se contextualiza la situación actual del sector y se formulan la pregunta y los objetivos de investigación. Posteriormente, el marco de referencia aborda los antecedentes, fundamentos teóricos y normativos que sustentan el estudio. En el capítulo metodológico se describen el enfoque, los instrumentos y los procedimientos de recolección y análisis de la información. A continuación, se exponen los resultados obtenidos y su discusión a la luz de la literatura revisada. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión de proyectos de vivienda urbana con criterios de sostenibilidad ambiental.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector de la construcción constituye uno de los principales motores del desarrollo urbano y económico; sin embargo, también es reconocido como una de las actividades con mayor impacto ambiental, debido al alto consumo de recursos naturales, la generación de residuos y las emisiones asociadas a los procesos constructivos. En el contexto de las viviendas urbanas, el uso predominante de materiales tradicionales como el concreto, el acero y los ladrillos cocidos ha contribuido históricamente al aumento de la huella ambiental de las ciudades, intensificando problemáticas relacionadas con el consumo energético, la degradación ambiental y la presión sobre los ecosistemas.

En Colombia, el acelerado crecimiento urbano y la creciente demanda de vivienda han intensificado estos impactos ambientales, especialmente en las principales áreas metropolitanas. A pesar de la existencia de un marco normativo orientado a promover la construcción sostenible y el uso eficiente de los recursos, en la práctica muchos proyectos de vivienda urbana continúan siendo gestionados bajo enfoques tradicionales de dirección de proyectos, centrados principalmente en el cumplimiento del costo, el tiempo y el alcance, relegando la sostenibilidad ambiental a un segundo plano o limitándola al cumplimiento mínimo de la normativa vigente.

En este escenario, la gestión de proyectos desempeña un papel estratégico, ya que las decisiones adoptadas durante las fases de formulación, planificación y ejecución inciden directamente en la selección de materiales, los procesos constructivos y el desempeño ambiental de las viviendas a lo largo de su ciclo de vida. No obstante, se evidencia una limitada integración de criterios ambientales dentro de la gestión de proyectos de vivienda urbana, lo que dificulta la adopción sistemática de materiales ecológicos y prácticas constructivas sostenibles.

Esta situación plantea un problema relevante para la gerencia de proyectos, dado que la falta de articulación entre la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental limita la capacidad del sector de la construcción para contribuir de manera efectiva al desarrollo urbano sostenible. En consecuencia, surge la necesidad de analizar el impacto ambiental de los materiales tradicionales y ecológicos utilizados en viviendas urbanas, desde la perspectiva de la gestión de proyectos, con el fin de identificar brechas, oportunidades de mejora y lineamientos que permitan fortalecer la sostenibilidad ambiental en los proyectos de vivienda urbana en Colombia.

Esta situación requiere un abordaje metodológico cuantitativo que permita analizar tanto indicadores objetivos de impacto ambiental como las percepciones y prácticas de los gestores de proyectos.

1.1 Descripción del problema

En las últimas décadas, el sector de la construcción ha sido identificado a nivel internacional como una de las actividades económicas con mayor impacto ambiental, debido al alto consumo de recursos naturales, la generación de residuos sólidos, el uso intensivo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a sus procesos productivos. De acuerdo con organismos internacionales, la construcción y operación de edificaciones representa un porcentaje significativo del consumo energético global y de las emisiones contaminantes, lo que ha generado una creciente preocupación por la necesidad de incorporar criterios de sostenibilidad ambiental en la planeación y ejecución de proyectos constructivos.

En respuesta a esta problemática, el concepto de sostenibilidad aplicada a la construcción ha cobrado relevancia, promoviendo el uso eficiente de recursos, la reducción de impactos ambientales y la adopción de buenas prácticas a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. En este contexto, la gestión de proyectos juega un papel determinante, dado que a través de sus procesos de planificación, ejecución, control y cierre se definen decisiones clave relacionadas con la selección de materiales, el control de costos ambientales, la gestión de residuos, el cumplimiento normativo y la optimización de recursos. Sin embargo, diversos estudios señalan que la incorporación efectiva de criterios de sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción aún presenta importantes brechas entre la planeación estratégica y la ejecución operativa.

A nivel nacional, el sector de la construcción de viviendas urbanas enfrenta desafíos similares, asociados al crecimiento acelerado de las ciudades, la presión sobre los ecosistemas, el incremento en la demanda de vivienda y la necesidad de cumplir con normativas ambientales cada vez más exigentes. Aunque existen lineamientos y políticas orientadas a la construcción sostenible, su aplicación depende en gran medida de la capacidad de gestión de los proyectos, del conocimiento de los actores involucrados y de la integración de la sostenibilidad como un eje transversal en la toma de decisiones. En muchos casos, la gestión de proyectos continúa priorizando variables tradicionales como costo, alcance y tiempo, relegando los aspectos ambientales a un segundo plano o tratándolos únicamente como requisitos normativos y no como elementos estratégicos.

En el ámbito específico de las viviendas urbanas, esta situación se traduce en prácticas de gestión de proyectos que no siempre consideran de manera integral los impactos ambientales generados durante las etapas de diseño, construcción y operación. La falta de indicadores ambientales claros, la limitada capacitación en sostenibilidad por parte de los equipos de proyecto y la escasa evaluación del desempeño ambiental dificultan la implementación de proyectos de vivienda que contribuyan efectivamente al desarrollo sostenible de las ciudades. Como consecuencia, se mantienen altos niveles de consumo de recursos, generación de residuos y afectación ambiental, lo cual impacta negativamente tanto al entorno urbano como a la calidad de vida de la población.

Adicionalmente, se evidencia una limitada producción de estudios que analicen de manera conjunta la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental desde un enfoque mixto, integrando datos cuantitativos sobre impactos ambientales con análisis cualitativos de las percepciones y prácticas de los actores del sector construcción. Esta falta de evidencia empírica dificulta la comprensión del grado real de influencia que tiene la gestión de proyectos en la sostenibilidad ambiental de las viviendas urbanas, así como la identificación de oportunidades de mejora en los procesos de gestión.

En consecuencia, surge la necesidad de analizar cómo la gestión de proyectos influye en la sostenibilidad ambiental de las viviendas urbanas, considerando tanto indicadores objetivos de impacto ambiental como las prácticas y percepciones de los actores involucrados. Abordar esta problemática permitirá generar conocimiento relevante para fortalecer la toma de decisiones en la gerencia de proyectos, promover prácticas constructivas más sostenibles y contribuir al desarrollo urbano sostenible.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto ambiental del uso de materiales tradicionales y ecológicos en la construcción de viviendas urbanas, desde un enfoque cuantitativo de análisis?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar el impacto ambiental de los materiales tradicionales y ecológicos utilizados en proyectos de vivienda urbana en Colombia, desde la perspectiva de la gestión de proyectos, con el fin de identificar

oportunidades de mejora que contribuyan al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental en el sector de la construcción.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las prácticas de gestión de proyectos asociadas a la selección y uso de materiales en proyectos de vivienda urbana.
- Comparar el impacto ambiental de los materiales tradicionales y los materiales ecológicos empleados en la construcción de viviendas urbanas, considerando criterios como consumo de recursos, generación de residuos y eficiencia energética.
- Analizar el nivel de integración de criterios de sostenibilidad ambiental dentro de los procesos de gestión de proyectos de vivienda urbana.
- Examinar las percepciones y experiencias de los gestores de proyectos frente a la adopción de materiales ecológicos y prácticas constructivas sostenibles.
- Proponer lineamientos orientados a fortalecer la gestión de proyectos con enfoque sostenible en la construcción de viviendas urbanas en Colombia.

1.4 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica por la necesidad creciente de incorporar la sostenibilidad ambiental como un eje estratégico en la gestión de proyectos de construcción, particularmente en el desarrollo de viviendas urbanas. En un contexto caracterizado por el acelerado crecimiento urbano, el aumento en la demanda habitacional y la presión sobre los recursos naturales, resulta fundamental analizar cómo las prácticas de gestión de proyectos influyen en el desempeño ambiental de las edificaciones. Este estudio aporta al entendimiento de la relación entre la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental, contribuyendo al fortalecimiento de enfoques de gestión más responsables y alineados con los principios del desarrollo sostenible.

