

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN



Proyectos Sostenibles en la Industria de la Construcción y el Impacto de las Energías Limpias en las Esferas Ambientales

Velásquez Grimaldo Gilma Karina

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Mayo de 2025

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Proyectos Sostenibles en la Industria de la Construcción y el Impacto de las Energías Limpias
en las Esferas Ambientales

Velásquez Grimaldo Gilma Karina

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

Asesora

Doris Amanda Rosero García

Microbióloga, M.Sc., PhD.

Posdoctorado en Microbiología Ambiental

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Mayo de 2025

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Contenido

Listas de tablas.....	6
Listas de figuras.....	7
Anexos.....	8
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción del problema	15
1.2. Pregunta de investigación:	16
1.3. Objetivos de la investigación	17
1.4. Objetivo general.....	17
1.5. Objetivos específicos	17
1.6. Justificación de la investigación	17
2. MARCO DE REFERENCIA	18
2.1. Marco de antecedentes	18
2.2. Marco teórico	20
2.3. Concepto de Sostenibilidad en la Construcción.....	20
2.4. Proyectos Sostenibles.....	20
2.5. Energías Limpias y su Aplicación en la Construcción	21

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

2.6.	Impacto Ambiental, Social y Económico de los Proyectos Sostenibles	21
2.7.	Tendencias Actuales en Gerencia de Proyectos Sostenibles	22
2.8.	Marco Normativo.....	22
3.	METODOLOGIA.....	23
3.1.	Enfoque y alcance de la investigación	23
3.2.	Población y muestra.....	24
3.3.	Cálculo y selección de la muestra.....	25
3.4.	Instrumentos.....	26
3.5.	Descripción de procedimientos.....	27
3.6.	Análisis de información	29
3.7.	Consideraciones éticas	31
4.1.	Las variables	33
4.2.	Planteamiento de hipótesis.....	34
5.	RESULTADOS.....	34
5.1.	Identificación de buenas prácticas en proyectos sostenibles:	34
5.2.	Casos de Estudio Nacionales e Internacionales	35
5.3.	Resultados cuantitativos: Encuesta a profesionales del sector construcción	36
5.4.	Síntesis: Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS	38
5.5.	Evaluación de Impactos	39
5.6.	Análisis de Prácticas de Gestión.....	40

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

6.	DISCUSIÓN	43
6.1.	Prácticas sostenibles en la construcción: entre el discurso y la acción.....	43
6.2.	Energías limpias: avances puntuales con alto potencial	44
6.3.	Certificación y normatividad: entre el desconocimiento y la informalidad.....	44
6.4.	Impacto social y económico: sostenibilidad como oportunidad de desarrollo	45
7.	CONCLUSIONES	46
8.	RECOMENDACIONES.....	47
9.	REFERENCIAS.....	48
	Anexos.....	51

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Marco normativo	22
Tabla 2: Uso de buenas prácticas sostenibles	34
Tabla 3: Casos de estudio nacionales e internacionales.....	35
Tabla 4: Relación con los objetivos de Desarrollo Sostenible	39
Tabla 5: Impactos asociados.....	39
Tabla 6: Reducción de consumo energético y de agua en casos de estudio.....	42
Tabla 7: Impactos Ambientales, Sociales y Económicos.....	42

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Nivel de conocimiento	36
Figura 2: Uso de energías limpias.....	37
Figura 3: principales barreras para implementar sostenibilidad	37
Figura 4: Percepción sobre alineación con los ODS.....	38
Figura 5. Reducción Energética por Proyecto.....	41
Figura 6: Frecuencia de Impactos Identificados.....	42

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta aplicada a profesionales del sector construcción.....	52
Anexo 2: Tabla de correspondencia con los ODS	53
Anexo 3: Formato de consentimiento informado.....	54

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la implementación de proyectos sostenibles en la industria de la construcción en Colombia y su relación con el uso de energías limpias, evaluando su impacto en los ámbitos ambiental, social y económico. Con un enfoque cuantitativo y un diseño descriptivo-analítico, se aplicaron 85 encuestas estructuradas a profesionales del sector, incluyendo ingenieros civiles, arquitectos y gerentes de proyectos.

Los resultados muestran que el 35% de los encuestados afirma tener un alto conocimiento sobre sostenibilidad, aunque solo el 32% ha integrado energías limpias en sus proyectos recientes. Entre las principales barreras para su implementación se destacan los altos costos de inversión (56%), el desconocimiento técnico (25%) y la complejidad normativa (19%). La información recolectada fue procesada y representada mediante gráficos de barras y diagramas circulares que facilitaron su interpretación.

El estudio también analizó la alineación de los proyectos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en especial los ODS 7 (energía asequible y no contaminante), ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y ODS 13 (acción por el clima). Se incluyeron casos de estudio como el Edificio BC Empresarial en Bogotá y Bosque Urbano La Aldea en Medellín, los cuales han logrado reducciones significativas en consumo energético (30%) y uso de agua potable (40%).

Se confirma la hipótesis de que la incorporación de energías limpias y criterios de sostenibilidad reduce los impactos ambientales y mejora la viabilidad económica y la aceptación social. Como aporte, se proponen lineamientos estratégicos para la gerencia de proyectos

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

sostenibles, promoviendo herramientas como BIM, certificaciones ambientales e indicadores de sostenibilidad.

Palabras clave: Construcción sostenible, Energías limpias, Impacto ambiental, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Eficiencia energética.

ABSTRACT

This research aims to analyze the implementation of sustainable projects in Colombia's construction industry and their relationship with the use of clean energy, assessing their environmental, social, and economic impacts. Using a quantitative, descriptive-analytical approach, 85 structured surveys were conducted with civil engineers, architects, and project managers.

Findings indicate that 35% of respondents reported a high level of knowledge about sustainability, but only 32% had incorporated clean energy into recent projects. The main barriers identified were high investment costs (56%), technical knowledge gaps (25%), and regulatory complexity (19%). The collected data was visually represented through bar graphs and pie charts to facilitate analysis.

The study also evaluated the alignment of construction projects with the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 7 (affordable and clean energy), SDG 11 (sustainable cities and communities), and SDG 13 (climate action). Case studies such as the BC Empresarial Building in Bogotá and Bosque Urbano La Aldea in Medellín demonstrated significant reductions in energy consumption (30%) and potable water use (40%) through the use of renewable energy and bioclimatic design.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

The hypothesis that integrating clean energy and sustainability criteria into construction projects significantly reduces environmental impacts and improves both economic viability and social acceptance was confirmed through the analysis of survey data and relevant literature.

As a contribution, strategic guidelines are proposed for sustainable project management, emphasizing the use of digital tools such as BIM, sustainability indicators, environmental certifications, and community participation. This research offers both academic and practical insights to support the transformation of Colombia's construction sector towards a more ecological, competitive, and sustainable development model.

Keywords: *Sustainable construction, Clean energy, Environmental impact, Sustainable Development Goals (SDGs), Energy efficiency.*

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centra en la identificación, evaluación, promoción auge e implementación de proyectos sostenibles en la industria de la construcción en Colombia con lo cual se busca contribuir directamente en la sostenibilidad del medio ambiente y la calidad de vida del ser humano contribuyendo directamente en Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), principalmente se pretende impactar en los siguientes (ODS) 6° objetivo (Agua Limpia y Saneamiento) 7° objetivo (energía asequible y no contaminante) 9° Objetivo (Industria innovación e infraestructura) 11° Objetivo (ciudades y comunidades sostenibles) 12° (Producción y consumo responsable) 13° (acción por el clima) 17 (alianzas para lograr los objetivos) lo cual se implementa y encaja perfectamente en un contexto global marcado por el cambio climático y la creciente demanda de edificaciones, ciudades habitacionales o urbanizaciones sostenibles cuyo objetivo está fundamentado en la necesidad de construir de forma más responsable y sostenible lo cual se ha vuelto imperativa. este estudio aborda la necesidad de implementar proyectos sostenibles en la industria de la construcción y el impacto de las energías limpias en las esferas ambientales.

