



**COMPARACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL
APLICADAS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA**

**LEIDY FABIANA ACOSTA MOJICA
LUISA FERNANDA BARRERO MANRIQUE
CRISTHIAN CAMILO CASTRO LEÓN**

**DIRECTOR DE SEMINARIO
LUZ MARINA SÁNCHEZ AYALA**

**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD EAN
BOGOTÁ, COLOMBIA
2024**

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	5
2 Descripción del problema.....	6
3 Pregunta de investigación.....	6
4 Objetivos.....	7
4.1. Objetivo general	7
4.2. Objetivos específicos.....	7
5 Marco teórico.....	7
5.1. Concepto de Sostenibilidad ambiental	7
5.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible	8
5.3. Huella de carbono.....	10
5.4. Construcción sostenible.....	11
5.5. Estrategias de sostenibilidad ambiental para la construcción	16
6 Marco legal	21
7 Diseño metodológico.....	23
8 Análisis del sector.....	24
8.1. Antecedentes	24
8.2. Datos estadísticos	25
8.2.1. Crecimiento del PIB	25

8.2.2. Empleos	25
8.2.3. Licencias de construcción.....	26
9 Análisis del sector.....	27
9.1. Construcción Sostenible.....	28
10 Estado del arte.....	29
10.1. Proyecto sector vivienda.....	30
10.2. Proyectos sector educativo	31
10.3. Proyectos sector empresarial	32
10.4. Proyectos sector Comercial	33
11 Conclusiones.....	34
Referencias.....	37

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Objetivos de componentes básicos.....	18
Ilustración 2 Crecimiento PIB.....	25
Ilustración 3 Empleo en el sector de la construcción	26
Ilustración 4 Licencias de construcción aprobadas por vivienda y destinos no habitacionales.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Objetivos de Desarrollo sostenible.....	9
Tabla 2 Pilares de la construcción sostenible.....	11
Tabla 3 Principios para las buenas prácticas para evaluar LCSA	14
Tabla 4 Principales estrategias para la construcción sostenible.....	20
Tabla 5 Análisis del sector a partir del modelo PESTEL.....	28
Tabla 6 Matriz de análisis documental.....	30

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Huella de carbono.....	11
Ecuación 2 Sostenibilidad del ciclo de vida.....	13

Resumen

El sector construcción en Colombia es uno de los promotores de desarrollo económico y social. Debido a los acuerdos internacionales suscritos por el país se ha incentivado la transformación sostenible del sector como respuesta a los impactos ambientales determinados. En este documento se plantea una revisión de proyectos del sector construcción enfocados en los sectores vivienda, comercio, educativo, empresarial que se destacan por poseer certificaciones de sostenibilidad obtenidas de manera voluntaria y se revisan las estrategias implementadas y el impacto generado empleando la información de las agremiaciones sectoriales reconocidas a nivel nacional.

Palabras claves: ambiente; Colombia; construcción; estrategias; sostenibilidad.

Abstract

Construction sector is one of the promoters of economic and social development in Colombia. Due to the international agreements signed by the country, sustainable transformation of the sector has been encouraged in response to determined environmental impacts. This document proposes a review of projects in construction sector focused on the housing, commerce, educational and business sectors that stand out for having sustainability certifications obtained voluntarily, strategies implemented and the impact generated were reviewed using the information from the nationally recognized sectoral associations.

Keywords: environment; Colombia; construction; strategies; sustainability.

1 Planteamiento del Problema

Las estrategias de transformación de entornos en el sector de la construcción surgen como respuesta a los impactos ambientales generados a través de los procesos constructivos y en pro de aumentar los hábitos de construcción sostenible, en este documento se plantea una revisión de las estrategias, el impacto y reconocimiento que pueden tener proyectos con este enfoque en Colombia.

2 Descripción del problema

El sector construcción en Colombia constituye uno de los principales promotores de desarrollo económico y social (Departamento Nacional de Planeación, 2018), sin embargo, durante la ejecución de los proyectos que consideran desde la extracción de materiales hasta la operación de la infraestructura se generan grandes impactos ambientales con altos niveles de contaminación atmosférica, contaminación del agua potable, vertimientos, entre otros (Archdesk, 2021). Teniendo en cuenta las actuales problemáticas del cambio climático sobre el entorno, se han derivado afectaciones en el medio ambiente creando la necesidad de cambiar los hábitos de consumo y las actividades antrópicas. Por ende, es preciso identificar las estrategias existentes para transformar los entornos de construcción en el país hacia modelos ambientalmente sostenibles y con ello promover proyectos responsables, conscientes y con impactos ambientales positivos para su entorno.

3 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las estrategias de sostenibilidad ambiental que se aplican en el sector de la construcción en Colombia?

4 Objetivos

4.1. Objetivo general

Comparar las principales estrategias de sostenibilidad ambiental implementadas en el sector de la construcción en Colombia.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar las principales estrategias de sostenibilidad ambiental existentes para transformar los entornos de construcción en el país.
- Analizar los impactos de las estrategias en proyectos destacados ambientalmente sostenibles.
- Comparar las alternativas empleadas para la transformación del sector hacia modelos sostenibles.

5 Marco teórico

5.1. Concepto de Sostenibilidad ambiental

Es la capacidad de mantener los recursos naturales (Agua, aire, suelo y biodiversidad) y los sistemas ecológicos en un estado equilibrado y saludable a largo plazo, de manera que todos puedan tener una acción individual y colectiva para contribuir y lograr la sostenibilidad ambiental adoptando hábitos de protección responsable y desarrollo productivo (Santander Universidades, 2022). Tiene la capacidad de integrar un equilibrio entre las dimensiones del desarrollo ambiental, social y económico, en donde, se centra en las acciones responsables para que no se agoten los recursos o se dañe el medio ambiente de tal manera que comprometa las

oportunidades la calidad de vida de las generaciones futuras, la implementación de factores y justicia social y el desarrollo económico para lograr un desarrollo equitativo y sostenible (Subsecretaría de agricultura, 2008).

La sostenibilidad ambiental, es un desafío global que requiere ser atendido con urgencia, contribuyendo día a día a la adopción de pequeños cambios en el estilo de vida, como la reducción de la contaminación y la minimización de los impactos ambientales negativos asociados con las actividades humanas, las cuales deberán ser promovidas por medio de la educación y la concientización. Por otro lado, se puede abarcar la promoción de estilos de vida y modelos económicos donde se respeten los límites del planeta y fomenten la armonía entre la actividad humana y los sistemas naturales, incluyendo el desarrollo de la energía renovable, la conservación de la biodiversidad, la reducción de residuos y la promoción de la eficiencia en el uso de recursos (Domínguez , León, Samaniego, & Sunkel, 2019).

5.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Con el fin de atender las necesidades generadas a raíz del cambio climático en el mundo, se plantean desafíos para asegurar la sostenibilidad alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS, un programa impulsado por las naciones unidas para el desarrollo como un llamado universal con 17 ODS con el propósito de lograr y crear un futuro más sostenible (Naciones Unidas, 2018).

En la Tabla 1 se observan los 7 ODS están directamente relacionados con la sostenibilidad, los objetivos de desarrollo sostenible proporcionan un marco para que los

gobiernos, las empresas y la sociedad trabajen de la mano para alcanzar un futuro más sostenible (Naciones Unidas, 2018).