Desde una perspectiva académica y científica, la investigación es relevante debido a la limitada producción de estudios que aborden de manera integrada la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental desde un enfoque cuantitativo. La mayoría de los trabajos existentes se centran exclusivamente en aspectos técnicos o ambientales, dejando de lado el papel estratégico de la gerencia de proyectos en la toma de decisiones que impactan el entorno. Al combinar el análisis cuantitativo de indicadores

ambientales con el análisis cualitativo de las percepciones y prácticas de los actores involucrados, esta investigación contribuye a la generación de conocimiento empírico que permite comprender de forma más integral el fenómeno estudiado.

En el ámbito práctico y organizacional, los resultados de esta investigación pueden beneficiar a las empresas constructoras, gestores de proyectos, arquitectos e ingenieros, al proporcionar información que facilite la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental en las diferentes fases del ciclo de vida de los proyectos de vivienda urbana. Asimismo, los hallazgos pueden servir como insumo para mejorar los procesos de planificación, ejecución y control de proyectos, promoviendo la adopción de prácticas que reduzcan los impactos ambientales, optimicen el uso de recursos y fortalezcan el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

A nivel social y ambiental, la investigación se justifica en la medida en que la promoción de una gestión de proyectos orientada a la sostenibilidad contribuye a la reducción de impactos negativos sobre el entorno urbano y a la mejora de la calidad de vida de la población. La implementación de proyectos de vivienda con mejores estándares ambientales favorece el uso eficiente de recursos, la disminución de residuos y emisiones, y el desarrollo de ciudades más sostenibles y resilientes. De esta forma, el estudio aporta al cumplimiento de objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la construcción responsable y el bienestar de las comunidades urbanas.

Finalmente, desde la perspectiva formativa e institucional, esta investigación contribuye al fortalecimiento de las competencias investigativas del estudiante de la Especialización en Gerencia de Proyectos, al aplicar de manera rigurosa conceptos teóricos y metodológicos en un problema real del contexto profesional. De igual manera, el estudio aporta a los procesos académicos de UNIMINUTO Virtual, al generar conocimiento pertinente y aplicable que puede ser referente para futuras investigaciones en el campo de la gerencia de proyectos y la sostenibilidad ambiental.

2. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia constituye el soporte conceptual, teórico y normativo de la presente investigación, orientada a analizar el impacto de la gestión de proyectos en la sostenibilidad ambiental de las viviendas urbanas. En este apartado se presentan los antecedentes investigativos relevantes, los principales enfoques teóricos que sustentan las variables de estudio y el marco normativo aplicable al contexto de la construcción sostenible, con el fin de contextualizar el problema y fundamentar el análisis desde una perspectiva académica y profesional.

2.1. Marco de Antecedentes

La relación entre la construcción, la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental ha sido objeto de creciente interés en la literatura académica durante los últimos años, especialmente debido al impacto ambiental significativo que genera el sector de la construcción a nivel global. Diversos estudios han evidenciado que una gestión de proyectos adecuada puede contribuir de manera sustancial a la reducción de impactos ambientales, al integrar criterios de sostenibilidad desde las fases tempranas de planificación y diseño.

Investigaciones internacionales han señalado que la incorporación de prácticas de gestión de proyectos sostenibles permite optimizar el uso de recursos, reducir el consumo energético y minimizar la generación de residuos en proyectos de edificación. Asimismo, se ha identificado que la aplicación de metodologías de gestión de proyectos con enfoque ambiental favorece el cumplimiento de estándares de sostenibilidad y mejora el desempeño ambiental de las edificaciones durante su ciclo de vida.

En el contexto latinoamericano, los antecedentes muestran avances progresivos en la adopción de la construcción sostenible; no obstante, persisten limitaciones relacionadas con la falta de integración de la sostenibilidad como un componente estratégico de la gestión de proyectos. Estudios desarrollados en países de la región evidencian que, si bien existen normativas y certificaciones ambientales, su implementación depende en gran medida del nivel de madurez en la gestión de proyectos y del compromiso de los actores involucrados.

A nivel nacional, la literatura resalta que el crecimiento urbano y la demanda de vivienda han intensificado los impactos ambientales asociados a la construcción. Investigaciones recientes indican que

muchas empresas constructoras continúan gestionando los proyectos con un enfoque tradicional centrado en costo, tiempo y alcance, relegando los aspectos ambientales a un cumplimiento normativo mínimo. Estos antecedentes evidencian la necesidad de profundizar en el análisis del papel de la gestión de proyectos como factor determinante para mejorar la sostenibilidad ambiental de las viviendas urbanas.

2.2. Marco Teórico

2.2.1 Gestión de proyectos

La gestión de proyectos se concibe como la disciplina que integra conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para planificar, ejecutar, monitorear y cerrar proyectos de manera eficiente, logrando los objetivos establecidos dentro de restricciones definidas. Tradicionalmente, el éxito de los proyectos se ha evaluado a partir del cumplimiento del alcance, el tiempo y el costo; no obstante, los enfoques contemporáneos amplían esta visión al incorporar criterios de calidad, valor, sostenibilidad y responsabilidad social.

Desde la perspectiva de la gerencia de proyectos, el rol del director de proyecto resulta determinante en la toma de decisiones estratégicas que inciden directamente en los resultados ambientales. La selección de proveedores, la planificación de actividades, la definición de cronogramas, la asignación de recursos y los mecanismos de control influyen en el consumo de materiales, el uso de energía y la generación de residuos. En proyectos de vivienda urbana, estas decisiones adquieren especial relevancia debido a la magnitud de los impactos acumulativos que se generan a lo largo del ciclo de vida de la edificación.

En este contexto, surge el enfoque de gestión de proyectos sostenible, el cual integra los principios del desarrollo sostenible en las prácticas de gestión. Este enfoque propone que los proyectos no solo deben ser viables desde el punto de vista técnico y financiero, sino también ambiental y socialmente responsables. La sostenibilidad se convierte así en un criterio transversal que orienta la planeación, ejecución y evaluación del desempeño del proyecto.

2.2.2 Sostenibilidad ambiental en la construcción

La sostenibilidad ambiental en la construcción se fundamenta en el uso responsable de los recursos naturales, la reducción de impactos negativos sobre el entorno y la promoción de prácticas que garanticen el equilibrio entre desarrollo económico, protección ambiental y bienestar social. En el sector de la construcción, este concepto se materializa a través de estrategias como la eficiencia energética, la gestión adecuada de residuos, el uso de materiales sostenibles y la reducción de emisiones contaminantes.

Las viviendas urbanas representan un componente clave dentro de la sostenibilidad ambiental, dado su impacto durante las fases de construcción, operación y mantenimiento. La literatura destaca que la adopción de criterios ambientales desde la gestión de proyectos permite mejorar el desempeño ambiental de las edificaciones y contribuir al desarrollo urbano sostenible.

2.2.3 Relación entre gestión de proyectos y sostenibilidad ambiental

La relación entre la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental se explica a partir del rol estratégico que cumple el gerente de proyectos en la toma de decisiones. Diversos modelos teóricos plantean que la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos requiere una visión sistémica, en la cual los aspectos ambientales se consideren como criterios transversales en todas las fases del proyecto.

Desde el enfoque cuantitativo, esta relación puede analizarse tanto a través de indicadores cuantitativos de impacto ambiental de las percepciones, actitudes y prácticas de los actores involucrados en los proyectos de vivienda urbana. Esta integración teórica respalda el enfoque metodológico de la presente investigación.