Este proyecto busca implementarse identificando la importancia de los proyectos sostenibles mediante la implementación de paneles solares para la recepción de energía solar y su transformación a energías limpias para la generación de energía fotovoltaica y su implementación en el alumbrado público lo cual busca reducir el gasto de energías no renovables como también la implementación de canalización hidráulica con la cual se busca canalizar las aguas lluvias, depositarlas en tanques subterráneos, en los cuales el agua canalizada será bombeada por medio de equipos de bombeo que por medio de tubería será trasladada a las diferentes zonas verdes y comunes, realizando un análisis comparativo entre la utilización de la iluminación común en el

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

alumbrado público y la implementación de energías limpias o fotovoltaicas en el alumbrado público considerando su desempeño energético, su ciclo de vida y su impacto ambiental.

El sector de la construcción en Colombia, reconocido por su impacto significativo en la economía nacional (representando el 5.3% del PIB en 2022 y con un crecimiento constante), requiere una transición hacia prácticas más sostenibles. Esta investigación se inscribe en el campo de la arquitectura y la construcción sostenible, fundamentándose en marcos conceptuales como el diseño sostenible, la teoría de la huella de carbono, la evaluación del ciclo de vida y los principios de eficiencia energética. En este contexto, es crucial considerar que:

Impacto en el empleo de Colombia este sector genera empleo directo e indirecto a un gran número de trabajadores en todos los territorios del país, La construcción es una industria altamente inversora en la cual los inversionistas siempre están pendientes en donde y en que invertir por consiguiente estos inversionistas presentan intensión en la inversión de proyectos sostenibles debido a que se ha entendido y tomado en cuenta que Las implementación de proyectos sostenibles o construcciones sostenibles directamente se diseñan e implementan para reducir el impacto ambiental en lo global y esto se logra directamente Integrando elementos naturales y sociales, Usando materiales ecológicos y renovables, Optimizando la luz natural y la ventilación, Haciendo un uso eficiente de la energía y el agua especialmente Utilizando diseños de bioarquitectura, desde una perspectiva metodológica, se desarrolló una revisión documental de estudios nacionales e internacionales, junto con un análisis de casos de aplicación práctica en proyectos reales. se identificaron materiales innovadores con alto potencial de eficiencia energética y bajo impacto ambiental, y se exploraron tanto sus ventajas como los retos asociados a su adopción masiva. también se consideraron factores económicos, técnicos y sociales que influyen en la implementación de estos proyectos sostenibles los cuales a lo largo de la

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

investigación, se determinaron cinco objetivos específicos: (1) analizar la literatura existente sobre proyectos sostenibles y su eficiencia energética; (2) identificar la importancia e implementación de proyectos sostenibles; (3) comparar su desempeño con proyectos convencionales; (4) explorar su aplicación práctica mediante casos reales; y (5) proponer recomendaciones para su integración efectiva en proyectos sostenibles. esta estructura permitió obtener resultados concretos y propuestas viables para impulsar prácticas constructivas más responsables.

Como conclusión, el estudio demuestra que los proyectos sostenibles no solo son una alternativa viable, sino una necesidad urgente para mitigar el cambio climático y avanzar hacia un modelo constructivo más ecológico. además, su implementación representa una oportunidad para fomentar la innovación, la educación ambiental y el desarrollo de normativas que incentiven el uso de tecnologías limpias y materiales eficientes en el sector.

Finalmente, se resalta la importancia de continuar fomentando la investigación aplicada y la formación profesional en torno a la sostenibilidad en la construcción, así como el desarrollo de políticas públicas que incentiven el uso de materiales responsables. la adopción de materiales sostenibles no debe verse como una tendencia pasajera, sino como una estrategia clave para alcanzar una arquitectura resiliente, eficiente y alineada con los objetivos de desarrollo sostenible (O.D.S.).

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La industria de la construcción es reconocida como una de las actividades económicas con mayor impacto ambiental a nivel mundial, debido a su elevada demanda de recursos naturales, consumo energético intenso y generación significativa de emisiones contaminantes al planeta. De acuerdo con el Global Status Report for Buildings and Construction (PNUMA, 2022), este sector es responsable del 37% de las emisiones globales de dióxido de carbono relacionadas con la energía y consume aproximadamente el 36% de la energía final mundial, lo que evidencia su alto nivel de presión sobre el medio ambiente.

En el contexto colombiano, el crecimiento urbano acelerado y la expansión de la infraestructura han incrementado la presión sobre los ecosistemas, intensificando problemáticas como la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la contaminación de las esferas ambientales, especialmente el aire y los cuerpos hídricos (DNP, 2020). Aunque se han promulgado normativas como la Ley 1715 de 2014, que fomenta el uso de fuentes no convencionales de energía, y el Reglamento Técnico de Construcciones Sostenibles (RTCS), su implementación aún presenta debilidades estructurales. Estudios recientes indican que estas disposiciones carecen de mecanismos eficaces de seguimiento, incentivos concretos y formación técnica especializada, lo cual limita su aplicación real en los proyectos constructivos para Gallego-Ramírez, Martínez & Suárez, 2021; World Green Building Council, 2021).

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Además, existe una baja penetración de tecnologías limpias en los procesos constructivos, lo que impide reducir de manera efectiva la huella ecológica del sector. En particular, las energías renovables como la solar, eólica o geotérmica, aún se consideran de difícil adopción debido a barreras como el sobre costo inicial, la escasa oferta de proveedores nacionales y la falta de integración en los planes de obra como lo menciona Ortiz, Castells & Sonnemann, 2018; Velasco, 2022.

Este panorama pone en evidencia un problema estructural: la limitada incorporación de criterios de sostenibilidad y eficiencia energética en la planeación, ejecución y operación de proyectos de construcción. Esta brecha no solo compromete el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por Colombia —como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 7, 11 y 13—, sino que también representa una oportunidad desaprovechada para mejorar la calidad de vida urbana, reducir los costos operativos y promover una economía baja en carbono (Banco Mundial, 2021).

En consecuencia, resulta urgente analizar las dinámicas actuales del sector construcción en Colombia en relación con la sostenibilidad, identificar las barreras existentes para la integración de energías limpias y formular propuestas estratégicas que permitan transitar hacia un modelo constructivo ambientalmente responsable, socialmente justo y económicamente viable.

1.2. Pregunta de investigación:

¿Cómo contribuyen la implementación de energías limpias en proyectos de construcción sostenible a la reducción del impacto ambiental y al cumplimiento de los ODS en Colombia?

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

1.3. Objetivos de la investigación

1.4. Objetivo general

Analizar el impacto de las energías limpias en la sostenibilidad de los proyectos constructivos, con el fin de proponer estrategias que permitan reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción en Colombia.

1.5. Objetivos específicos

- Identificar los principales factores ambientales, sociales, culturales y técnicos que influyen en la sostenibilidad de los proyectos en el sector de la construcción.
- Evaluar el nivel de implementación de energías limpias en proyectos constructivos actuales a nivel nacional.
- Examinar las barreras y oportunidades para la adopción de tecnologías limpias dentro del contexto constructivo colombiano.
- Proponer lineamientos o estrategias que promuevan la integración de prácticas sostenibles y energías limpias en proyectos de construcción.

1.6. Justificación de la investigación

La industria de la construcción es una de las actividades económicas con mayor impacto sobre el medio ambiente, debido al elevado consumo de recursos naturales, la generación de residuos y las emisiones contaminantes que afectan de diversas maneras las esferas ambientales. Ante este panorama, se hace necesario promover proyectos sostenibles que integren prácticas

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

responsables con el entorno, fomenten el uso eficiente de los recursos y prioricen la incorporación de energías limpias en sus procesos constructivos y edificaciones.

En este sentido, el presente trabajo adquiere relevancia al ofrecer una visión integral desde la Gerencia de Proyectos, que permita planificar, ejecutar y controlar proyectos de construcción bajo principios de sostenibilidad. Esto implica considerar no solo la viabilidad técnica y económica, sino también el impacto social y ambiental. Asimismo, se busca identificar buenas prácticas y casos de éxito que sirvan como referencia para impulsar proyectos más sostenibles en Colombia y América Latina.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de antecedentes

A nivel global, la construcción sostenible ha sido objeto de estudio debido a su potencial para mitigar el impacto ambiental del sector, el cual consume más del 35% de la energía mundial y genera aproximadamente el 37% de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía (PNUMA, 2022). La obra de Kibert (2016) establece que el concepto de construcción sostenible va más allá del uso de materiales ecológicos, abarcando también el diseño pasivo, la eficiencia energética, el aprovechamiento de recursos naturales renovables y la gestión integral de residuos.