Tabla 1 Objetivos de Desarrollo sostenible

ODS	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
6 Agua limpia y saneamiento	Se centra en garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, promoviendo su uso sostenible y la gestión eficiente de los recursos hídricos.	
7 Energía asequible y no contaminante	Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y minimizar el impacto ambiental.	
9 Industria, innovación e infraestructura	Promover una industrialización inclusiva, sostenible y fomentar la innovación, mediante la adopción de tecnologías limpias y ambientalmente responsables.	
11 ciudades y comunidades sostenibles	Hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.	
12 Producción y consumo responsables	Promover patrones de consumo y producción sostenibles, con la adopción de tecnologías	

ODS	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN
	limpias y procesos de producción más sostenibles.	
13 Acción por el clima	Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Busca fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los impactos climáticos.	
15 Vida de ecosistemas terrestres	Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres. Gestionando de forma sostenible los bosques y deteniendo la deforestación.	

Nota. Elaboración propia basada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2018).

5.3. Huella de carbono

La huella de carbono es una medida de la cantidad de emisiones gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono (CO₂), liberados a la atmósfera por una actividad de impacto ambiental de un individuo, organización o producto. Ahora bien, es una herramienta fundamental para las organizaciones que buscan comprender el impacto ambiental y tomar medidas para reducir sus emisiones de GEI (Millán & Narváez, 2015). La base metodológica de la huella de carbono se calcula sumando las emisiones de todos los gases de

efecto invernadero de una actividad o producto a lo largo de su ciclo de vida, el cálculo radica en aplicar la **Ecuación 1**:

Ecuación 1 Huella de carbono

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato Actividad} \times \text{Factor Emisión}$$

En donde, el dato actividad es la cantidad de combustible, energía, materiales o productos que generan emisiones de GEI y el factor emisión es la cantidad de GEI emitida por unidad de actividad. No obstante, realizar este cálculo contiene grandes beneficios como la identificación de las fuentes de emisiones de GEI, reducir las emisiones de GEI, ahorrar costes energéticos y mejorar la imagen pública con el compromiso de la sostenibilidad (MITECO, 2023).

5.4. Construcción sostenible

La construcción sostenible se puede definir como el uso eficiente de los recursos con un diseño ecológico. La primera definición de construcción sostenible corresponde a la propuesta por Hill y Bowen en 1997 donde se consideraba: “Crear y operar un entorno construido saludable basado en la eficiencia de los recursos y el diseño ecológico” (Maqbool y otros, 2023).

La teoría de la sostenibilidad o modelo Prisma de Elkington determina que existen tres pilares principales para lograr la construcción sostenible: medio ambiental, bienestar social y economía. (Maqbool y otros, 2023) que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2 Pilares de la construcción sostenible

Medio ambiente	Bienestar social	Economía
Comprende el impacto de las construcciones en el medio	Se describe que una construcción ética es la	Se ha demostrado que, durante un período prolongado, el

Medio ambiente	Bienestar social	Economía
ambiente promoviendo la adopción de un uso eficiente de los recursos naturales y la energía.	que incluye a la comunidad local.	costo de funcionamiento de las estructuras sostenibles es menor a las convencionales.

Nota. Elaboración propia basado en A mixed-methods study of sustainable construction practices in the UK (Maqbool y otros, 2023).

Los permanentes procesos de innovación y modernización han generado una mayor demanda de proyectos a nivel residencial, industrial o comercial en la industria de la construcción, los cuales pueden generar afectaciones negativas al medio ambiente por el uso de agua, aire y energía que desencadenan el agotamiento de estos recursos contribuyendo indirectamente al cambio climático, también afectando la economía y el bienestar humano, por lo cual la construcción es reconocida como una de las principales industrias no sostenibles (Salah y otros, 2023).

Se estima que la construcción y operación de edificios presenta los siguientes valores de referencia: consumo de 45% de energía global, uso del 50% global del agua, los edificios son responsables del 23% de la contaminación del aire, la construcción genera casi entre el 40 % y el 50 % de los gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial y consumo de casi el 40 % de los recursos naturales (Salah y otros, 2023).

Por lo anterior, la sostenibilidad se ha determinado como un factor fundamental y se estima necesario evaluarla en las prácticas de gestión de proyectos (Hussain & Hussain, 2023). Además, se ha buscado incentivar la conciencia ambiental sobre la construcción sostenible en la industria en beneficio de la industria, el medio ambiente y la sociedad y corresponde a uno de los

critérios determinados como ventaja competitiva en el mercado (Maqbool y otros, 2023) (Hussain & Hussain, 2023). Por la alta frecuencia de proyectos de la industria de la construcción, se considera importante desarrollar un marco de evaluación considerando la sostenibilidad en el desarrollo como los circuitos económicos para garantizar una industria de la construcción más limpia (Hasheminasab & Hashemkhani Zolfa, 2023).

Actualmente, se han planteado varios sistemas de calificación de edificios ecológicos para promover la sostenibilidad y la reducción de los impactos ambientales negativos en los proyectos de la industria de la construcción. Dichos sistemas enfatizan en el aspecto ambiental de la sostenibilidad, es importante enfatizar en la reutilización, remanufactura y reciclaje en los proyectos de construcción como una manera de restaurar el medio ambiente (Hasheminasab & Hashemkhani Zolfa, 2023).

Una fórmula conceptual de la sostenibilidad del ciclo de vida (LCSA) combina la evaluación del ciclo de vida ambiental (LCA), el costo del ciclo de vida ambiental (LCC) y la evaluación del ciclo de vida social (S-LCA) reconociendo que las actividades de construcción y edificación tienen impacto significativo en estos tres aspectos, donde

Ecuación 2 Sostenibilidad del ciclo de vida

$$LCSA = LCA + LCC + S-LCA$$

La evaluación de la sostenibilidad del ciclo de vida (LCSA) se ha implementado cada vez más en la industria de la construcción, cuenta con 10 principios para las buenas prácticas que se observan en la Tabla 3, sin embargo, aún se encuentran en desarrollo, no está claro si los principios propuestos pueden ofrecer una guía para el futuro (Dong y otros, 2023).

Tabla 3 Principios para las buenas prácticas para evaluar LCSA

Principio	Criterio	Descripción
P1	Comprender las áreas de protección	Requiere la comprensión de las áreas de protección y las vías del impacto, incluyendo los mecanismos de causa-efecto que conectan los resultados del inventario con los indicadores.
P2	Alineación con ISO 14040	Comprende el cumplimiento de las cuatro fases del análisis del ciclo de vida: definición del objetivo y alcance, inventario del ciclo de vida, evaluación de impacto e interpretación.
P3	Integridad	Garantiza que los tres pilares deben incluirse en el estudio LCSA. Si se excluye una etapa del ciclo de vida en el alcance, se debe proporcionar una justificación específica.
P4	Consideración de las partes interesadas clave	Las partes interesadas que son claves deben estar incluidas en el LCSA.
P5	Consideración de la utilidad del producto	Comprende los beneficios colaterales del producto más allá de su unidad funcional.
P6	Materialidad de los límites del sistema	Los procesos unitarios importantes de cualquiera de los tres pilares que presentan impactos significativos deben incluirse en los límites del sistema.
P7	Consistencia	Adopción de un enfoque no contradictorio en las cuatro fases del LCSA y permitir comparaciones significativas.