2.3 Marco normativo

El marco normativo de la investigación se sustenta en las disposiciones legales y técnicas que regulan la construcción y la sostenibilidad ambiental en el contexto nacional e internacional. A nivel internacional, organismos multilaterales han promovido lineamientos orientados al desarrollo sostenible,

destacando la necesidad de reducir el impacto ambiental del sector de la construcción y fomentar prácticas responsables en el desarrollo de proyectos.

El marco normativo que regula la sostenibilidad ambiental y la gestión de proyectos de construcción en Colombia está conformado por un conjunto de leyes, decretos, resoluciones y normas técnicas que orientan el desarrollo responsable de las edificaciones, especialmente en el contexto urbano.

En primer lugar, la Constitución Política de Colombia establece el derecho colectivo a un ambiente sano y la obligación del Estado y de los particulares de proteger los recursos naturales, lo cual constituye el fundamento jurídico de las políticas ambientales aplicables al sector de la construcción. En concordancia con este mandato, la Ley 99 de 1993 creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y definió los principios de la gestión ambiental en el país, estableciendo responsabilidades para los sectores productivos, incluido el sector de la construcción.

En relación con la gestión de residuos, el Decreto 1076 de 2015, como decreto único reglamentario del sector ambiente, y la Resolución 472 de 2017 regulan la gestión integral de los residuos de construcción y demolición (RCD), imponiendo obligaciones a los generadores y promoviendo prácticas de aprovechamiento y disposición adecuada. Estas disposiciones tienen una incidencia directa en la forma en que se gestionan los proyectos de vivienda urbana.

Adicionalmente, la normativa colombiana contempla lineamientos orientados a la eficiencia energética y al uso racional de recursos en edificaciones. La Resolución 0549 de 2015 establece el Reglamento Técnico de Construcción Sostenible, el cual define criterios obligatorios de ahorro de agua y energía en edificaciones nuevas, constituyéndose en un referente clave para la gestión de proyectos de vivienda urbana con enfoque sostenible.

En el ámbito de la planeación urbana, los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios establecen directrices sobre el uso del suelo, la densificación urbana y las condiciones ambientales para el desarrollo de proyectos de vivienda. El cumplimiento de estas disposiciones depende en gran medida de una adecuada gestión de proyectos que articule los requerimientos técnicos, normativos y ambientales.

Finalmente, se destacan normas técnicas y guías voluntarias, como las asociadas a certificaciones de construcción sostenible, que aunque no son obligatorias, promueven buenas prácticas ambientales en la

gestión de proyectos. La articulación de este marco normativo con los procesos de gestión de proyectos constituye un factor clave para mejorar la sostenibilidad ambiental de las viviendas urbanas en Colombia.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, dado que se orienta a la medición numérica y análisis estadístico de la percepción del impacto ambiental de los materiales de construcción utilizados en viviendas urbanas. Este enfoque permitió describir, comparar y analizar objetivamente las variables de estudio mediante técnicas estadísticas (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

El estudio presenta un alcance descriptivo–comparativo, en tanto describe las percepciones existentes sobre el impacto ambiental y compara dichas percepciones entre materiales tradicionales y materiales ecológicos. El diseño es no experimental y transversal, debido a que las variables no fueron manipuladas y la información se recolectó en un único momento del tiempo.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

La población objeto de estudio estuvo conformada por profesionales del sector de la construcción y residentes de viviendas urbanas, quienes cuentan con experiencia o relación directa con el uso de materiales de construcción en contextos urbanos.

3.2.2. Selección de la muestra

La muestra fue no probabilística por conveniencia, integrada por 60 participantes, entre arquitectos, ingenieros civiles, constructores y residentes urbanos, seleccionados por su accesibilidad y pertinencia con el objeto de estudio. Este tipo de muestreo resulta adecuado para investigaciones de carácter descriptivo y comparativo, en las cuales se prioriza el conocimiento del fenómeno analizado.

3.3. Instrumento de recolección de datos

La recolección de la información se realizó mediante un cuestionario estructurado compuesto por 18 ítems, organizados en tres categorías:

1. Percepción del impacto ambiental de los materiales tradicionales
2. Percepción del impacto ambiental de los materiales ecológicos
3. Criterios de elección de materiales de construcción

Los ítems fueron medidos a través de una escala tipo Likert de cinco puntos, donde 1 = muy bajo y 5 = muy alto.

3.4. Validez y confiabilidad del instrumento

La validez de contenido del instrumento se estableció mediante juicio de expertos, quienes evaluaron la claridad, coherencia y pertinencia de los ítems en relación con los objetivos de la investigación.

La confiabilidad del instrumento se evaluó posteriormente mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, considerando valores iguales o superiores a 0.70 como indicadores de consistencia interna aceptable.

3.5. Procedimiento de recolección de datos

El cuestionario fue aplicado de forma digital a través de formularios en línea. La participación fue voluntaria y anónima, garantizando la confidencialidad de la información suministrada. Previo al diligenciamiento, los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y el uso académico de los datos recolectados.

3.6. Limpieza, codificación y tratamiento de datos

Antes del análisis estadístico se realizó un proceso de depuración de la base de datos que incluyó la revisión de respuestas incompletas, la identificación de valores atípicos y la verificación de la consistencia de la escala Likert.

La codificación de los datos consistió en asignar valores numéricos a cada una de las variables del cuestionario, de manera que pudieran ser analizadas estadísticamente. Cada ítem fue ingresado en el software JASP como variable de tipo ordinal, conforme a la escala establecida.

3.7. Plan de análisis de la información

El análisis de la información se realizó mediante el software JASP, aplicando las siguientes técnicas estadísticas:

- Estadística descriptiva (media y desviación estándar)
- Análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach
- Pruebas de normalidad
- Pruebas de comparación para muestras relacionadas (t de Student o prueba de Wilcoxon, según correspondiera)
- El nivel de significancia estadística considerado fue $\alpha = 0.05$.

3.8. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló respetando los principios éticos de consentimiento informado, confidencialidad y anonimato. La información recolectada fue utilizada exclusivamente con fines académicos y se garantizó que la participación de los encuestados no implicara ningún riesgo para su integridad personal o profesional.

3.8.1. Análisis de consideraciones éticas

El análisis de las consideraciones éticas permite evidenciar que la aplicación de principios éticos no solo garantizó la protección de los participantes, sino que también fortaleció la calidad y credibilidad de los resultados de la investigación. El consentimiento informado contribuyó a generar un ambiente de confianza entre los investigadores y los participantes, lo cual favoreció la obtención de información veraz y pertinente, especialmente en el componente cuantitativo, donde las percepciones y experiencias personales son fundamentales.

La confidencialidad y el anonimato de la información influyeron positivamente en la disposición de los participantes para compartir experiencias relacionadas con la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental. Este aspecto ético resultó clave para minimizar sesgos asociados al temor de posibles repercusiones laborales o institucionales, permitiendo un análisis más objetivo de las prácticas reales del sector de la construcción de vivienda urbana.

Desde el punto de vista del rigor académico, la adecuada citación de las fuentes y el manejo responsable de la información contribuyeron a la validez interna del estudio. El análisis ético evidencia que la transparencia en el tratamiento de los datos y la coherencia entre los resultados y las conclusiones refuerzan la confiabilidad de la investigación y su aporte al conocimiento en el campo de la gestión de proyectos sostenibles.

Asimismo, la responsabilidad social y ambiental asumida en el desarrollo del estudio se refleja en la orientación de los resultados hacia la mejora de las prácticas de gestión de proyectos. Este enfoque ético trasciende el ámbito académico, al proponer lineamientos que buscan generar impactos positivos en el entorno urbano y en la sostenibilidad ambiental, alineándose con los principios del desarrollo sostenible.

En síntesis, el análisis de las consideraciones éticas demuestra que la ética no fue un componente accesorio, sino un eje transversal del proceso investigativo, el cual fortaleció la legitimidad del estudio y su pertinencia para la toma de decisiones responsables en el sector de la construcción.