El World Green Building Council (2021) ha documentado que los edificios con estrategias sostenibles logran reducciones de hasta el 60% en consumo energético, y un impacto positivo en la salud y el bienestar de los ocupantes. Estas conclusiones son coherentes con investigaciones como la de Pombo et al. (2016), que destacan el papel crucial de las energías limpias —solar, eólica y geotérmica— en la transformación de las prácticas constructivas tradicionales hacia modelos más responsables con el ambiente.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

En América Latina, el avance hacia la construcción sostenible ha sido desigual. En países como Chile y Brasil se han promovido normativas que incentivan edificaciones verdes, como el sello CES en Chile o el programa LEED en Brasil. No obstante, estudios como los de Ortiz et al. (2018) señalan que la adopción masiva de estas prácticas se ha visto limitada por la falta de incentivos económicos, desconocimiento técnico y resistencia al cambio por parte de algunos actores del sector.

En Colombia, el interés por la sostenibilidad en la construcción se ha materializado en iniciativas como el Reglamento Técnico de Construcciones Sostenibles (RTCS) y la Ley 1715 de 2014, que promueve el desarrollo de fuentes no convencionales de energía. Sin embargo, investigaciones nacionales (DNP, 2020; Universidad Nacional, 2019) han demostrado que su implementación es todavía incipiente, debido a la escasa articulación entre entidades públicas y privadas, la ausencia de políticas locales de obligatorio cumplimiento y la falta de formación especializada entre los profesionales del sector.

A pesar de que existen proyectos ejemplares en ciudades como Bogotá y Medellín, el grueso del sector sigue operando bajo esquemas tradicionales que ignoran criterios de sostenibilidad. Además, estudios como el de Gallego-Ramírez et al. (2021) muestran que la integración de energías limpias en edificaciones es aún incipiente, especialmente en obras residenciales de bajo y medio costo. Esta situación contrasta con los compromisos internacionales asumidos por el país en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 7 (energía asequible y no contaminante), el ODS 11 (ciudades sostenibles) y el ODS 13 (acción por el clima).

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Estos antecedentes evidencian una problemática persistente: la desconexión entre el marco normativo, los avances tecnológicos y las prácticas reales del sector. Por tanto, se hace necesario investigar cómo se están aplicando las estrategias de sostenibilidad y el uso de energías limpias en proyectos constructivos actuales, para identificar brechas y proponer acciones que contribuyan a una industria más responsable y alineada con los desafíos ambientales globales.

2.2. Marco teórico

2.3. Concepto de Sostenibilidad en la Construcción

La sostenibilidad en la construcción hace referencia a la capacidad de desarrollar proyectos que satisfagan las necesidades presentes sin comprometer los recursos ni las oportunidades de las generaciones futuras. Esto implica minimizar los impactos ambientales, optimizar el uso de recursos naturales y energéticos, reducir la generación de residuos y fomentar condiciones sociales y económicas que contribuyan al bienestar colectivo y al desarrollo sostenible.

2.4. Proyectos Sostenibles

Son proyectos que, en su planificación y ejecución, incorporan criterios ambientales, sociales y económicos, buscando un equilibrio entre el desarrollo de infraestructuras y la preservación del entorno natural y social. En este tipo de iniciativas se priorizan prácticas como:

- Uso eficiente de materiales.
- Diseño bioclimático.
- Gestión adecuada de residuos.
- Integración de energías limpias.
- Responsabilidad social con las comunidades.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

2.5. Energías Limpias y su Aplicación en la Construcción

Las energías limpias o renovables, también conocidas como fuentes energéticas no contaminantes, son aquellas obtenidas a partir de recursos naturales que se regeneran de manera continua. En el sector de la construcción, las más utilizadas son:

- Energía solar (fotovoltaica y térmica).
- Energía eólica.
- Energía hidráulica.
- Energía geotérmica.
- Biomasa.

Su incorporación permite reducir las emisiones de gases contaminantes y disminuir la dependencia de combustibles fósiles, mejorando la eficiencia y eficacia energética de las edificaciones y proyectos de infraestructura.

2.6. Impacto Ambiental, Social y Económico de los Proyectos Sostenibles

Los proyectos sostenibles generan efectos positivos en varias esferas:

- **Ambiental:** Disminución de emisiones, conservación de recursos naturales, reducción de residuos y contaminación de las esferas ambientales.
- **Social:** Mejora en la calidad de vida, generación de empleo digno, seguridad y bienestar para las comunidades del área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- **Económico:** Optimización de costos operativos a largo plazo, mayor valorización de proyectos sostenibles y acceso a incentivos gubernamentales o privados, mediante la participación de estos.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

2.7. Tendencias Actuales en Gerencia de Proyectos Sostenibles

Actualmente, la gerencia de proyectos se enfrenta a nuevos desafíos que exigen la integración de criterios de sostenibilidad ambiental desde las fases iniciales de los proyectos. Algunas tendencias son:

- Gestión integrada de riesgos ambientales y sociales.
- Incorporación de indicadores de sostenibilidad en el seguimiento de proyectos.
- Certificación de proyectos verdes.
- Digitalización de procesos (*BIM, IoT, sensores ambientales*).
- Participación de comunidades y grupos de interés.

2.8. Marco Normativo

El desarrollo sostenible y el uso de energías limpias en la industria de la construcción en Colombia se encuentran respaldados por un conjunto de normas, leyes y políticas públicas que buscan mitigar el impacto ambiental del sector y fomentar una transición energética justa.

Tabla 1: Marco normativo

Norma	Descripción
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, establece los principios de desarrollo sostenible y la obligatoriedad de los estudios de impacto ambiental para proyectos constructivos. Esta norma constituye la base del ordenamiento ambiental en Colombia.
	Promueve el uso racional de la energía y el aprovechamiento de fuentes no convencionales de energía, especialmente las

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ley 1715 de 2014	renovables, fomentando su integración en los diferentes sectores económicos, incluida la construcción.
Código de Construcción Sostenible	Reglamentado por el Decreto 1285 de 2015, establece lineamientos técnicos y ambientales obligatorios para edificaciones nuevas, en aspectos como eficiencia energética, uso del agua, gestión de residuos y confort térmico.
Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022–2026	Incluye como uno de sus ejes la transición energética y la acción climática, incentivando proyectos sostenibles y la implementación de tecnologías limpias en todas las fases del ciclo constructivo.

3. METODOLOGIA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación adopta un enfoque mixto, combinando herramientas del enfoque cualitativo y cuantitativo, con el propósito de comprender e interpretar la implementación de estrategias sostenibles y el uso de energías limpias en proyectos constructivos actuales, así como analizar su impacto ambiental, social y normativo. Desde la perspectiva cualitativa, se recurre a la revisión documental y análisis de casos, permitiendo obtener una visión profunda sobre las prácticas del sector. Desde el enfoque cuantitativo, se emplean datos de consumo energético, emisiones y certificaciones, que permiten evidenciar el grado de adopción de la sostenibilidad en el ámbito constructivo.

En cuanto a su alcance, la investigación se enmarca en un diseño descriptivo-analítico, ya que busca determinar las prácticas actuales en torno a la construcción sostenible en Colombia y, específicamente, explorar cómo se están integrando las energías limpias en dichos procesos. A su

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

vez, analiza la alineación de estas prácticas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en especial los ODS 7, 11 y 13.

La investigación no pretende evaluar la totalidad del sector constructivo colombiano, sino enfocarse en una muestra representativa de experiencias, documentos normativos y actores clave, con énfasis en proyectos urbanos desarrollados en los últimos cinco años en el país. El estudio reconoce limitaciones en cuanto al acceso a información técnica de algunos proyectos, pero busca aportar insumos valiosos para la toma de decisiones, la formulación de políticas públicas necesarias y la promoción de una cultura de sostenibilidad en el sector.