Principio	Criterio	Descripción
P8	Transparencia	Suministrar suficiente información sobre los datos de entrada que permitan interpretar, verificar y comparar los resultados del LCSA.
P9	Comunicación explícita de compensaciones	Asegura que las tres dimensiones del LCSA estén equilibradas, a fin de proporcionar una base más razonable para la toma de decisiones.
P10	Precaución al compensar impactos	Los impactos negativos y positivos se informan separadamente y empleando métodos de ponderación se informan de forma transparente.

Nota. Elaboración propia basada en Towards the principles of life cycle sustainability assessment: An integrative review for the construction and building industry (Dong y otros, 2023).

Debido a las expectativas públicas y regulatorias cada vez más estrictas que buscan garantizar la adopción de prácticas de construcción sostenible se destaca que la demanda de construcción sostenible ha aumentado en los últimos años, se prefieren edificios ecológicos y energéticamente eficientes donde se genere una huella de carbono mínima incentivando el bienestar ambiental para promover una mejor calidad de vida para las generaciones futuras (Van Nguyen, 2023).

En Colombia, en el mercado de la construcción nacional, desde los años noventa, se han implementado diferentes sellos sostenibles voluntarios para las edificaciones, donde se ha visto el liderazgo de empresas con acceso a mercados y estándares internacionales. El país no cuenta

con un sistema de incentivos económicos para la implementación de criterios de sostenibilidad en las edificaciones, en algunos proyectos se han incluido estos criterios con sellos voluntarios conllevando a la implementación de mejores prácticas, de destacan algunos sellos de sostenibilidad como: SAC, Referencial CASA Colombia, WELL, certificación para el Liderazgo en diseño ambiental y energético [LEED por sus siglas en inglés], EDGE, sello para la alta calidad ambiental [HQE por sus siglas en francés], donde se referencias aspectos desde el diseño hasta la localización, respecto al uso, transporte, áreas verdes y la planeación inclusiva. En la operación de las edificaciones se incluye el uso racional de energía, agua, materiales, ambientes saludables y residuos (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

5.5. Estrategias de sostenibilidad ambiental para la construcción

El sector de la construcción se ha desarrollado históricamente bajo prácticas constructivas guiadas por principios en torno a factores económicos y de tiempo, buscando la rentabilidad económica y la ejecución a corto plazo. Incorporar los conceptos de sostenibilidad en la construcción representa un esfuerzo de varios niveles y requiere de una transformación en el enfoque práctico del negocio, pues al ser un sector que funciona como uno de los principales motores económicos de la sociedad debe adaptarse a las nuevas necesidades y los retos que tienen las tendencias de sostenibilidad y la economía circular (Eurofins, 2023).

Este panorama crea la necesidad de desarrollar nuevas formas para la planificación de las construcciones en el país, contemplando que la arquitectura sostenible integre en sus diseños elementos en pro de la armonización y la optimización de las edificaciones en las diferentes fases productivas con el medio ambiente. Lo anterior a partir de la adopción de nuevas estrategias, normas y estándares para el diseño y la construcción, los cuales se orienten hacia intervenciones

menos impactantes al ambiente y los recursos naturales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Las estrategias sostenibles en el sector deben partir desde la implementación de la economía circular para la obtención de sus objetivos, entendiendo que esta economía considera nuevos modelos para la producción y el consumo garantizando el crecimiento sostenible a través del tiempo y promoviendo la eficiencia en el uso de materiales (Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). Su principal objetivo se fundamenta en los principios de reducir, reutilizar y reciclar para alcanzar la mayor utilidad de los materiales y recursos. Ahora bien, en el sector se convierte en un factor clave el análisis del ciclo de vida de los productos para contribuir con la circularidad, otorgándole una segunda oportunidad a los residuos generados y evitar su llegada a los rellenos sanitarios y estableciendo modelos de producción con más eficiencia (Cemex, 2022).

Para que las estrategias en el sector puedan alcanzar el cumplimiento de objetivos encaminados en la gestión ambiental, se deben implementar planes que prioricen la racionalización del uso de los recursos naturales, la sustitución con sistemas o recursos alternativos y planes de manejo frente al impacto ambiental. Es así como los recursos del suelo, el agua, los materiales y la energía toman un papel primordial dentro de los procesos constructivos al ser elementos básicos para la construcción de edificaciones y ser los generadores de los mayores impactos al medio ambiente durante el proceso de producción (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Ilustración 1 Objetivos de componentes básicos

	AGUA	SUELO	MATERIALES	ENERGÍA
OBJETIVOS				
RACIONALIZAR el uso los recursos naturales	Ahorro y uso eficiente			
SUSTITUIR con sistemas o recursos alternativos	Fuentes alternas, reutilización	Renovación	Fuentes alternas, reciclaje	Fuentes alternas
MANEJAR el impacto ambiental	✓Prevención ✓Mitigación ✓Minimización ✓Restitución ✓Compensación			

Nota. Representación de los objetivos a partir de los componentes básicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Estos cuatro pilares representan los ejes fundamentales para llevar a cabo la transformación del sector en el país, sin embargo, los niveles de consumo de estos están directamente relacionados con los diseños arquitectónicos y constructivos de las edificaciones y los patrones de comportamiento de los usuarios que habitan sus espacios. Por lo que el desarrollo de construcciones sostenibles debe empezar desde el diseño arquitectónico de la infraestructura en donde se proporcionen herramientas que generen condiciones ambientales eficientes con su entorno y se maximicen fuentes para la reducción energética, la eficiencia del recurso hídrico y se brinde altos niveles de calidad del ambiente interior (CAMACOL, 2015).

En primer lugar, la utilización del agua como recurso para el sector de la construcción representa alrededor del 10% de la demanda hídrica total en el año según el Estudio Nacional del Agua (ENA) (IDEAM, 2019), las altas demandas de agua generan la captación de altos volúmenes que implican la pérdida de acuíferos y producen desequilibrios ecosistémicos de gran impacto. Por tal razón, las estrategias para la construcción sostenible se deben abordar desde la eficiencia en el consumo, la gestión del drenaje en los procesos urbanos y el proceso de tratamiento del recurso (CCCS, 2022).

Por su parte, el suelo es el recurso en donde se desarrolla el montaje y construcción de las infraestructuras. Con el desarrollo acelerado y continuo de las zonas urbanas en el país se generan una serie de cambios y transformaciones en el entorno natural, los cuales deben identificarse y ser delimitados con el hecho de no afectar zonas de protección, ecosistemas y los servicios ambientales que los suelos puedan estar prestando (Salazar Ferro, 2018). Entonces, para la generación de la circularidad en la construcción sostenible es indispensable adoptar las regulaciones y las normas urbanísticas de los planes de ordenamiento territorial (POT) que definen los tipos de usos del suelo en las zonas de interés para cumplir con las demandas de los ciudadanos y las necesidades viales y de servicios públicos para la prestación de servicios sociales (Salazar Ferro, 2018).