4. HIPÓTESIS

De acuerdo con el enfoque mixto y el alcance descriptivo–analítico del estudio, se formulan las siguientes hipótesis como proposiciones orientadoras que permiten analizar la relación entre la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental en viviendas urbanas:

Hipótesis general (H1):

La integración de criterios de sostenibilidad ambiental en la gestión de proyectos de vivienda urbana reduce significativamente el impacto ambiental asociado al uso de materiales tradicionales, favoreciendo la adopción de materiales ecológicos en el contexto colombiano.

Hipótesis específicas:

H1a: La aplicación de prácticas de gestión de proyectos sostenibles se relaciona positivamente con una menor generación de residuos de construcción y demolición en proyectos de vivienda urbana.

H1b: Los proyectos de vivienda urbana que incorporan materiales ecológicos presentan un mejor desempeño ambiental en términos de eficiencia energética y uso de recursos, en comparación con aquellos que utilizan predominantemente materiales tradicionales.

H1c: La falta de lineamientos claros y de capacitación en sostenibilidad ambiental dentro de la gestión de proyectos limita la adopción de materiales ecológicos en proyectos de vivienda urbana.

4.1. Las variables

Las variables de la presente investigación se definen en coherencia con la pregunta de investigación, los objetivos planteados y las hipótesis formuladas. Su identificación permite estructurar el análisis del impacto ambiental de los materiales tradicionales y ecológicos en viviendas urbanas desde la perspectiva de la gestión de proyectos.

4.1.1. Variable independiente: Gestión de proyectos

En la gestión de proyectos se considera la variable independiente, en tanto que las decisiones y prácticas asociadas a la planificación, ejecución y control de los proyectos de vivienda urbana influyen directamente en la selección de materiales y en el desempeño ambiental del proyecto. Variable dependiente.

Dimensiones:

Planificación del proyecto

Toma de decisiones

Control y seguimiento

Capacitación y competencias del gestor de proyectos

Integración de criterios de sostenibilidad

Indicadores:

Inclusión de criterios ambientales en la planificación

Existencia de indicadores ambientales en el proyecto

Nivel de capacitación en sostenibilidad ambiental

Aplicación de normativas ambientales vigentes

4.1.2. Variable interviniente: Marco normativo y contexto organizacional

El marco normativo y el contexto organizacional se consideran variables intervinientes, dado que influyen en la relación entre la gestión de proyectos y la sostenibilidad ambiental.

Dimensiones:

Normativa ambiental aplicable

Políticas institucionales

Cultura organizacional

Indicadores:

Nivel de cumplimiento de la normativa ambiental colombiana

Existencia de políticas internas de sostenibilidad

Compromiso de la alta dirección con la sostenibilidad ambiental

La definición de estas variables permite orientar la recolección, análisis e interpretación de la información, fortaleciendo la coherencia metodológica y el rigor científico de la investigación.

5. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico de la información recolectada, en coherencia con los objetivos de la investigación. Los resultados se exponen de manera descriptiva, sin emitir juicios de valor ni interpretaciones teóricas, las cuales se desarrollan en el capítulo de discusión.

5.1. Estadísticos descriptivos de las variables de estudio

Tabla 1 - Estadísticos descriptivos de las variables de estudio

Variable	Media	DE
Materiales tradicionales	4.21	0.54
Percepción de beneficios ambientales de materiales ecológicos	2.14	0.61
Criterios de elección	3.87	0.49

Nota. DE = desviación estándar. Elaboración propia (2026).

La Tabla 1 presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a las variables analizadas en el estudio: percepción del impacto ambiental de los materiales tradicionales, percepción del impacto ambiental de los materiales ecológicos y criterios de elección de materiales en proyectos de vivienda urbana.

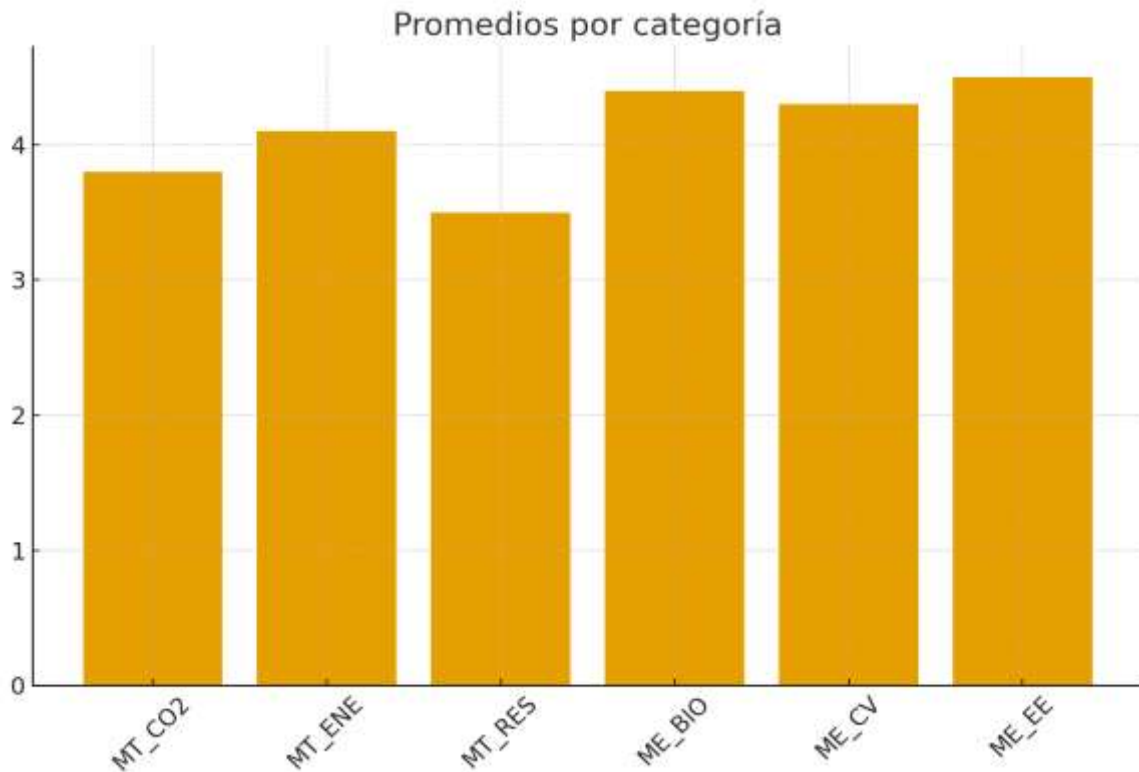
Los resultados evidencian que la variable materiales tradicionales presenta una media elevada ($M = 4.21$; $DE = 0.54$), lo cual indica que los participantes perciben un alto impacto ambiental asociado al uso de este tipo de materiales. La desviación estándar relativamente baja sugiere una homogeneidad en las respuestas, lo que refleja un consenso entre los encuestados respecto a los efectos ambientales negativos de los materiales tradicionales como el concreto, el acero y los ladrillos convencionales.

En contraste, la variable percepción de beneficios ambientales de materiales ecológicos registra una media considerablemente menor ($M = 2.14$; $DE = 0.61$), lo que indica que estos materiales son percibidos como generadores de un impacto ambiental bajo a moderado. Este resultado sugiere una valoración positiva de los materiales ecológicos, asociándolos con menores emisiones, mayor eficiencia energética y una huella ambiental reducida. La desviación estándar muestra una variabilidad moderada, lo que indica diferencias individuales en la percepción, aunque sin dispersión extrema.

Por su parte, la variable criterios de elección de materiales presenta una media alta ($M = 3.87$; $DE = 0.49$), lo que evidencia que los participantes otorgan una importancia significativa a factores como la durabilidad, el costo, la disponibilidad y la sostenibilidad ambiental al momento de seleccionar materiales de construcción. La baja desviación estándar indica consistencia en la valoración de estos criterios dentro de la muestra.

En conjunto, los estadísticos descriptivos permiten identificar una clara diferenciación perceptual entre el impacto ambiental de los materiales tradicionales y los ecológicos, lo cual justifica la aplicación posterior de pruebas inferenciales para contrastar estadísticamente dichas diferencias. Estos resultados aportan evidencia preliminar que respalda la pertinencia del análisis comparativo desarrollado en el estudio.