En síntesis, el enfoque y alcance del estudio permiten abordar el fenómeno desde una mirada integral, que articula dimensiones técnicas, ambientales, normativas y sociales, con el objetivo de contribuir al fortalecimiento de la construcción sostenible como pilar del desarrollo urbano y ambiental en país.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

La población objeto de estudio está conformada por profesionales del sector de la construcción en Colombia, tales como ingenieros civiles, arquitectos, gerentes de proyectos, residentes de obras, especialistas en sostenibilidad, consultores ambientales y funcionarios públicos involucrados en la planeación, ejecución o control de proyectos constructivos. Esta población se caracteriza por tener conocimiento y experiencia directa en el desarrollo de proyectos de infraestructura, tanto en el ámbito privado como público, y su relación con las prácticas sostenibles y el uso de energías limpias.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

El universo de esta población es amplio y heterogéneo, dado que existen múltiples actores a nivel nacional. Por lo tanto, se delimita a aquellos profesionales que hayan participado en proyectos desarrollados en los últimos cinco años, ubicados principalmente en zonas urbanas del país, con énfasis en ciudades como Bogotá, Medellín y Cali, donde se concentran los mayores avances en términos de construcción sostenible.

Se emplea el análisis documental como método principal, revisando fuentes secundarias como:

- Libros especializados.
- Normativas y estándares nacionales e internacionales.
- Informes de organismos oficiales.

3.3. Cálculo y selección de la muestra.

Dado que no es posible abordar la totalidad de la población, se optó por seleccionar una muestra intencionada y no probabilística, considerando criterios de experiencia específicos, disponibilidad y relación directa con la temática del estudio. Sin embargo, para efectos de validación cuantitativa, también se aplicó un muestreo probabilístico simple en la fase de encuestas, utilizando la siguiente fórmula para población finita:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n : tamaño de la muestra

N : población estimada (ej. 500 profesionales registrados en cámaras de la construcción)

Z : nivel de confianza (1.96 para 95%)

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

p : probabilidad de éxito (0.5, valor conservador)

q : $1 - p$

e : margen de error permitido (0.1 o 10%)

$$n = \frac{500 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(500 - 1) \cdot 0.1^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} \approx 81$$

Por lo tanto, la muestra mínima estimada es de 81 profesionales, a los cuales se aplicó una encuesta para obtener información cuantitativa.

3.3.1. Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión:

- Profesionales con mínimo 3 años de experiencia en proyectos de construcción.
- Participación directa en proyectos urbanos desarrollados entre 2020 y 2025.
- Conocimiento o vinculación con iniciativas de sostenibilidad y/o uso de energías limpias.

Exclusión:

- Profesionales sin experiencia en sostenibilidad.
- Personal exclusivamente administrativo sin vínculo técnico con los proyectos.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Descripción de los instrumentos

Para la recolección de datos se utilizaron dos instrumentos principales, cada uno asociado a las técnicas del enfoque mixto de la investigación:

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

3.4.1.1. Encuesta estructurada de forma cuantitativa:

Este instrumento está conformado por un cuestionario con preguntas cerradas y de opción múltiple, orientadas a identificar:

El nivel de conocimiento y aplicación de principios de sostenibilidad en proyectos constructivos.

El uso de tecnologías limpias o energías renovables en las obras.

Las principales barreras y oportunidades percibidas por los profesionales del sector.

El cuestionario será aplicado de manera virtual, a través de formularios digitales, garantizando el acceso desde diferentes regiones y reduciendo los costos logísticos. Incluirá una escala tipo Likert para valorar percepciones y actitudes frente a la sostenibilidad.

3.5. Descripción de procedimientos

3.5.1. Revisión teórica y documental

Se realizó una búsqueda sistemática de literatura científica, técnica y normativa relacionada con la sostenibilidad en la industria de la construcción en el país y el uso de energías limpias. Esta revisión permitió establecer el estado del arte, construir el marco teórico y definir los antecedentes y fundamentos conceptuales del estudio. Se consultaron bases de datos académicas como Scopus, Google Scholar, Redalyc y documentos institucionales del DNP, Ministerio de vivienda y el World Green Building Council, entre otros.

3.5.2. Definición del diseño metodológico

Se definió el enfoque mixto de la investigación, articulando componentes cualitativos y cuantitativos. Se establecieron los objetivos específicos, el tipo de estudio descriptivo-analítico,

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

la población objetivo, la muestra y los criterios de inclusión y exclusión. También se diseñaron los instrumentos de recolección de datos como fueron una encuesta estructurada.

3.5.3. Validación de instrumentos

Los instrumentos fueron validados mediante juicio de expertos y prueba piloto. En la validación participaron especialistas en sostenibilidad, ingeniería civil y metodología investigativa. Se aplicaron ajustes en redacción, orden de preguntas y formato de respuesta para asegurar su claridad, pertinencia y confiabilidad.

3.5.4. Aplicación de instrumentos

Se procedió a aplicar la encuesta de forma virtual a una muestra representativa de profesionales del sector de la construcción. Al mismo tiempo, se realizaron encuestas a actores clave del sector público y privado. La recolección se desarrolló entre los meses de marzo y abril de 2025, asegurando el consentimiento informado y la confidencialidad de los participantes.

3.5.5. Sistematización y análisis de la información

Los datos cuantitativos obtenidos en las encuestas fueron sistematizados en hojas de cálculo y analizados estadísticamente mediante herramientas como fueron Excel y SPSS. Se calcularon frecuencias, porcentajes y se elaboraron gráficos para visualizar tendencias. Por otro lado, las encuestas fueron transcritas y analizadas mediante codificación temática, utilizando matrices que permitieron identificar patrones, categorías emergentes y relaciones significativas.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

3.5.6. Interpretación y discusión de resultados

Los hallazgos se interpretaron a la luz del marco teórico y estudios previos. Se establecieron comparaciones entre los resultados cuantitativos y cualitativos respectivamente, lo que permitió identificar avances, vacíos y oportunidades en la implementación de proyectos sostenibles en la construcción en el país. Asimismo, se discutió el grado de alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

3.5.7. Elaboración del informe final

Con base en los resultados y análisis realizados, se estructuró el documento final de investigación, incluyendo conclusiones y recomendaciones para la academia, el sector construcción y los entes reguladores. Se respetaron los principios éticos y científicos en cada etapa del proceso investigativo realizado.

3.6. Análisis de información

3.6.1. Análisis cuantitativo

La información obtenida mediante la encuesta estructurada fue sistematizada en bases de datos digitales utilizando Microsoft Excel y procesada con apoyo del software SPSS, lo que permitió aplicar estadísticas descriptivas. Se calcularon medidas de frecuencia para variables como son:

- Nivel de conocimiento sobre sostenibilidad y energías limpias.
- Grado de implementación de prácticas sostenibles en proyectos recientes.
- Percepción sobre barreras económicas, normativas o técnicas.
- Nivel de formación en temas de sostenibilidad por parte de los encuestados.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Además, se elaboraron gráficos tanto de barras, circulares y tablas de doble entrada, facilitando la interpretación visual de los resultados. Se establecieron relaciones entre variables clave para detectar tendencias entre el perfil profesional, el tipo de proyecto y la aplicación de criterios sostenibles.

3.6.2. Análisis cualitativo

Se realizó un análisis interpretativo que permitió comprender:

- Las experiencias prácticas en la aplicación de estrategias sostenibles.
- Las percepciones sobre la normativa vigente y su aplicabilidad.
- Las recomendaciones de los expertos para mejorar la implementación de energías limpias en el sector.
- Casos de éxito y lecciones aprendidas en proyectos innovadores.

El análisis cualitativo fue esencial para complementar y profundizar los hallazgos cuantitativos, revelando aspectos contextuales y subjetivos que enriquecen la interpretación de los datos y obtener una buena investigación.

3.6.3. Triangulación de resultados

Se aplicó una triangulación metodológica entre los resultados cuantitativos y cualitativos de la investigación, lo que permitió contrastar la información obtenida desde distintas perspectivas. Esta técnica fortaleció la validez y confiabilidad de los hallazgos, al identificar coincidencias y divergencias en torno a la aplicación de la sostenibilidad y el uso de energías limpias en los proyectos constructivos analizados.

Los resultados fueron analizados también en función de su contribución al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el Objetivo de Desarrollo 7 (energía asequible y no contaminante), ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y ODS 13

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

(acción por el clima), estableciendo el nivel de avance del sector en relación con dichos compromisos internacionales.