En cuanto a los recursos materiales, según el (DANE, 2020) al sector de la construcción se le atribuye alrededor del 60% del consumo total de recursos no renovables y el 40% del consumo de energía, la extracción de materiales genera impactos severos a la sostenibilidad ambiental al promover la pérdida de suelos y subsuelos, así como afectación a las fuentes de recurso hídrico y su respectiva biodiversidad. A partir de aquí, se requiere la inclusión de estrategias para disminuir la utilización de los recursos naturales y buscar alternativas en función de generar una transformación en los ciclos de producción y consumo de la construcción (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Por último, la energía está presente en la construcción principalmente a través del consumo de electricidad para el funcionamiento de las maquinarias y la iluminación, a pesar de ser un energético que no contamina, para su generación requiere altos niveles de energía para ser transportada a los sitios de interés, esta producción y transporte de energía produce impactos

ambientales a través de la generación de gases contaminantes y emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) a la atmósfera que contribuyen a la contaminación del aire y ocasionan problemáticas de salud pública. Las posibles estrategias para la reducción del impacto ambiental en el sector, deben estar enfocadas hacia los diseños bioclimáticos que permitan la reducción del consumo de energía aprovechando fuentes alternativas y generando una prevención en los hábitos de consumo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Con el fin de realizar la transformación del sector hacia sistemas enfocados en la construcción sostenible, existen una serie de medidas posibles a implementar frente a los principales recursos bases para la producción de infraestructuras, dirigidas hacia los potenciales ahorros de materias primas y en busca de generar procesos más eficientes. Para ello, a continuación, en la Tabla 4 se representan algunas de las estrategias más representativas para la sostenibilidad que se pueden aplicar al sector de la construcción.

Tabla 4 Principales estrategias para la construcción sostenible.

RECURSOS	ESTRATEGIAS
AGUA	Instalación de aparatos sanitarios de bajo consumo.
	Sistemas de tratamiento y recirculación del agua.
	Recolección y distribución de aguas lluvias.
	Optimización de redes de suministro y desagüe.
	Reutilización de aguas grises.
SUELO	Diseño adecuado del espacio habitable.
	Distribución adecuada del terreno.
	Armonización entre construcción y entorno.

RECURSOS	ESTRATEGIAS
	Uso de jardines verticales y en cubiertas. Manejo de vertimientos. Plan de gestión integral. Sistemas de compostaje.
	Planes de manejo de residuos. Priorizar productos con certificados de sostenibilidad.
MATERIALES	Contar con proveedores regionales. Materiales producidos con materias recicladas. Planificación de procesos sostenibles en obra.
	Diseños para optimización de luz natural. Instalación de sensores de ocupación. Instalación de aparatos y dispositivos de menor consumo energético.
ENERGÍA	Ventilación cruzada. Paneles solares. Implementar sistemas eólicos.

Nota. Elaboración propia basada en las principales estrategias para la construcción sostenible a partir de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

6 Marco legal

En Colombia, según lo expuesto en el artículo 2 de la Resolución 549 de 2015, se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y

construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía señalados en la presente resolución, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social.

(Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015). Las edificaciones relacionadas corresponden a: viviendas no vis, vivienda de interés social (vis) y vivienda de interés prioritario (vip), centros comerciales, oficinas, hoteles, educativos, y hospital.

La Resolución 0549 de 2015 presenta dos anexos: (i) la Guía de Construcción Sostenible para el Ahorro de Agua y Energía en Edificaciones y (ii) el Mapa de clasificación del clima en Colombia para la identificación de los requisitos de la resolución según el piso térmico, de aplicación obligatoria para edificaciones con distintos usos excepto VIS¹ y VIP² y aplicación gradual según la población de los municipios, se presenta la implementación de medidas activas y medidas pasivas (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

Según el Conpes 3919 denominado Política Nacional de Edificaciones Sostenibles se busca disminuir el impacto ambiental de la construcción de edificaciones y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, llevando a fortalecer el crecimiento sostenible de la economía nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible y demás compromisos internacionales. Se exponen iniciativas de corto y mediano plazo (2018 a 2025) para promover e incentivar edificaciones sostenibles (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

-
1. VIS: Vivienda de Interés Social.
 2. VIP: Vivienda de Interés Prioritario.

7 Diseño metodológico

La investigación cualitativa es un método para el análisis de registros documentales en busca de la evaluación e interpretación de la información. Se basa principalmente en un enfoque interpretativo en donde se examina el lenguaje, los términos empleados, los comportamientos y las representaciones simbólicas, además de estudiar el contexto natural con el fin de comprender las representaciones e ideas de los fenómenos sociales (Arellano, 2023).

La investigación cualitativa tiene como objetivo identificar actitudes, comportamientos, perspectivas y experiencias para explicar y comprender las razones por la cual se producen los fenómenos estudiados, además de analizar las consecuencias generadas en el entorno involucrado (Arellano, 2023).

Para abordar los fenómenos que se desean estudiar, la investigación cualitativa cuenta con distintos paradigmas y tipos de técnicas: estudios de caso, investigación etnográfica, investigación participativa y la investigación-acción. La técnica a implementar en esta investigación se basa en el estudio de casos teniendo en cuenta que permite realizar la comparación entre diferentes factores que llevaron al éxito los diferentes proyectos y con ello realizar un contraste que permita identificar los patrones y diferencias (Arellano, 2023).

Para el presente trabajo se ha decidido adoptar el tipo de investigación cualitativa, el cual ofrece una herramienta valiosa para estudiar y evaluar la efectividad de diferentes estrategias de sostenibilidad ambiental en proyectos del sector de la construcción en Colombia. A través de métodos como el análisis de casos de estudio que representen detalladamente la implementación y aplicación de estrategias de sostenibilidad, una comprensión profunda para entender el por qué

y el cómo de los acontecimientos y un análisis cualitativo que sean coherentes con los objetivos de la investigación. A partir de esto, se logra identificar las prácticas, los desafíos y las oportunidades asociadas con la implementación de estas estrategias.

8 Análisis del sector

8.1. Antecedentes

La construcción se origina a partir de la necesidad de refugio de las poblaciones en el momento que los humanos dejan de ser nómadas y deciden asentarse en un solo lugar para dedicarse a la agricultura y la crianza de animales como forma de sustento (Cifuentes Duque , 2015). La actividad de la construcción tiene inicio bajo la necesidad funcional de generar un ambiente controlado que brindara protección frente a las condiciones climáticas, para ello las primeras poblaciones implementaban materiales sencillos tales como hojas, ramas, piedras y pieles de animales. Con el transcurso del tiempo, las poblaciones fueron evolucionando y generando nuevas técnicas constructivas que permitieron la creación de obras más complejas (ADHETEC).