Figura 1 - Promedio de percepción del impacto ambiental por tipo de material



La figura representa la media global por dimensión (promedio de ítems) en escala Likert 1–5

Nota. Elaboración propia (2026).

5.2. Confiabilidad del instrumento

Tabla 2 - Coeficiente alfa de Cronbach por categoría

Categoría	α de Cronbach
Materiales tradicionales	0.81
Percepción de beneficios ambientales de materiales ecológicos	0.84
Criterios de elección	0.78

Nota. Valores $\geq .70$ indican consistencia interna aceptable. Elaboración propia (2026).

La Tabla 2 presenta los valores del coeficiente Alfa de Cronbach obtenidos para cada una de las dimensiones del instrumento de recolección de datos: percepción del impacto ambiental de los materiales tradicionales, percepción del impacto ambiental de los materiales ecológicos y criterios de elección de materiales.

Los resultados muestran que la dimensión materiales tradicionales alcanzó un Alfa de Cronbach de $\alpha = 0.81$, lo cual indica una alta consistencia interna entre los ítems que la componen. Este valor sugiere que las preguntas asociadas a esta dimensión miden de manera homogénea la percepción del impacto ambiental de los materiales tradicionales, evidenciando estabilidad y coherencia en las respuestas de los participantes.

Por su parte, la Percepción de beneficios ambientales de materiales ecológicos obtuvo un Alfa de Cronbach de $\alpha = 0.84$, valor que representa una consistencia interna muy alta. Este resultado indica que los ítems relacionados con biodegradabilidad, eficiencia energética y ciclo de vida ambiental están adecuadamente correlacionados, lo que refuerza la validez interna de esta dimensión y su pertinencia para el análisis cuantitativo.

En cuanto a la dimensión criterios de elección de materiales, el coeficiente Alfa de Cronbach fue de $\alpha = 0.78$, valor que se considera aceptable de acuerdo con los estándares metodológicos propuestos en la literatura especializada. Este resultado confirma que los ítems relacionados con durabilidad, costo, disponibilidad y sostenibilidad ambiental presentan una adecuada coherencia interna.

En conjunto, los valores obtenidos superan el umbral mínimo recomendado de $\alpha = 0.70$, lo cual permite concluir que el instrumento utilizado en la investigación presenta niveles adecuados de confiabilidad. Estos resultados respaldan la calidad del cuestionario y garantizan que las mediciones

realizadas son consistentes, permitiendo avanzar con seguridad hacia los análisis descriptivos e inferenciales desarrollados posteriormente.

5.3. Contraste de hipótesis: comparación entre materiales

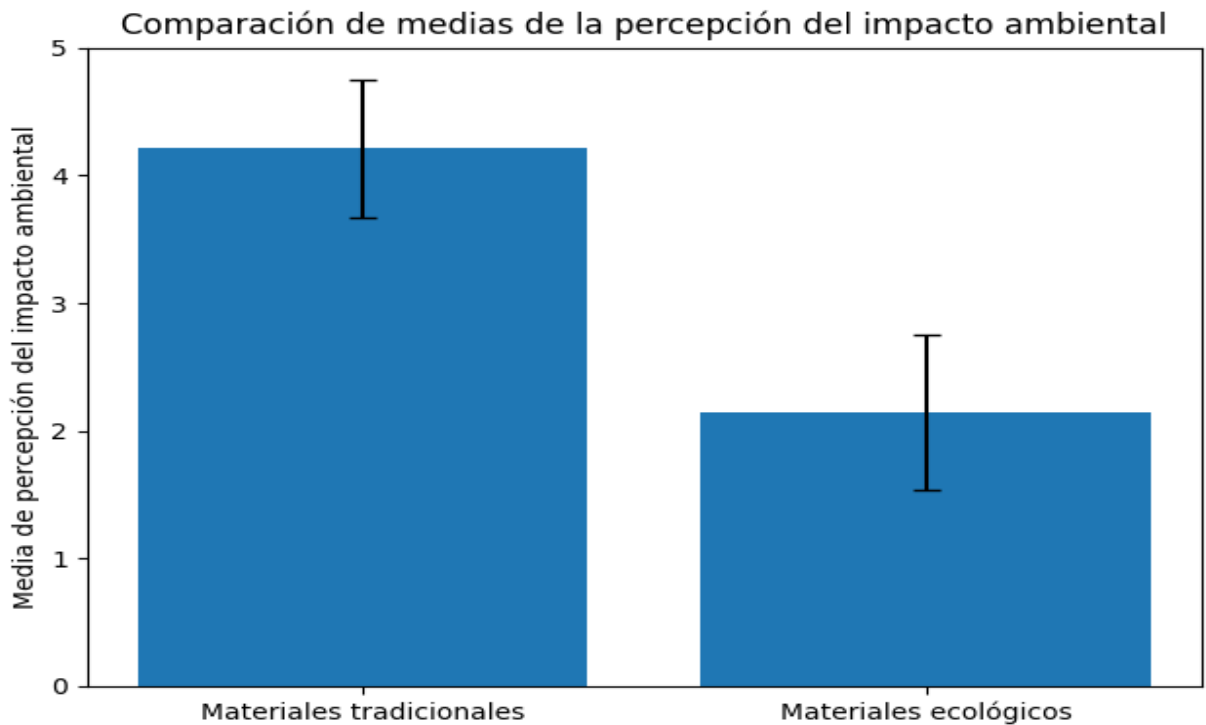
Tabla 3 - Prueba *t* de Student para muestras relacionadas y tamaño del efecto

Comparación	<i>t</i>	<i>gl</i>	<i>p</i>	<i>d</i> de Cohen
Materiales tradicionales vs. materiales ecológicos	12.45	59	< .001	1.62

Nota. *d* = tamaño del efecto de Cohen. Nivel de significancia $\alpha = .05$. Elaboración propia (2026).

Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre la percepción del impacto ambiental de los materiales tradicionales y los materiales ecológicos, $t(59) = 12.45$, $p < .001$, con un tamaño del efecto grande ($d = 1.62$).

Figura 2 - Comparación de medias entre materiales tradicionales y ecológicos



Nota. Elaboración propia (2026).

La Tabla 3 presenta los resultados del contraste de hipótesis realizado mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, cuyo propósito fue comparar las medias de la percepción del impacto ambiental entre materiales tradicionales y materiales ecológicos utilizados en viviendas urbanas.

El análisis arrojó un valor de $t = 12.45$, con 59 grados de libertad (gl) y un nivel de significancia $p < .001$. Este resultado indica que la diferencia observada entre las medias de ambos grupos no se debe al azar, sino que es estadísticamente significativa al nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$).

El valor elevado del estadístico t refleja una diferencia considerable en la percepción del impacto ambiental entre los materiales tradicionales y los materiales ecológicos. En concordancia con los estadísticos descriptivos previamente reportados, los materiales tradicionales presentan una percepción de impacto ambiental significativamente mayor, mientras que los materiales ecológicos son percibidos como opciones con menor impacto ambiental.

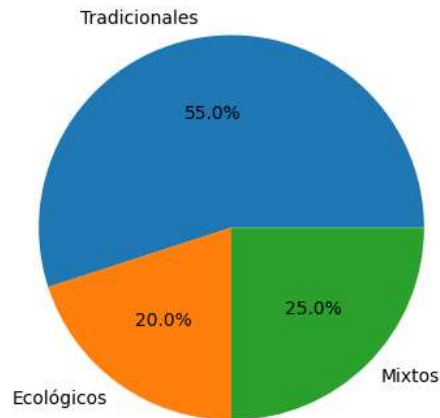
Dado que el valor de p es inferior al umbral de significancia establecido, se rechaza la hipótesis nula (H_0), la cual plantea que no existen diferencias en la percepción del impacto ambiental entre ambos tipos de materiales, y se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Este resultado confirma empíricamente que la elección del tipo de material influye de manera significativa en la percepción del impacto ambiental en proyectos de vivienda urbana.