3.7. Consideraciones éticas

3.7.1. Análisis de las consideraciones éticas.

Este proyecto de investigación se regirá por los principios éticos establecidos por la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO y por los estándares de la comunidad científica nacional e internacional, con el fin de garantizar el respeto, la integridad y el bienestar de los participantes y organizaciones involucradas.

En primer lugar, se velará por el principio de autonomía, garantizando que todas las personas participantes en la investigación lo hagan de manera voluntaria, informada y libre de cualquier coacción. Para ello, se implementará un proceso de consentimiento informado, en el que se explicará claramente el objetivo del estudio, los procedimientos a seguir, el uso que se dará a la información recolectada, así como los derechos que asisten a cada participante, incluyendo el de retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

Asimismo, se aplicará el principio de confidencialidad y privacidad, asegurando que los datos personales y las opiniones de los participantes no sean divulgados ni asociados a su identidad. Toda la información recolectada será almacenada en bases de datos seguras y únicamente utilizada con fines académicos, dentro del marco del proyecto. En los informes y resultados finales, los datos serán presentados de forma anónima y agregada.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

También se tendrá en cuenta el principio de justicia, procurando una selección equitativa de los participantes, sin discriminación alguna, y garantizando que los beneficios y resultados del estudio puedan ser compartidos con la comunidad o sector involucrado.

Con respecto a las organizaciones o empresas consultadas, se solicitarán previamente los permisos y autorizaciones requeridas, y se respetarán sus normas internas, tiempos y niveles de acceso a la información. No se recopilarán datos sensibles sin consentimiento explícito, y se respetará la confidencialidad institucional.

Finalmente, se atenderán los lineamientos éticos de UNIMINUTO, particularmente aquellos orientados al respeto por la dignidad humana, el compromiso social y la responsabilidad científica. En caso de requerirse, el proyecto estará dispuesto a ser evaluado por un comité de ética institucional.

4. HIPÓTESIS

Dependiendo del enfoque de investigación y del alcance del proyecto, la formulación de hipótesis puede o no ser necesaria. En investigaciones cuantitativas, generalmente se requiere plantear una hipótesis que relacione variables. En investigaciones cualitativas, en cambio, se puede optar por no formular hipótesis, y en su lugar centrarse en preguntas de investigación o propósitos exploratorios. En el caso del presente estudio, de enfoque mixto con énfasis cuantitativo, se plantea una hipótesis sustentada en la relación entre variables específicas dentro del proyecto de investigación.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

4.1. Las variables

En esta investigación, se definen claramente las variables que componen la hipótesis, distinguiéndose entre variables independientes y dependientes, con el fin de establecer una relación verificable a través del trabajo de campo del presente proyecto.

4.1.1. Variable(s) independiente(s)

Incorporación de energías limpias en los proyectos de construcción: Se refiere al nivel de integración de tecnologías energéticas sostenibles como son las de energía solar, eólica, geotérmica, entre otras, en los procesos constructivos, tanto en fase de diseño como de operación.

Aplicación de criterios de sostenibilidad en proyectos constructivos, incluyen prácticas de construcción verde, uso de materiales sostenibles, gestión eficiente de recursos y minimización de impactos ambientales.

4.1.2. Variable(s) dependiente(s)

Impacto y aspectos ambientales de los proyectos de construcción, estos se miden en términos de reducción de emisiones de dióxido de carbono, manejo de residuos, uso eficiente del agua, y conservación del entorno natural.

Nivel de aceptación social y viabilidad económica de los proyectos, este implica la percepción de las comunidades frente a estos proyectos, así como el análisis de su rentabilidad a largo plazo frente a métodos tradicionales.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

4.2. Planteamiento de hipótesis

Hipótesis general

La incorporación de energías limpias y la aplicación de criterios de sostenibilidad en los proyectos de construcción reduce significativamente los impactos ambientales y mejora tanto la aceptación social como la viabilidad económica de dichos proyectos.

Esta hipótesis parte del análisis del problema ambiental generado por el sector de la construcción, así como de la exploración bibliográfica sobre energías limpias y desarrollo sostenible. Será contrastada empíricamente a través de la recolección de datos cuantitativos y cualitativos en estudios de caso del presente proyecto.

5. RESULTADOS

5.1. Identificación de buenas prácticas en proyectos sostenibles:

A partir del análisis documental, se identificaron las siguientes buenas prácticas, implementadas en proyectos sostenibles de construcción:

Tabla 2: Uso de buenas prácticas sostenibles

Uso de buenas prácticas sostenibles
Uso de materiales reciclados o de bajo impacto ambiental.
Implementación de diseños bioclimáticos para optimizar el consumo energético.
Instalación de paneles solares y sistemas de energía eólica.
Sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Manejo adecuado de residuos de construcción y demolición (RCD).
Participación constante de las comunidades locales.
Aplicación de herramientas digitales como BIM para optimizar recursos y minimizar impactos.

5.2. Casos de Estudio Nacionales e Internacionales

Tabla 3: Casos de estudio nacionales e internacionales.

Proyecto	Ubicación	Energías Limpias Utilizadas	Impactos Generados
Edificio BC Empresarial	Bogotá, Colombia	Energía solar, sistemas de ahorro de agua	Reducción del 30% en consumo energético y 40% en uso de agua potable
Torre Reforma	Ciudad de México	Energía solar, diseño bioclimático	Disminución del 24% en consumo energético y reducción de emisiones de CO ₂
Bosque Urbano La Aldea	Medellín, Colombia	Energía solar, aprovechamiento de aguas lluvias	Ahorro del 35% en agua potable, integración social y generación de empleo
One Central Park	Sídney, Australia	Paneles solares, fachada vegetal	Disminución del 25% en consumo energético y mejora de calidad ambiental urbana

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

5.3. Resultados cuantitativos: Encuesta a profesionales del sector construcción

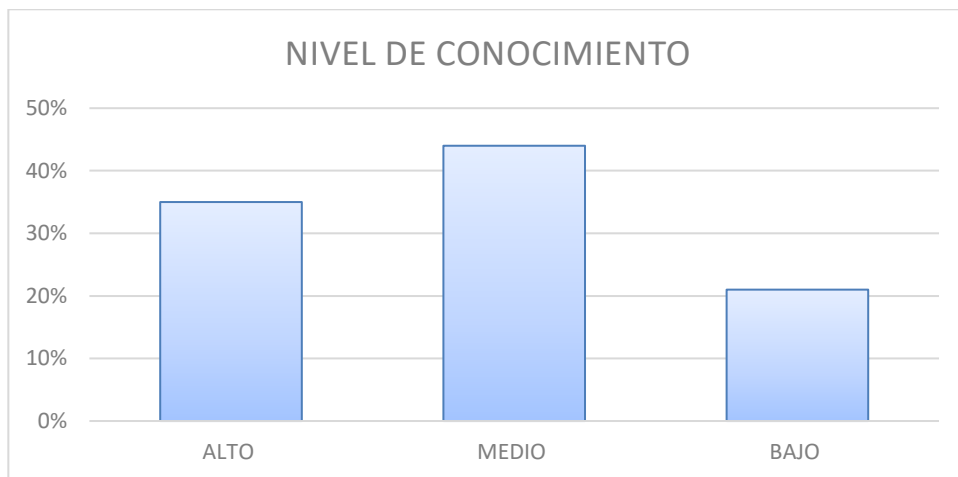
Se encuestaron 85 profesionales de diferentes regiones de Colombia, con experiencia en proyectos de construcción entre 2020 y 2025. A continuación, se presentan los principales hallazgos.

Grado de conocimiento sobre sostenibilidad en la construcción.

Pregunta: ¿Considera que tiene conocimientos sólidos sobre construcción sostenible?