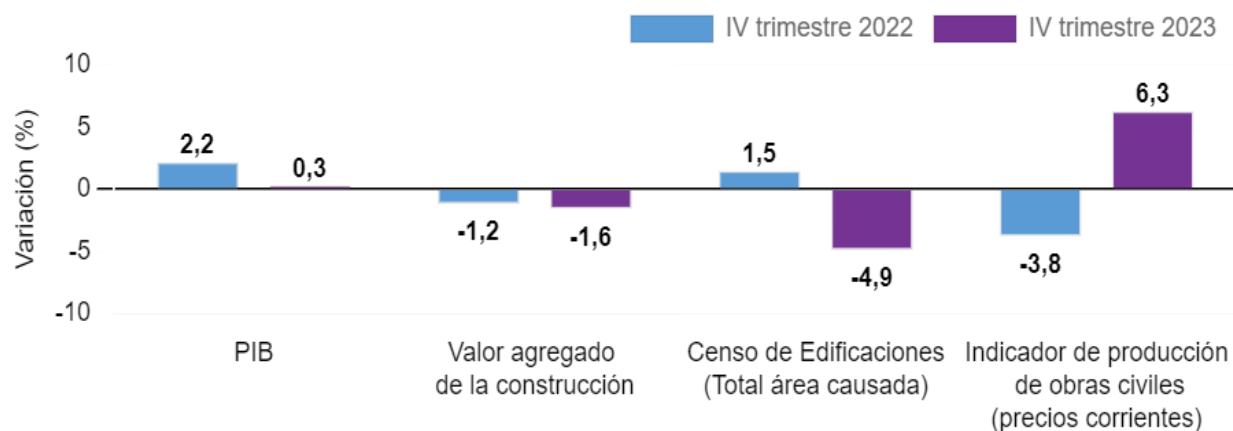
En la actualidad, el sector de la construcción representa un pilar principal para las economías de los países teniendo en cuenta que el sector comprende un amplia gama de obras infraestructura en donde se comercializan edificaciones como casas, hoteles, apartamentos, oficinas, hospitales, escuelas e incluso todo tipo de infraestructura de tipo vial, que en su conjunto aportan en la dinámica productiva de los países y contribuyen fundamentalmente al desarrollo económico de los mismos (Alzate Gutiérrez, 2020).

8.2. Datos estadísticos

8.2.1. Crecimiento del PIB

El PIB para el sector de la construcción aumentó un 0,3% para el cuarto trimestre del 2023 (octubre-diciembre) con respecto al trimestre del 2022, por otro lado, el valor agregado de la construcción para el año 2023 disminuyó un 1,6% en su valor anual, lo anterior debido a la caída del valor agregado de tres actividades de la construcción, las cuales son obras civiles (-2,9), actividades especializadas (-1,4) y edificaciones (-1,0) (DANE, 2024).

Ilustración 2 Crecimiento PIB

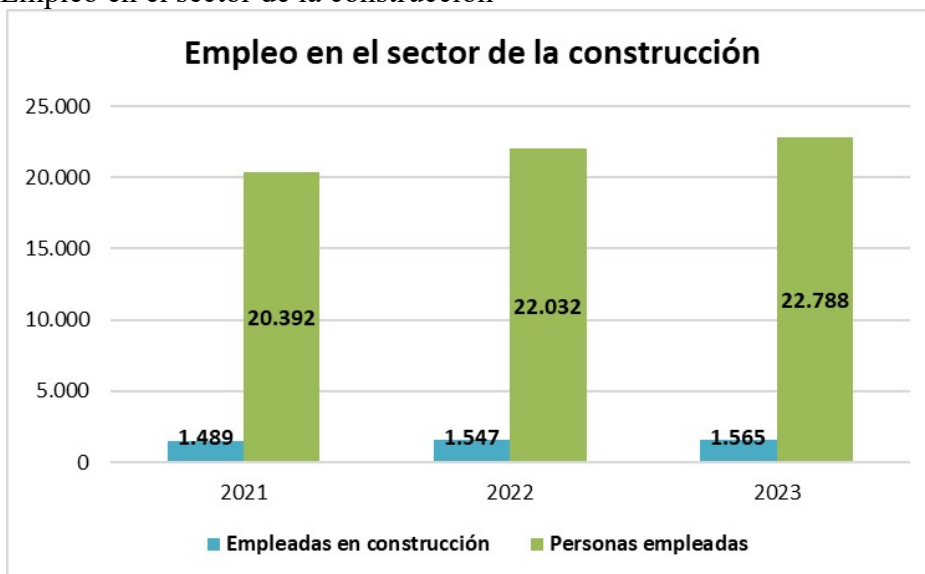


Nota. DANE, IEAC

8.2.2. Empleos

Para el año 2023 el promedio de número de personas empleadas fue de 22.788, en donde el sector de la construcción aportó positivamente un 2,4% con un total de 1.565 trabajadores contratados para dicho sector, es preciso mencionar que se realizó una comparación de los últimos 3 años (2021, 2022, 2023) en el cual se evidenció que para 2022 aumentó un 1,2% con respecto al año anterior y un 0,4% para el último año (DANE, 2024).

Ilustración 3 Empleo en el sector de la construcción

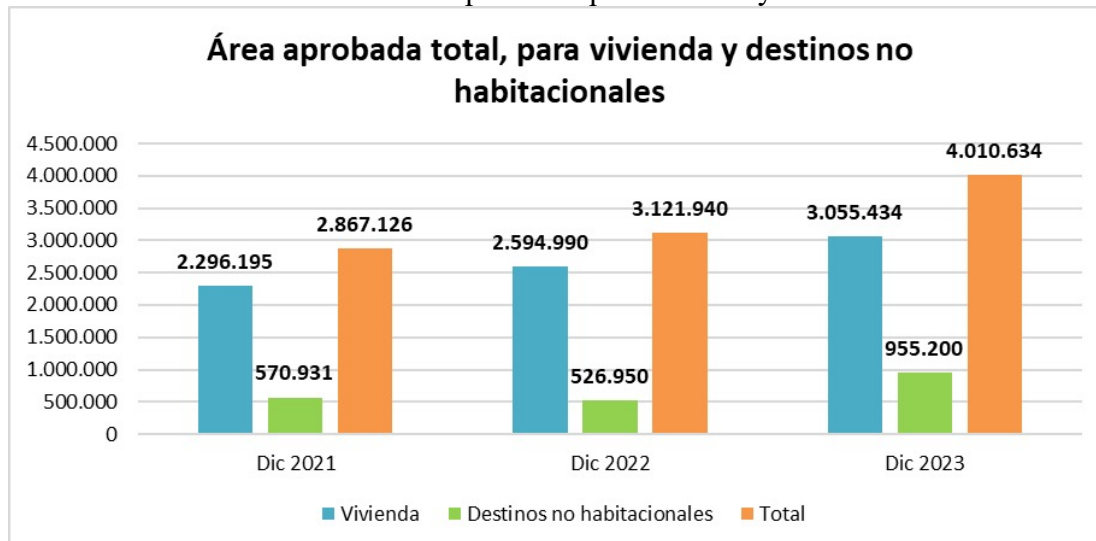


Nota. DANE, IEAC

8.2.3. Licencias de construcción

En los últimos años, se ha visto reflejado el crecimiento de la construcción, según los datos del DANE para el año del 2021 se aprobaron licencias para la construcción de 2.867.126 lo que representa un crecimiento del 4,1% con respecto al año anterior, para el año 2022 se tuvo una aprobación de 3.121.942 y al cierre de diciembre del 2023 se aprobaron licencias para la construcción de 4.010.634 m², aumentando un 28,5% con respecto al año 2022, es importante resaltar que estas licencias se categorizan en dos partes, viviendas y destinos no habitacionales en donde cifras se evidencian en la **Ilustración 4** (DANE, 2024).

Ilustración 4 Licencias de construcción aprobadas por vivienda y destinos no habitacionales



Nota. DANE, ELIC

9 Análisis del sector

Para el análisis del sector se emplea la herramienta denominada análisis PESTEL para identificar el contexto actual, comprender el entorno mediante el reconocimiento de los elementos macroeconómicos externos que pueden afectar como lo son los aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales.