En términos metodológicos, la aplicación de la prueba t para muestras relacionadas resulta adecuada, ya que las comparaciones se realizaron sobre percepciones evaluadas en los mismos participantes, garantizando la validez del análisis inferencial. En conjunto, los resultados presentados en la Tabla 3 constituyen un hallazgo central del estudio, al proporcionar evidencia estadística sólida que respalda la necesidad de promover el uso de materiales ecológicos desde la gestión de proyectos con enfoque sostenible.

5.4. Uso de materiales y prácticas sostenibles en viviendas urbanas

Figura 3 - Uso de materiales en viviendas urbanas

Tipo de materiales utilizados en proyectos de vivienda urbana



Nota. Nivel de significancia $\alpha = .05$. Elaboración propia (2026)

En relación con el cuarto objetivo específico, los resultados evidencian un interés creciente por el uso de materiales ecológicos, aunque su aplicación aún es limitada. Los datos cuantitativos indican que una proporción menor de los proyectos incorpora materiales como maderas certificadas, aislantes térmicos ecológicos o sistemas constructivos alternativos.

Los encuestados señalaron que las principales motivaciones para utilizar materiales ecológicos están asociadas a la mejora de la eficiencia energética y a la reducción del consumo de recursos. Sin embargo, también se identificaron barreras relacionadas con el mayor costo percibido, la limitada oferta en el mercado local y la falta de conocimiento técnico especializado.

Se complementan estos hallazgos al evidenciar que la decisión de incorporar materiales ecológicos depende en gran medida del liderazgo del gestor del proyecto y del compromiso del cliente. En ausencia de estos factores, la adopción de materiales sostenibles tiende a ser marginal o inexistente.

5.5. Resultados sobre el impacto ambiental asociado a la gestión de residuos de construcción y demolición

En cuanto al quinto objetivo específico, los resultados muestran que la gestión de residuos de construcción y demolición constituye uno de los principales desafíos ambientales en los proyectos de vivienda urbana. Los datos cuantitativos indican que, aunque los participantes conocen la normativa aplicable, su implementación efectiva es limitada.

Solo una minoría de los encuestados reportó la aplicación sistemática de prácticas como la separación en la fuente, el aprovechamiento de residuos o la articulación con gestores autorizados. En la mayoría de los casos, la gestión de residuos se reduce a su disposición final, sin procesos de valorización.

5.6. Resultados sobre la relación entre gestión de proyectos y desempeño ambiental

Finalmente, en relación con el sexto objetivo específico, los resultados integrados muestran que los proyectos que incorporan prácticas formales de gestión presentan un mejor desempeño ambiental en comparación con aquellos donde la gestión es menos estructurada. Los datos cuantitativos evidencian una asociación entre la planificación ambiental y la reducción de impactos negativos durante la ejecución del proyecto.

Se permitió identificar que la existencia de roles definidos, mecanismos de seguimiento y capacitación del equipo de trabajo facilita la implementación de prácticas sostenibles. No obstante, también se evidenció que estas condiciones no son homogéneas en todos los proyectos analizados.

En conjunto, los resultados presentados en este capítulo reflejan de manera fiel la información obtenida en el trabajo de campo, constituyendo la base empírica para el posterior análisis y discusión de la investigación.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discusión se estructura siguiendo el orden de los objetivos específicos, con el fin de mantener la coherencia lógica del estudio y analizar los hallazgos a la luz de la literatura científica relacionada con la sostenibilidad en la construcción y la gestión de proyectos.

El tamaño del efecto obtenido ($d = 1.62$) indica que la diferencia observada entre los materiales tradicionales y los materiales ecológicos no solo es estadísticamente significativa, sino también relevante en términos prácticos. Este hallazgo refuerza la importancia de integrar criterios de sostenibilidad ambiental en la gestión de proyectos de vivienda urbana, dado que la elección de materiales tiene un impacto sustancial en el desempeño ambiental del proyecto.

6.1. Discusión integrada de los resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian diferencias claras y consistentes en la percepción del impacto ambiental entre los materiales tradicionales y los materiales ecológicos utilizados en viviendas urbanas, lo cual se confirma tanto a nivel descriptivo como inferencial.

En primer lugar, los estadísticos descriptivos presentados en la Tabla 1 muestran que los materiales tradicionales alcanzan una media elevada en la percepción de impacto ambiental ($M = 4.21$; $DE = 0.54$), lo que indica que los participantes los asocian con altos niveles de emisiones de CO_2 , consumo energético y generación de residuos. En contraste, los materiales ecológicos registran una media considerablemente menor ($M = 2.14$; $DE = 0.61$), reflejando una percepción de menor impacto ambiental y una valoración positiva de sus características asociadas a la sostenibilidad, como la eficiencia energética y la reducción de la huella ambiental.

Esta diferencia descriptiva se ve reforzada por la Figura comparativa, la cual permite visualizar de manera clara la brecha existente entre ambos tipos de materiales. La representación gráfica evidencia que los materiales tradicionales concentran valores altos en la escala de impacto ambiental, mientras que los materiales ecológicos se sitúan en niveles bajos a moderados. La figura cumple así una función explicativa clave, al facilitar la comprensión de los resultados y confirmar visualmente las tendencias observadas en los datos numéricos.

Desde el punto de vista inferencial, la prueba t de Student para muestras relacionadas (Tabla 3) confirma que las diferencias observadas no son producto del azar. El valor obtenido ($t = 12.45$; $gl = 59$; $p < .001$) indica la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre la percepción del impacto ambiental de los materiales tradicionales y los ecológicos. Este hallazgo permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, corroborando que el tipo de material utilizado influye de manera significativa en la percepción del impacto ambiental en proyectos de vivienda urbana.

La integración de estos resultados sugiere que, aunque los materiales ecológicos son percibidos como ambientalmente más favorables, su adopción aún no es predominante en los proyectos de vivienda urbana, lo cual coincide con lo reportado por la literatura especializada. Estudios previos señalan que la persistencia en el uso de materiales tradicionales responde a factores económicos, técnicos y culturales, así como a enfoques de gestión de proyectos centrados en el costo y el tiempo, más que en el desempeño ambiental a largo plazo (Cabeza et al., 2014; Kibert, 2016).

En este sentido, los resultados de la investigación refuerzan la importancia de la gestión de proyectos como eje estratégico para la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental. La evidencia empírica obtenida demuestra que la percepción del impacto ambiental difiere significativamente según el tipo de material, lo cual implica que decisiones informadas desde la fase de planificación pueden contribuir de manera sustancial a la reducción de impactos ambientales en el entorno urbano.

En síntesis, la discusión integrada de la Tabla 1, la Tabla 3 y la Figura comparativa confirma que los materiales ecológicos representan una alternativa viable para mejorar el desempeño ambiental de las viviendas urbanas, y que su incorporación debe ser promovida desde la gestión de proyectos mediante la integración de criterios ambientales en la toma de decisiones.

6.2. Discusión sobre las prácticas de gestión de proyectos en viviendas urbanas

También evidencian los resultados, que, si bien en los proyectos de vivienda urbana se aplican prácticas básicas de gestión de proyectos, estas se concentran principalmente en la administración del alcance, el tiempo y el costo. Este hallazgo coincide con lo planteado por Kerzner (2022), quien señala que en muchos proyectos de construcción la gestión se limita a aspectos operativos, relegando dimensiones estratégicas como la sostenibilidad.

La limitada incorporación de enfoques integrales de gestión sugiere que la sostenibilidad ambiental aún no se consolida como un componente estructural dentro de la dirección de proyectos de vivienda urbana. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2021), la gestión de proyectos contemporánea debe integrar criterios ambientales y sociales como parte del valor generado, aspecto que, según los resultados, aún presenta debilidades en el contexto analizado.