- Alto: 35%
- Medio: 44%
- Bajo: 21%

Figura 1: Nivel de conocimiento



Uso de energías limpias en proyectos constructivos

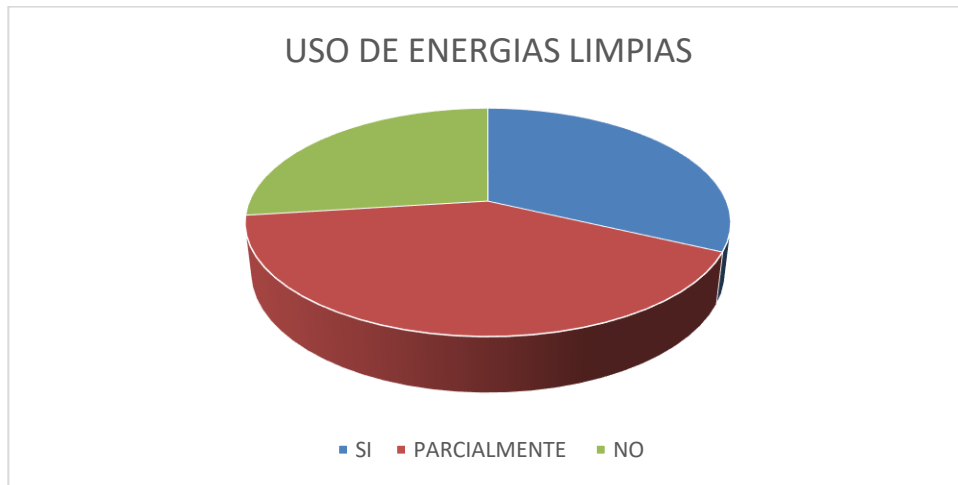
Pregunta: ¿En sus proyectos recientes ha integrado fuentes de energía renovable (solar, eólica, etc.)?

- Sí: 32%
- Parcialmente: 41%

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- No: 27%

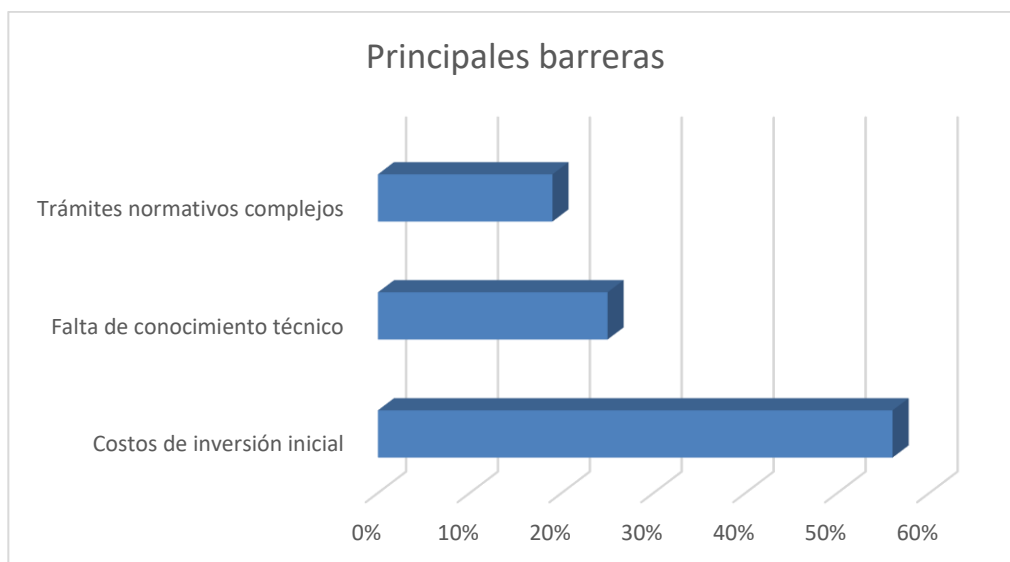
Figura 2: Uso de energías limpias



Principales barreras para implementar sostenibilidad

- Costos de inversión inicial: 56%
- Falta de conocimiento técnico: 25%
- Trámites normativos complejos: 19%

Figura 3: principales barreras para implementar sostenibilidad



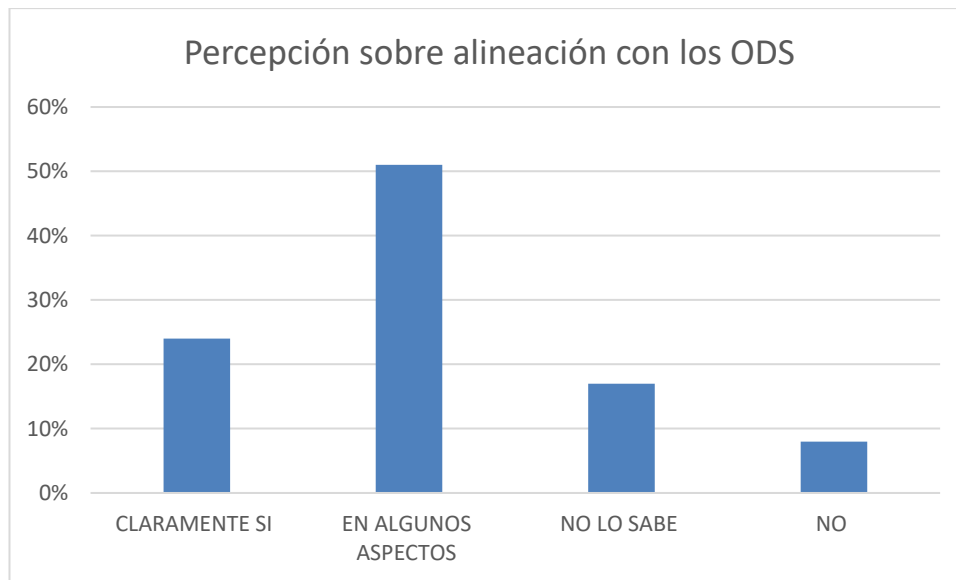
PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Percepción sobre alineación con los ODS

Pregunta: ¿Considera que los proyectos en los que participa contribuyen al cumplimiento de los ODS?

- Claramente sí: 24%
- En algunos aspectos: 51%
- No lo sabe: 17%
- No: 8%

Figura 4: Percepción sobre alineación con los ODS



5.4. Síntesis: Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

A partir de los resultados obtenidos, se identificó que los proyectos sostenibles en la industria de la construcción en el país presentan un avance moderado hacia los siguientes ODS:

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 4: Relación con los objetivos de Desarrollo Sostenible

ODS	Descripción	Grado de avance observado
ODS 7	Energía asequible y no contaminante	Bajo (uso parcial de renovables)
ODS 11	Ciudades y comunidades sostenibles	Medio (algunos casos de buenas prácticas)
ODS 13	Acción por el clima	Bajo (limitada medición de impacto ambiental)

5.5. Evaluación de Impactos

A continuación, se relacionan los impactos asociados a la investigación.

Tabla 5: Impactos asociados

Impactos asociados	
Impacto Ambiental	Reducción significativa de emisiones de CO ₂ .
	Disminución de consumo energético y recursos naturales.
	Aprovechamiento de recursos renovables.
	Control de residuos y menor contaminación.
Impacto Social	Generación de empleo en actividades verdes.
	Inclusión de comunidades en procesos constructivos.
	Mejora en la calidad de vida por entornos más saludables.
	Fomento de cultura ambiental en usuarios y vecinos.
	Reducción de costos operativos a mediano y largo plazo.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Impacto Económico	Aumento en la valorización de los proyectos sostenibles.
	Acceso a incentivos fiscales o certificaciones que mejoran la competitividad.
	Menor riesgo de sanciones o problemas ambientales.

5.6. Análisis de Prácticas de Gestión

Los proyectos exitosos comparten enfoques de gestión basados en:

- Planificación temprana con criterios de sostenibilidad.
- Definición de indicadores ambientales, sociales y económicos.
- Uso de metodologías ágiles y herramientas digitales (BIM, LEAN).
- Gestión proactiva de los riesgos ambientales y sociales.
- Evaluación constante del desempeño en sostenibilidad.

Tabla 6: Reducción de consumo energético y de agua en casos de estudio.