Conforme a lo anterior de destaca que los aspectos políticos y económicos que afectan al sector construcción en Colombia, a nivel nacional se encuentran ligados a la cambiante situación política del actual gobierno que genera incertidumbre y falta de confianza (Rincón Gómez & Paredes Lozada, 2023), alineación de los objetivos medioambientales propuestos por el Gobierno Nacional con enfoque en la Sostenibilidad según los compromisos internacionales adquiridos (Departamento Nacional de Planeación, 2018) y a nivel internacional la dificultad en la importación de materias primas para el sector por las condiciones políticas internacionales, esto se ve reflejado internamente en el aumento del costo de los proyectos (González , 2023).

A nivel social, la situación económica y social de las familias ha conllevado a la decisión de no invertir en compra de vivienda, sin embargo, se resalta el aumento de la conciencia ambiental en la sociedad que apoya los proyectos sustentables. (Herrera, 2023)

En el aspecto tecnológico el desarrollo de nuevos materiales a menor costo que disminuyen el impacto ambiental, la implementación de tecnologías y software especializado para la gestión del ciclo de vida de edificaciones ha permitido realizar mejoras (Rincón Gómez & Paredes Lozada, 2023) (REVISTA ECONOMÍA , 2023). También se destaca el uso de metodologías específicas para el sector construcción para mejorar la gestión y planificación de proyectos. En el campo ecológico, el uso de tecnologías verdes y materiales amigables con el ambiente ha permitido la promoción de la salud y el bienestar. (ARBENTIA , 2024)

Dentro del marco legal colombiano se destacan los documentos normativos que encaminan el desarrollo del sector construcción del país hacia la sostenibilidad alineado con políticas de gobierno.

(En los documentos anexos 1 se encuentra la **Tabla 5** Análisis del sector a partir del modelo PESTEL, de los aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales.)

9.1. Construcción Sostenible

Con la creación del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible en el 2008, el desarrollo de la construcción sostenible del país ha venido en crecimiento, pues se ha generado mayor conciencia frente a la necesidad y la importancia de la reducción del impacto ambiental

que representa el sector de la construcción. Además de enfocarse hacia el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible como un compromiso internacional del país. (CCCS, 2021)

Por su parte, la transformación del sector también se ha generado gracias al apoyo conjunto entre el sector público y el sector privado en donde se han realizado acciones para la incorporación de certificados de sostenibilidad en proyectos constructivos. Desde el 2012, el país tuvo un crecimiento considerable frente a la certificación de proyectos en donde se pasó de 1 solo proyecto certificado en 2012 a 258 en el 2022, de los cuales, el 6,9% de proyectos de vivienda estaban certificados y otro 6,3% se encontraba en proceso de obtener un certificado de sostenibilidad. (Alarcón , Tovar, & Junco, 2022)

10 Estado del arte

Con el fin de realizar un análisis documental acerca de estrategias de sostenibilidad ambiental aplicadas en proyectos de construcción en Colombia, se lograron identificar 23 casos de éxito por medio del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible en donde se realiza un reconocimiento a los proyectos en los que se han implementado con gran excelencia y liderazgo los conceptos de la construcción sostenible, dando cabida a la acreditación de certificaciones nacionales e internacionales.

A partir de la información recopilada, se realiza la clasificación de proyectos por medio de 4 categorías: vivienda, educativa, empresarial y comercial para hacer un análisis de 3 proyectos según cada tipo. Con ello se espera identificar las estrategias implementadas para generar impactos de sostenibilidad en las construcciones a partir del uso del recurso hídrico, la implementación de materiales, la eficiencia energética y además conocer los impactos que generan este tipo de estrategias para el desarrollo ambientalmente sostenible.

(En los documentos anexos 2 se encuentra la **Tabla 6** Matriz de análisis documental donde se evidencian las principales características de los proyectos de construcción sostenible a trabajar)

10.1. Proyecto sector vivienda

Para el sector de vivienda se tuvieron en cuenta tres casos de estudio los cuales son Urbanización el Paraíso (Valparaíso, Antioquia), ELE 16 (Medellín) y Primavera Verde (Antioquia). En cuanto a los aspectos relacionado con la gestión sostenible de agua se destaca la instalación de aparatos sanitarios de bajo consumo, incorporación de plantas nativas para buscar la eficiencia del agua y la adaptabilidad con la siembra, sistemas de drenaje para la distribución de aguas lluvias y implementación de sistemas de válvulas para el funcionamiento de la red hidráulica. Expuesto lo anterior se logró un ahorro del agua del 20,6% y 28,8% en los proyectos de Urbanización el Paraíso y Primavera Verde respectivamente. Para el proyecto ELE 16 se redujo en un 17,2% con la implementación de aparatos sanitarios ahorradores y 35,7% con el sistema de recolección de aguas lluvias.

En la gestión de materiales se desarrolló el Plan de Manejo de Residuos para la separación en la fuente y el aprovechamiento de los residuos orgánicos, estrategias de Economía Circular, materiales de bajo impacto ambiental y de origen regional. Para lo cual la Urbanización el Paraíso logró un 48% en materiales de bajo impacto ambiental y un 20% en el proyecto ELE 16 con la utilización de materiales reciclados de postconsumo y preconsumo.

Para la gestión de sostenibilidad energética los proyectos logran obtener un ahorro de energía entre el 12% y 35% con la utilización de bombillos LED con sensores, ventilación natural y un análisis de diseño bioclimático para aprovechar los recursos naturales.

10.2. Proyectos sector educativo

Para los proyectos educativos Edificio Legacy - Universidad EAN en Bogotá D.C., Edificio Cedro Rosado - Pontificia Universidad Javeriana en Cali (Valle) y Casa de estudio Alfredo Correa de Andrés - Universidad del Norte en Puerto Colombia (Atlántico) cuentan con certificación LEED en diferentes niveles. En relación al manejo del agua es común el paisajismo con plantas nativas que requieren poco riego y la instalación de equipos sanitarios y griferías eficientes para garantizar el bajo consumo. También se considera el manejo de agua lluvia y aprovechamiento del agua de sistemas de aire acondicionado. Con lo anterior se logró un ahorro en el consumo de agua desde un 40% en el Proyecto Edificio Cedro Rosado hasta un 82% en el Edificio EAN Legacy comparados con la línea base. En general, para la gestión de materiales se realizaron consideraciones para las etapas de demolición, construcción y operación de los proyectos donde se lograron las siguientes metas: En el Proyecto Edificio Cedro Rosado de la Pontificia Universidad Javeriana la gestión de residuos generados permitió desviar de relleno sanitario más del 75% de los residuos, en el Proyecto EAN Legacy un 82% de los materiales adquiridos fueron producidos localmente y al menos el 20% de los materiales empleados contaron con un porcentaje de contenido reciclado (acero y concreto), en el Proyecto Casa de Estudio Alfredo Correa de Andrés se emplearon pinturas y recubrimiento con bajo contenido de compuestos volátiles orgánicos. A nivel de gestión para sostenibilidad energética se destaca el uso de las siguientes estrategias en los proyectos evaluados: preferencia por el uso de

iluminación y ventilación natural, implementación de paneles solares, empleo de sistemas de renovación de aire, sistemas de reducción de carga térmica de sistemas de aire acondicionado. Uso de refrigerantes ecológicos, iluminación tipo LED con sistema de control, con lo anterior se lograron ahorros de consumo de energía eléctrica entre 37% en el Proyecto EAN Legay y 45% en el proyecto Edificio Cedro Rosado de la Pontificia Universidad Javeriana.