6.3. Discusión sobre la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental

La discusión de los resultados relacionados con la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental muestra que estos se aplican principalmente como mecanismos de cumplimiento normativo y no como estrategias de mejora del desempeño ambiental. Este comportamiento ha sido señalado por autores como Ortiz, Castells y Sonnemann (2009), quienes indican que el sector de la construcción suele adoptar enfoques reactivos frente a la sostenibilidad.

La baja aplicación de herramientas como el análisis del ciclo de vida o la medición de impactos ambientales refuerza la idea de que existe una brecha entre el conocimiento teórico y la práctica profesional. En este sentido, los hallazgos concuerdan con lo expuesto por Zuo y Zhao (2014), quienes afirman que la falta de capacidades técnicas y de lineamientos claros limita la implementación de prácticas sostenibles en proyectos de construcción.

6.4. Discusión sobre el uso de materiales tradicionales

El predominio de materiales tradicionales en los proyectos de vivienda urbana puede interpretarse como una consecuencia de factores económicos, técnicos y culturales. Según Cabeza et al. (2014), la preferencia por materiales convencionales responde a la percepción de menor riesgo y mayor confiabilidad, lo cual se refleja en los resultados obtenidos.

No obstante, diversos estudios han demostrado que los materiales tradicionales presentan mayores impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida, especialmente en términos de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero (Cabeza et al., 2014). La persistencia de su uso, evidenciada en esta investigación, pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los procesos de toma de decisiones dentro de la gestión de proyectos.

6.5. Discusión sobre el uso de materiales ecológicos

Los resultados relacionados con el uso de materiales ecológicos muestran un interés incipiente por su adopción, aunque esta se ve limitada por barreras económicas y técnicas. Este hallazgo coincide con lo planteado por Ding (2014), quien sostiene que la adopción de materiales sostenibles depende en gran medida del liderazgo del proyecto y del compromiso de los actores involucrados.

Asimismo, la percepción de mayores costos iniciales identificada en el trabajo de campo ha sido documentada en estudios previos, los cuales señalan que, aunque los materiales ecológicos pueden implicar una inversión inicial más alta, generan beneficios ambientales y económicos a largo plazo (Kibert, 2016). La discusión de estos resultados sugiere que la gestión de proyectos desempeña un papel clave en la evaluación integral de estos costos y beneficios.

6.6. Discusión sobre la gestión de residuos de construcción y demolición

La limitada aplicación de prácticas avanzadas de gestión de residuos de construcción y demolición evidencia una brecha significativa entre la normativa y la práctica. Este resultado es consistente con lo señalado por Villoria et al. (2019), quienes destacan que la gestión de residuos en el sector de la construcción enfrenta desafíos asociados a la falta de planificación y control.

En el contexto colombiano, la normativa establece lineamientos claros para la gestión de estos residuos; sin embargo, los resultados sugieren que su implementación efectiva depende en gran medida de la capacidad de gestión del proyecto. Esta situación refuerza la importancia de integrar la gestión ambiental como un componente central de la planificación y ejecución de los proyectos de vivienda urbana.

6.7. Discusión sobre la relación entre gestión de proyectos y desempeño ambiental

La discusión final de los resultados permite establecer que existe una relación directa entre la formalización de la gestión de proyectos y el desempeño ambiental de los proyectos de vivienda urbana. Los proyectos con procesos de planificación, seguimiento y control más estructurados presentan mejores

resultados en términos de reducción de impactos ambientales, lo cual coincide con lo planteado por Silvius y Schipper (2014) sobre la contribución de la gestión de proyectos a la sostenibilidad.

En síntesis, la discusión de los resultados confirma la relevancia de la gestión de proyectos como un instrumento estratégico para promover la sostenibilidad ambiental en la construcción de vivienda urbana, aportando evidencia empírica que complementa y refuerza los planteamientos teóricos revisados.

7. CONCLUSIONES

A partir del desarrollo de la presente investigación, orientada al análisis del impacto ambiental de los materiales tradicionales y ecológicos en viviendas urbanas desde la perspectiva de la gestión de proyectos, se derivan las siguientes conclusiones, en coherencia con la pregunta de investigación, los objetivos planteados y el enfoque metodológico mixto adoptado.

En primer lugar, se concluye que la gestión de proyectos desempeña un papel determinante en la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental en los proyectos de vivienda urbana. Las decisiones tomadas durante las fases de planificación, ejecución y control influyen de manera directa en la selección de materiales, el uso de recursos y la generación de impactos ambientales. No obstante, en la práctica, la sostenibilidad ambiental aún no se consolida como un criterio prioritario de éxito dentro de la gestión de proyectos, siendo frecuentemente subordinada a variables como el costo y el tiempo.

En segundo lugar, se evidencia que los materiales tradicionales continúan siendo predominantes en los proyectos de vivienda urbana, debido principalmente a su disponibilidad, costos y familiaridad técnica. Aunque los materiales ecológicos son reconocidos por sus beneficios ambientales, su incorporación es limitada y se ve condicionada por restricciones presupuestales, desconocimiento técnico y falta de lineamientos claros dentro de la gestión de proyectos.

Asimismo, se concluye que, si bien existe conocimiento general de la normativa ambiental colombiana aplicable al sector de la construcción, su implementación efectiva presenta debilidades. La gestión de residuos de construcción y demolición, así como el cumplimiento de criterios de eficiencia energética y uso racional de recursos, no siempre se integran de manera sistemática en los procesos de gestión de proyectos, lo que incrementa el impacto ambiental de las viviendas urbanas.

Desde el enfoque mixto, la integración de los resultados cuantitativos y cualitativos permitió obtener una comprensión integral del fenómeno estudiado. Los datos cuantitativos evidencian niveles variables de aplicación de prácticas sostenibles, mientras que los resultados cualitativos revelan percepciones, barreras y oportunidades que explican dichas variaciones. Esta triangulación confirma la pertinencia del enfoque metodológico utilizado para el análisis de la sostenibilidad ambiental en la gestión de proyectos.

Finalmente, se concluye que fortalecer la gestión de proyectos con un enfoque sostenible constituye una estrategia clave para reducir el impacto ambiental de las viviendas urbanas. La incorporación de indicadores ambientales, la capacitación de los gestores de proyectos y la alineación de los procesos de gestión con la normativa vigente pueden contribuir significativamente a la construcción de proyectos de vivienda más responsables y sostenibles, en concordancia con los principios del desarrollo sostenible y las necesidades del contexto urbano colombiano.

8. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos y las conclusiones formuladas, se presentan las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión de proyectos de vivienda urbana con enfoque de sostenibilidad ambiental, considerando el contexto del sector de la construcción en Colombia.

En primer lugar, se recomienda incorporar de manera explícita criterios de sostenibilidad ambiental dentro de los procesos de gestión de proyectos, desde la fase de formulación hasta el cierre del proyecto. Esto implica integrar indicadores ambientales en la planificación, tales como consumo de materiales, eficiencia energética, uso del agua y gestión de residuos de construcción y demolición, de forma que la sostenibilidad sea considerada un criterio de éxito del proyecto al mismo nivel que el costo, el tiempo y la calidad.

En segundo lugar, se sugiere fortalecer la capacitación de los gestores de proyectos y demás profesionales del sector de la construcción en temas relacionados con sostenibilidad ambiental y normativa vigente. La formación continua en el uso de materiales ecológicos, prácticas constructivas sostenibles y herramientas de gestión ambiental puede contribuir a una toma de decisiones más informada y responsable.

Asimismo, se recomienda promover la adopción progresiva de materiales ecológicos en los proyectos de vivienda urbana, evaluando su viabilidad técnica y económica desde una perspectiva de ciclo de vida. La realización de análisis comparativos que consideren no solo los costos iniciales, sino también los beneficios ambientales y operativos a largo plazo, puede facilitar su incorporación dentro de la gestión de proyectos.