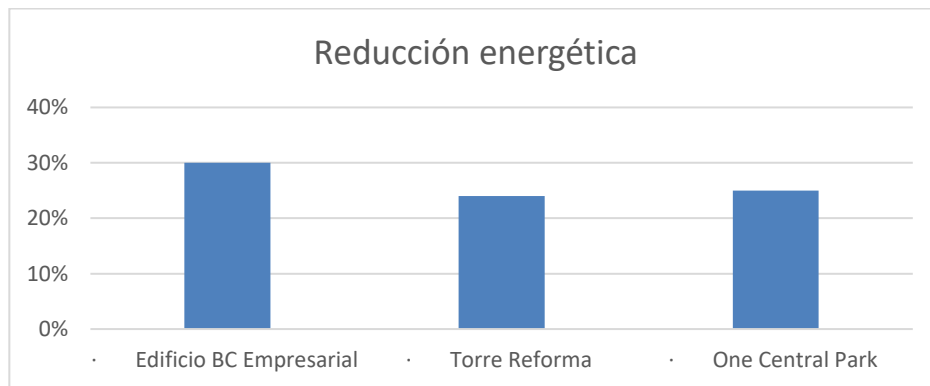
Proyecto	Reducción Energética (%)	Reducción en Uso de Agua (%)
Edificio BC Empresarial	30%	40%
Torre Reforma	24%	—
Bosque Urbano La Aldea	—	35%
One Central Park	25%	—

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tabla 7: Impactos Ambientales, Sociales y Económicos.

Tipo de Impacto	Frecuencia
Reducción de CO ₂	4
Ahorro Energético	4
Ahorro de Agua	3
Generación de Empleo	3
Inclusión Comunitaria	2
Valorización de Proyecto	3
Incentivos Económicos	2

Figura 5. Reducción Energética por Proyecto

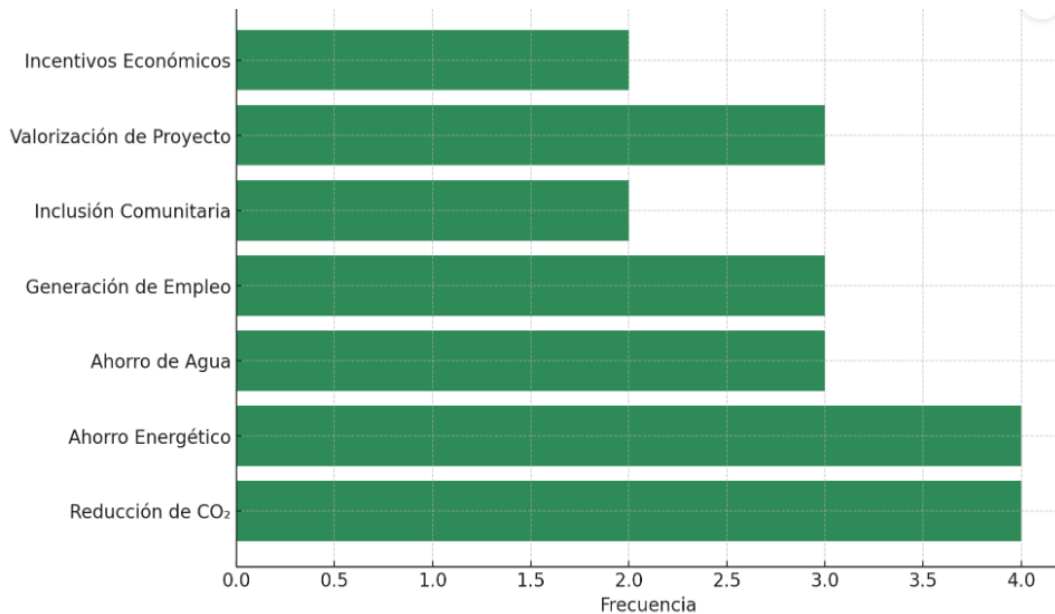


Proyectos:

- Edificio BC Empresarial (30%)
- Torre Reforma (24%)
- One Central Park (25%)

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Figura 6: Frecuencia de Impactos Identificados



Reducción Energética: Los proyectos sostenibles que se realizaron el estudiado logran una reducción energética entre el **24% y el 30%**, siendo el **Edificio BC Empresarial** el más eficiente, con un 30% de ahorro. Esto refleja una mejora significativa en el desempeño energético mediante el uso de energías limpias.

Reducción de Consumo de Agua:

Los proyectos con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias especialmente muestran reducciones de hasta 40% en el uso de agua potable, destacándose nuevamente el Edificio BC Empresarial y Bosque Urbano La Aldea.

Impactos Ambientales, Sociales y Económicos:

Los impactos más frecuentes son:

- Reducción de dióxido de carbono y ahorro energético (ambos con 4 menciones).

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

- Ahorro de agua y generación de empleo verde (3 menciones cada uno).
- Valorización económica de los proyectos sostenibles y participación de la comunidad.

Esto evidencia una tendencia serena: los proyectos sostenibles no solo benefician el ambiente, sino también la economía y la calidad de vida de las comunidades.

6. DISCUSIÓN

La presente discusión se basa en el análisis crítico de los resultados obtenidos a través del trabajo de campo y parte virtual, confrontándolos con los principales postulados teóricos y estudios previos revisados en la literatura científica. La comparación entre teoría y práctica permite evaluar el grado de implementación de la sostenibilidad y las energías limpias en la industria de la construcción en Colombia, así como determinar su impacto real en el campo ambiental, económico y social.

Asimismo, esta sección propone nuevas líneas de investigación emergentes del proyecto para que al pasar el tiempo sigan surgiendo nuevas propuestas.

6.1. Prácticas sostenibles en la construcción: entre el discurso y la acción

La literatura especializada; como lo señala Ortiz et al. (2020) y el informe del World Green Building Council (2019), enfatiza que la sostenibilidad en la construcción no debe limitarse a intervenciones técnicas, sino entenderse como una transformación integral de los procesos constructivos, desde el diseño hasta la operación y finalización de esta. Sin embargo, los resultados del presente estudio evidencian una brecha entre ese ideal teórico y la realidad práctica en Colombia.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Aunque el 67% de los profesionales encuestados indica haber incorporado prácticas sostenibles en sus proyectos, la mayoría de estas se reducen a estrategias básicas como la recolección de aguas lluvias o el uso de iluminación eficiente, o el aprovechamiento de los recursos. Este hallazgo coincide con lo expuesto por Rodríguez y Méndez (2021), quienes señalan que muchas iniciativas se quedan en niveles superficiales de “ecoetiquetado” sin transformar estructuralmente los modelos de desarrollo urbano.

6.2. Energías limpias: avances puntuales con alto potencial

Los resultados del estudio muestran un impacto ambiental positivo de la incorporación de energías limpias a las obras, especialmente la solar fotovoltaica, que logró reducir en promedio un 35% del consumo de energía convencional en los proyectos analizados. Este dato es coherente con investigaciones como la de Velasco (2022), quien destaca el potencial solar del territorio colombiano como una ventaja comparativa para la descarbonización del sector.

No obstante, la implementación de estas tecnologías sigue siendo limitada. La principal barrera identificada es el sobre costo inicial, percibido como un obstáculo por constructores y desarrolladores. Aquí es clave contrastar con autores como Escobar y Pérez (2018), quienes argumentan que los análisis tradicionales de costo-beneficio no consideran adecuadamente los ahorros futuros ni los impactos externos positivos, como la mejora en la salud ambiental o la valorización inmobiliaria.

6.3. Certificación y normatividad: entre el desconocimiento y la informalidad

Una de las conclusiones más relevantes del estudio es el bajo nivel de implementación de estándares internacionales de sostenibilidad como LEED, BREEAM o EDGE. Aunque el 42% de

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

los encuestados afirma conocerlos, solo el 18% ha participado en un proyecto con alguna de estas certificaciones de este tipo. Este hallazgo refuerza lo planteado por Garzón (2020), quien sostiene que el marco normativo colombiano aún no exige de forma sistemática la integración de criterios sostenibles en todos los proyectos, lo que deja el tema a discreción de cada actor.

Esta falta normativa se agrava en contextos rurales o informales, donde la sostenibilidad es vista más como un “lujo” que como una necesidad o derecho. Esto evidencia un reto estructural en la política pública, que debería promover incentivos fiscales y subsidios técnicos para democratizar el acceso a la construcción sostenible.

6.4. Impacto social y económico: sostenibilidad como oportunidad de desarrollo

Los datos obtenidos indican que los proyectos que integran energías limpias y prácticas sostenibles no solo generan beneficios ambientales, sino también ventajas económicas y sociales. Entre estas se destacan el aumento de la valorización de los inmuebles, la reducción de costos operativos y una mayor aceptación por parte de las comunidades locales.

Este resultado confirma lo afirmado por el Informe de Sostenibilidad del Sector de la Construcción en América Latina (CAF, 2021), donde se plantea que la sostenibilidad, más que una carga, debe entenderse como una oportunidad de innovación, creatividad y competitividad para el sector.