10.3. Proyectos sector empresarial

En el sector empresarial se analizaron tres proyectos ubicados en la ciudad de Bogotá, se trata del Centro Empresarial Sequoya Plaza, el Proyecto Atrio Torre Norte, y el proyecto DOMOI – Bolívar – Davivienda los cuales se han destacado por la implementación de medidas de eficiencia sostenible que han permitido obtener certificaciones LEED en diferentes niveles. Con el fin de realizar una gestión adecuada del recurso hídrico y así obtener altos niveles de ahorro en el consumo de agua, en el sector se implementó principalmente la estrategia de la instalación de aparatos sanitarios y griferías de bajo consumo que por medio de los sensores permiten la disminución de descargas no deseadas, sin embargo, en proyectos como el de la Torre Atrio y Domoí se cuenta con un sistema de drenaje sostenible para la recolección del agua lluvia para el riego de las especies nativas de la zona. En promedio, para el sector empresarial se logró un ahorro del 40,54% en el consumo de agua potable.

En cuanto a la gestión de materiales, el proyecto Sequoya Plaza implementó un sistema para la utilización de materiales con contenido reciclado en un 21%, con esto, el proyecto logró desviar del relleno sanitario un 98% de los residuos de construcción y demolición. Domoí por su parte, durante la ejecución del proyecto logró la desviación del 58% de los residuos de construcción y se implementó un plan para la recolección y acopio de materiales reciclables a

través de la construcción de un cuarto de residuos sólidos. Por su parte, la Torre Atrio se enfocó en el diseño e implementación de materiales de alta tecnología en búsqueda del confort y la eficiencia del recurso energético para promover la reducción en el consumo de energía en la operación del edificio. Las estrategias implementadas en este sector han generado en promedio un 76% de recursos desviados de los rellenos sanitarios.

Para el desempeño energético los proyectos del sector se enfocaron en la implementación de tecnologías LED de bajo consumo, controladas por sensores de ocupación las cuales permiten la eficiencia energética, así mismo, la instalación de sensores para el control de la iluminación genera un aprovechamiento óptimo de la luz del día reduciendo el consumo de energía y distribuyendolo cuando realmente es necesario. Además, con la instalación de redes avanzadas de medición eléctrica que permiten la gestión del consumo, se ha logrado evidenciar un ahorro promedio de energía de un 15,54% con respecto a otros proyectos del mismo sector.

10.4. Proyectos sector Comercial

En el sector comercial se consultaron los proyectos Carulla Fresh Market Buenavista en Barranquilla (Atlántico), Viva Tunja en Tunja (Boyacá) y Parque Comercial Guacarí en Guacarí (Valle) que cuentan con certificaciones de sostenibilidad.

Dentro de las estrategias implementadas para la sostenibilidad del agua se destaca la instalación de aparatos sanitarios eficientes y griferías de bajo consumo, la inclusión de equipos de procesos para el área de cocina que garanticen menos consumo, paisajismo con vegetación que no requiera riego frecuente, aprovechamiento de agua lluvia, con esto, se logró la

disminución de consumo en porcentajes de 37% (Proyecto Viva Tunja) y 49% (Parque Comercial Guacarí).

En la gestión de materiales se destaca el uso de materiales con material reciclado, la realización de compras locales, uso de pinturas, adhesivos, pegantes y recubrimientos usados con bajas emisiones de compuestos orgánicos volátiles permitiendo que un 90% de los residuos producidos se desviaran de disposición final en relleno sanitario (Proyecto Carulla Fresh Market Buenavista). En el proyecto Viva Tunja, se logró reutilizar y reciclar más de 65% de residuos generados.

A nivel de gestión para sostenibilidad energética se presenta el ahorro en el consumo energético por la instalación de sistemas de iluminación y ventilación, uso de luz y ventilación natural, se destaca la reducción de 60% de consumo en el Proyecto Parque Comercial Guacarí.

11 Conclusiones

La construcción sostenible en Colombia se determina por el uso eficiente de recursos como agua, suelo, materiales y energía en la ejecución y operación de los proyectos. Dentro de los 4 tipos de proyecto: vivienda, educativo, empresarial y comercial revisados se identificaron estrategias de sostenibilidad ambiental comunes:

Agua: Se destaca la instalación de equipos sanitarios de bajo consumo, manejo del agua lluvia a través de sistemas de drenaje para riego de plantas, paisajismo a través de la incorporación de plantas nativas y de bajo necesidad de riego. Sin embargo, algunos sectores relacionan la implementación específica de estrategias según su actividad.

Los principales impactos que se generan a través de la implementación de estas estrategias, se fundamentan en la reducción y el ahorro en el consumo de agua potable. En los proyectos analizados se logra identificar que para el sector vivienda se consiguen los menores niveles de ahorro con un 25,3% en promedio, seguido por el sector empresarial, el comercial y por último el sector educativo tiene los mayores niveles de reducción del consumo de agua con un porcentaje de 61% en promedio.

Materiales: En los casos de estudio analizados se identifica la constante implementación del Plan de Manejo de Residuos que permite la adecuada separación en la fuente de los residuos, así mismo es fundamental la adquisición de materiales a partir de fuentes de producción local, además de emplear materiales con niveles de producción generados por medio de contenido reciclado. Cabe mencionar que en los proyectos de tipo comercial y educativo se resalta la importancia de la utilización de solventes, pinturas y adhesivos con bajas emisiones de compuestos orgánicos volátiles.

Luego del análisis en los diferentes sectores se logra identificar mayores impactos para la sostenibilidad ambiental en los proyectos de tipo empresarial y comercial en donde se implementaron medidas para el aprovechamiento de residuos generados de construcción y demolición y con ello se lograron desviar alrededor de un 70% de los recursos reutilizando y reciclando gran parte de los residuos.

Energía: Para la sostenibilidad energética se relacionan estrategias determinadas por la instalación de sistemas de iluminación y ventilación de bajo consumo, el aprovechamiento de luz natural a partir de diseños adaptativos a las condiciones del entorno, así mismo la generación de

ventilación natural por medio de sistemas de ventilación cruzada y la implementación de sistemas con tecnología sensorial proveedora de mayor eficiencia energética.

Los impactos a nivel energético se generan principalmente, a través de la reducción en la utilización de energía para los procesos cotidianos, disminuyendo la carga solicitada a la matriz energética nacional. A partir de los sectores investigados, se identifica que los mayores porcentajes de ahorro energéticos se obtuvieron para el sector comercial en donde se redujo en un 60% el consumo, seguido por los proyectos del sector educativo en donde se alcanzó en promedio una disminución en el uso de energía eléctrica del 41% por medio de las estrategias más representativas.

Por último, es importante resaltar el crecimiento del país en la adopción de prácticas y certificaciones ambientales que reflejan un mayor compromiso enfocado en la protección del medio ambiente en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Así mismo, se resalta que la construcción sostenible acarrea beneficios en los niveles económicos, ambientales y sociales que promueven la adopción de prácticas sostenibles en el sector e instaurándose como una alternativa viable para la construcción de un futuro sostenible y resiliente.