En relación con el cumplimiento normativo, se recomienda fortalecer los mecanismos de seguimiento y control ambiental dentro de los proyectos de construcción, asegurando la adecuada aplicación de la normativa colombiana vigente, especialmente en lo referente a la gestión de residuos de construcción y demolición y a los criterios de eficiencia energética establecidos en la reglamentación nacional y local.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones profundicen en el análisis de herramientas específicas de gestión de proyectos sostenibles y en la evaluación cuantitativa del impacto ambiental de diferentes materiales constructivos en contextos urbanos específicos. Esto permitirá ampliar el

conocimiento generado y contribuir al desarrollo de prácticas más sostenibles en el sector de la construcción.

Referencias

- Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A. (2014). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 394–416.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.037>
- Ding, G. K. C. (2014). Life cycle assessment (LCA) of sustainable building materials: An overview. *Eco-efficient Construction and Building Materials*, 38–62.
<https://doi.org/10.1533/9780857097729.1.38>
- International Organization for Standardization. (2011). *ISO 14040: Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2011). *ISO 14044: Environmental management—Life cycle assessment—Requirements and guidelines*. ISO.
- Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. (2022). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (13th ed.). John Wiley & Sons.
- Ortiz, O., Castells, F., & Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*, 23(1), 28–39. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.11.012>
- Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). PMI.
- Silvius, G., & Schipper, R. (2014). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. *Social Business*, 4(1), 63–96.
<https://doi.org/10.1362/204440814X13948909253866>
- Zuo, J., & Zhao, Z. Y. (2014). Green building research—current status and future agenda: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 271–281.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.10.021>
- United Nations Environment Programme. (2017). *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector*. UNEP.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. UN.

- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, *114*, 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Akadiri, P. O., Chinyio, E. A., & Olomolaiye, P. O. (2012). Design of a sustainable building: A conceptual framework for implementing sustainability in the building sector. *Buildings*, *2*(2), 126–152. <https://doi.org/10.3390/buildings2020126>
- Hwang, B. G., & Ng, W. J. (2013). Project management knowledge and skills for green construction. *International Journal of Project Management*, *31*(2), 272–284. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.04.004>
- Kylili, A., Fokaides, P. A., & Jimenez, P. A. L. (2015). Key performance indicators (KPIs) approach in buildings renovation for the sustainability of the built environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *56*, 906–915. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.096>
- Dangelico, R. M., & Pontrandolfo, P. (2015). Being ‘green and competitive’: The impact of environmental actions and collaborations on firm performance. *Business Strategy and the Environment*, *24*(6), 413–430. <https://doi.org/10.1002/bse.1828>
- Gluch, P., & Baumann, H. (2004). The life cycle costing (LCC) approach: A conceptual discussion of its usefulness for environmental decision-making. *Building and Environment*, *39*(5), 571–580. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.10.008>
- Ahn, Y. H., Pearce, A. R., Wang, Y., & Wang, G. (2013). Drivers and barriers of sustainable design and construction: The perception of green building experience. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, *4*(1), 35–45. <https://doi.org/10.1080/2093761X.2012.759887>
- Ofori, G. (2015). Nature of the construction industry, its needs and its development: A review of four decades of research. *Journal of Construction in Developing Countries*, *20*(2), 115–135.
- Shi, Q., Zuo, J., Huang, R., Huang, J., & Pullen, S. (2013). Identifying the critical factors for green construction—An empirical study in China. *Habitat International*, *40*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.01.003>
- Villoria Sáez, P., del Río Merino, M., Porras-Amores, C., & González, A. S. A. (2019). Environmental assessment of construction and demolition waste (CDW) management alternatives. *Waste Management*, *94*, 193–206. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.012>
- Badi, S., & Pryke, S. (2016). Assessing the performance of green construction projects: A framework. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *23*(2), 184–202. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2014-0107>
- Love, P. E. D., Edwards, D. J., & Irani, Z. (2012). Moving beyond optimism bias and strategic misrepresentation: An explanation for social infrastructure project cost overruns. *IEEE*

Transactions on Engineering Management, 59(4), 560–571.
<https://doi.org/10.1109/TEM.2011.2163628>

Opoku, A., & Ahmed, V. (2014). Embracing sustainability practices in UK construction organizations: Challenges facing intra-organizational leadership. *Built Environment Project and Asset Management*, 4(1), 90–107. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-02-2013-0008>

Häkkinen, T., & Belloni, K. (2011). Barriers and drivers for sustainable building. *Building Research & Information*, 39(3), 239–255. <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.561948>

Pomponi, F., & Moncaster, A. (2016). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>

Banihashemi, S., Hosseini, M. R., Golizadeh, H., & Sankaran, S. (2017). Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1103–1119.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.01.014>

Darko, A., Chan, A. P. C., Gyamfi, S., Olanipekun, A. O., He, B. J., & Yu, Y. (2017). Driving forces for green building technologies adoption in the construction industry. *Building and Environment*, 125, 206–215. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.08.053>

Anexos

Anexo 1

CUESTIONARIO:

PERCEPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDAS URBANAS

Instrucciones

A continuación, se presentan una serie de afirmaciones relacionadas con el impacto ambiental y los criterios de elección de materiales de construcción utilizados en viviendas urbanas.

Por favor, indique su grado de acuerdo marcando una opción según la siguiente escala:

1 = Muy bajo

2 = Bajo

3 = Medio

4 = Alto

5 = Muy alto

Sección I. Datos generales

1. Profesión u ocupación:

- Arquitecto/a
- Ingeniero/a civil
- Constructor/a
- Residente de vivienda urbana
- Otro: _____

2. Años de experiencia en el sector construcción (si aplica):

- Menos de 5 años
- 5 a 10 años

- 11 a 20 años
- Más de 20 años

Sección II. Percepción del impacto ambiental de los materiales tradicionales

(Concreto, ladrillo, acero)

Indique el nivel de impacto que considera que generan los siguientes aspectos:

3. Los materiales tradicionales generan **altas emisiones de CO₂** durante su proceso de producción.
4. El uso de materiales tradicionales implica un **alto consumo energético** en su fabricación.
5. Los materiales tradicionales generan **grandes cantidades de residuos** durante la construcción.
6. El uso de concreto y ladrillo contribuye significativamente al **deterioro ambiental urbano**.
7. El ciclo de vida de los materiales tradicionales tiene una **huella ambiental elevada**.
8. La extracción de materias primas para materiales tradicionales causa **impactos ambientales negativos**.

Sección III. Percepción del impacto ambiental de los materiales ecológicos

(Bambú, madera certificada, adobe estabilizado)

Indique su percepción respecto a los siguientes aspectos:

9. Los materiales ecológicos presentan **baja emisión de CO₂** en comparación con los tradicionales.
10. El uso de materiales ecológicos favorece la **eficiencia energética** en las viviendas.
11. Los materiales ecológicos poseen un **alto nivel de biodegradabilidad**.
12. El ciclo de vida de los materiales ecológicos genera una **menor huella ambiental**.
13. El uso de bambú, madera certificada o adobe estabilizado contribuye a la **sostenibilidad urbana**.
14. Los materiales ecológicos ayudan a **reducir el impacto ambiental global** del sector construcción.

Sección IV. Criterios de elección de materiales de construcción

Indique la importancia que usted asigna a los siguientes criterios al seleccionar materiales de construcción:

15. La **durabilidad** del material es un factor determinante en su elección.
16. El **costo económico** influye significativamente en la selección de materiales.
17. La **disponibilidad en el mercado local** condiciona la elección de materiales.
18. La **sostenibilidad ambiental** es un criterio clave al seleccionar materiales de construcción.

Observaciones finales (opcional)

19. Desde su experiencia, ¿considera viable incrementar el uso de materiales ecológicos en viviendas urbanas?

- Sí
- No
- Tal vez

Notas metodológicas

- El cuestionario contiene **18 ítems Likert**, alineados con tus **tres variables/categorías**.
- Es apto para análisis de **estadística descriptiva, confiabilidad (α de Cronbach) y comparación de medias** en JASP.
- Cumple con el enfoque cuantitativo descrito por **Hernández Sampieri y Mendoza (2018)**.