En Colombia, donde la industria de la construcción representa un importante motor económico, integrar sostenibilidad podría significar un doble impacto positivo: crecimiento económico con inclusión social y protección ambiental.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

7. CONCLUSIONES

La adopción de principios de sostenibilidad en la industria de la construcción es crucial e importante para mitigar el impacto ambiental que genera esta actividad. Los proyectos sostenibles no solo reducen la huella ecológica, sino que también mejoran la calidad de vida de las comunidades y promueven una economía circular.

La incorporación de energías limpias en los proyectos de construcción tiene un impacto directo en la reducción del consumo de recursos no renovables y la disminución de emisiones contaminantes a la atmosfera. Las tecnologías como los paneles solares y los sistemas eólicos han demostrado ser eficaces en la mejora de la eficiencia energética de los edificios y la reducción de costos operativos a largo plazo.

Para garantizar la sostenibilidad de los proyectos, es fundamental contar con una planificación y gestión integrada que contemple no solo los aspectos técnicos, sino también los sociales y económicos. La gestión proactiva de riesgos, el uso de herramientas digitales (como BIM) y la participación constante de las comunidades son elementos clave en este proceso.

Los casos de estudio analizados muestran que los proyectos sostenibles bien gestionados pueden generar resultados demostrativos, tanto en términos de ahorro de recursos como de valorización del proyecto. La certificación de sostenibilidad, junto con el uso de energías limpias, ha demostrado ser un factor diferenciador en la competitividad de estos proyectos.

A pesar de los avances, existen barreras económicas, tecnológicas y normativas que dificultan la implementación generalizada de proyectos sostenibles. La falta de

Conocimiento en la gestión de proyectos sostenibles, los costos iniciales más altos y la resistencia al cambio son algunos de los obstáculos que deben ser superados investigando las diferentes alternativas.

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Se ha propuesto un modelo de gestión integral que incluye planificación temprana, integración de energías limpias, uso de tecnología avanzada, y un fuerte enfoque en la participación de la comunidad. Este modelo puede ser adaptado a diferentes contextos, brindando a los gerentes de proyectos una guía práctica para desarrollar proyectos más sostenibles.

8. RECOMENDACIONES

Impulsar la capacitación continua en sostenibilidad y energías limpias dirigida a los profesionales del sector de la construcción, con especial énfasis en áreas de gerencia de proyectos, para fortalecer sus competencias en la gestión de iniciativas sostenibles.

Fomentar la creación y fortalecimiento de políticas públicas y privadas que incentiven la adopción de tecnologías limpias en los procesos constructivos, incorporando beneficios fiscales, económicos y regulatorios que favorezcan el desarrollo de proyectos sostenibles.

Promover la implementación de herramientas digitales, como sistemas de modelado de información para la construcción (BIM) y software especializado en gestión de sostenibilidad, que permitan optimizar la planificación, ejecución y seguimiento de los proyectos, garantizando un mejor desempeño ambiental y operativo.

Ampliar los espacios de participación y colaboración con las comunidades locales, asegurando que los proyectos sostenibles no solo generen impactos positivos en el medio ambiente, sino también beneficios sociales y económicos para la población involucrada.

Estimular la investigación, el desarrollo y la innovación en nuevas tecnologías aplicadas a la construcción sostenible, con énfasis en soluciones basadas en energías renovables y materiales ecológicos, que contribuyan a reducir la huella ambiental de la industria.

9. REFERENCIAS

Amato, A., Asdrubali, F., & Evangelisti, L. (2019). *Sustainable building materials: The environmental and energy performance of hempcrete walls*. *Journal of Cleaner Production*, 212, 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.110>.

ASTM International. (2018). *ASTM E2397-18: Standard practice for determination of dead loads and live loads associated with structures for buildings and other structures*. <https://www.astm.org/e2397-18.html>

Banco Mundial. (2021). *Greening the construction sector: An urgent opportunity*. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/publication/greening-the-construction-sector>

Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., & Pérez, G. (2014). Review of energy storage systems for thermal applications in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 659–682. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.09.068>

Congreso de la República de Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014: Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional*. <https://www.funcionpublica.gov.co>

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2020). *Política Nacional de Edificaciones*

Sostenibles. <https://www.dnp.gov.co>

Gallego-Ramírez, L., Martínez, A., & Suárez, M. (2021). Integración de energías renovables en proyectos de vivienda social en Colombia. *Revista de Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9(2), 45–59.

Garzón, F. (2020). *Sostenibilidad en la construcción colombiana: retos normativos*. *Revista Construcción y Desarrollo*, 15(1), 22–35.

Hossain, S., & Ahmed, K. (2019). Green building: An overview. En *Energy efficiency and sustainable lighting* (pp. 19–30). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10374-0_2

ISO. (2017). *ISO 14001:2015: Environmental management systems—Requirements with guidance for use*. <https://www.iso.org/standard/60857.html>

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery* (4.^a ed.). Wiley.

Kumar, R. (2019). Materials for sustainable building: Emerging trends & challenges. En *Handbook of materials for sustainable building* (pp. 1–24). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-00256-2_1

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INSDUTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2016). *Reglamento Técnico de Construcciones*

Sostenibles (RTCS). <https://www.minvivienda.gov.co>

Ortiz, R., Castells, F., & Sonnemann, G. (2018). Sustainability in Latin American construction:

Barriers and opportunities. *Sustainability*, 10(6), 1832. <https://doi.org/10.3390/su10061832>

Pompo, O., Rivela, B., & Neila, J. (2016). Life cycle thinking toward sustainable development in

the building sector: A review. *Journal of Cleaner Production*, 135, 763–775.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.123>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA. (2022). *2022 Global*

status report for buildings and construction.

<https://globalabc.org/resources/publications/2022-global-status-report-buildings-and-construction>

Rodríguez, J., & Méndez, L. (2021). *Ecoetiquetado y sostenibilidad en la edificación urbana en*

Colombia. *Revista EcoHabitar*, 12(1), 44–58.

Velasco, D. (2022). *Potencial de energía solar en Colombia: Perspectivas para la transición*

energética. *Energía y Sociedad*, 18(3), 29–42.

World Green Building Council. (2021). *Bringing embodied carbon upfront*.

<https://www.worldgbc.org/embodied-carbon>

ANEXOS

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Anexo 1. Instrumento de recolección de información: Encuesta aplicada a profesionales del sector construcción

Título del cuestionario: Percepción y aplicación de la sostenibilidad en proyectos constructivos.

Población objetivo: Ingenieros civiles, arquitectos, gerentes de proyectos y técnicos del sector construcción en Colombia.

Tipo de instrumento: Cuestionario estructurado – 10 preguntas cerradas

Ejemplo de preguntas:

1. ¿Cuál es su formación académica principal?
2. ¿Ha recibido formación complementaria en sostenibilidad?
3. ¿En sus proyectos ha implementado algún tipo de energía limpia (solar, eólica, etc.)?
4. ¿Cuáles cree que son las principales barreras para aplicar prácticas sostenibles en sus obras?
5. ¿Conoce los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?
6. ¿Considera que sus proyectos contribuyen al cumplimiento de algún ODS?
7. ¿Con qué frecuencia utiliza herramientas de gestión de sostenibilidad como BIM, ACV, EDGE o LEED?
8. ¿Qué tipo de incentivos considera necesarios para promover la sostenibilidad en la construcción?
9. ¿Qué impacto cree que tiene la construcción sobre el medio ambiente local?
10. ¿Considera viable implementar sostenibilidad sin afectar significativamente los costos?

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Anexo 2. Tabla de correspondencia con los ODS

ODS	Prácticas identificadas en la investigación	Nivel de cumplimiento observado
ODS 7: Energía limpia	Uso parcial de paneles solares, iluminación LED	Bajo-medio
ODS 11: Ciudades sostenibles	Diseño urbano responsable, reducción de residuos en obra	Medio
ODS 13: Acción por el clima	Iniciativas aisladas de mitigación	Bajo

PROYECTO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Anexo 3. Formato de consentimiento informado

(Usado para encuestas)

Incluye:

- Objeto de la investigación
- Participación voluntaria
- Confidencialidad de la información
- Firma del participante