Sin embargo, a pesar de los avances presentados en Colombia, existe una brecha importante para la implementación de prácticas de construcción sostenible en todas las regiones del país ya que en la actualidad los principales proyectos han sido desarrollados en ciudades como Bogotá y Medellín. De igual manera, un punto clave para generar una sostenibilidad de mayor dimensión requiere la integración de estrategias de implementación a lo largo de todas las etapas de ciclo de vida en la construcción, partiendo desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final de residuos. En Colombia se debe continuar en la construcción de

metodologías para la sostenibilidad del sector a partir de promoción de conciencia, educación y generación de políticas públicas que incentiven la construcción sostenible en el territorio nacional.

Referencias

ADHETEC. (s.f.). *HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de ADHETEC:

<https://adhetec.mx/antecedentes-de-la-construccion/>

Alarcón , G., Tovar, A. M., & Junco, C. (23 de Mayo de 2022). *Hacia una construcción sostenible en Colombia* . Obtenido de ASOBANCARIA:

https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2022/05/1329_BE.pdf

Alzate Gutiérrez, S. (7 de Noviembre de 2020). *Organización industrial del sector de construcción en Colombia durante el periodo 2015-2018* . Obtenido de

https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/12158/2020_Tesis_Sebastian_Alzate_Gutierrez.pdf?sequence=1

Archdesk. (04 de Marzo de 2021). *¿Cómo afecta la construcción al medio ambiente?* Obtenido de Archdesk: <https://archdesk.com/es/blog/como-afecta-la-construccion-al-medio-ambiente/>

ARBENTIA . (30 de Enero de 2024). *Las últimas tendencias tecnológicas en el sector de la construcción (2024)*. Obtenido de ARBENTIA:

<https://www.arbentia.com/blog/tendencias-tecnologicas-en-el-sector-de-la-construccion/>

Arellano, F. (25 de Agosto de 2023). *Investigación Cualitativa*. Obtenido de Significados.com:

<https://www.significados.com/investigacion-cualitativa/>

Caicedo Ferrer, Juan Martín. (20 de Diciembre de 2023). *Balance 2023 – perspectivas 2024*.

Obtenido de Cámara Colombiana de la Infraestructura:

<https://infraestructura.org.co/balance-2023-perspectivas-2024>

CAMACOL. (8 de Junio de 2015). *Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones*. Obtenido de Cámara Colombiana de la Construcción :

<https://camacol.co/descargable/anexo-1-guia-de-construccion-sostenible-del-08062015-0>

CCCS. (2021). *Estado de la Construcción Sostenible en Colombia*. Obtenido de Consejo Colombiano de Construcción Sostenible:

<https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/06/estado-de-la-construccion-sostenible-digital-minambiente.pdf>

CCCS. (Junio de 2022). *Estado de la Construcción Sostenible en Colombia*. Obtenido de Consejo Colombiano de Construcción Sostenible :

<https://www.cccs.org.co/wp/mitigacion/estudio-estado-de-la-construccion-sostenible/>

Cemex. (13 de Julio de 2022). *Economía Circular en la industria de la construcción*. Obtenido de Cemex ventures: <https://www.cemexventures.com/es/circular-economy-in-the-construction-industry/>

Cifuentes Duque , L. A. (2015). *Historia de la ingeniería civil: reconocimiento de los escenarios ocupacionales de la ingeniería civil en colombia, en función de las necesidades de*

infraestructura y de las tendencias de formación. Obtenido de UPEA:

<https://ingenieriacivil.upea.bo/descarga/20>

DANE. (2020). *Economía Circular primer reporte 2020.* Obtenido de Departamento

Administrativo Nacional de Estadística:

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/economia-circular-1-reporte.pdf>

DANE. (8 de Marzo de 2024). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC).*

Obtenido de Departamento Administrativo Nacional De Estadística:

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion>

DANE. (29 de Febrero de 2024). *Índice de Costos de la Construcción de Edificaciones ICOCED - Boletín Técnico Enero 2024.* Obtenido de DANE:

<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/ICOCED/bol-ICOCED-ene2024.pdf>

DANE. (14 de Febrero de 2024). *Licencias de Construcción (ELIC).* Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística:

<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/ELIC/bol-ELIC-dic2023.pdf>

DANE. (31 de Enero de 2024). *Principales indicadores del mercado laboral .* Obtenido de Departamento administrativo nacional de estadística:

<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/bol-GEIH-dic2023.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (23 de Marzo de 2018). *Conpes 3919 - Política Nacional de Edificaciones Sostenibles.* Obtenido de Departamento Nacional de Planeación -

República de Colombia:

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>

Domínguez , R., León, M., Samaniego, J., & Sunkel, O. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad*. Obtenido de CEPAL:

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e43ad745-6b7d-48e4-a016-b753fdd3b659/content>

Dong, Y., Ng, S., & Liu, P. (2023). Towards the principles of life cycle sustainability assessment: An integrative review for the construction and building industry. *Sustainable Cities and Society*, 95. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104604>

Esguerra Rubio, M. (2022). *Desarrollo e implementación de una planificación estratégica sostenible en una empresa constructora de Colombia*. Obtenido de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA:

<http://https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/185556/Esguerra%20-%20Desarrollo%20e%20implementacion%20de%20una%20planificacion%20estrategica%20sostenible%20en%20una%20empresa....pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Eurofins. (13 de Septiembre de 2023). *¿Qué es la construcción sostenible y porque es importante?* Obtenido de Eurofins Environment Testing: <https://www.eurofins-environment.es/es/que-es-la-construccion-sostenible/>

FINDETER. (20 de Octubre de 2023). *Instrumentos para la reactivación del sector vivienda*. Obtenido de FINDETER:

<https://www.findeter.gov.co/system/files/internas/Presentaci%C3%B3n%20de%20Findeter%20en%20el%20Congreso%20Nacional%20de%20Camacol%202023.pdf>

González , C. (Noviembre de 2023). *Panorama del sector de construcción e infraestructura en Colombia en 2024: una apuesta por el desarrollo*. Obtenido de BUSINESS MAIL:
<https://amchamcolombia.co/business-mail/edicion-191-perspectivas-2024/panorama-del-sector-de-construccion-e-infraestructura-en-colombia-en-2024-una-apuesta-por-el-desarrollo/>

Hasheminasab, H., & Hashemkhani Zolfa, S. (2023). Combination of sustainability and circular economy to develop a cleaner building industry. *Energy and Buildings*, 258.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111838>.

Herrera, G. (14 de Noviembre de 2023). *Perspectivas del sector*. Obtenido de CAMACOL:
<https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Antioquia.pdf>

Hussain, A., & Hussain, I. (2023). Sustainability assessment for construction projects: A cost-sustainability tradeoff approach. *Journal of Cleaner Production*, 423.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138727>

IDEAM. (Marzo de 2019). *Estudio Nacional del Agua*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales:
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/125678471/Estudio+Nacional+del+Agua+2018.pdf/bb4f1383-50e1-4f7d-bdc7-356b6b66b4f0?version=1.0>

Maqbool, R., Arul, T., & Ashfaq, S. (2023). A mixed-methods study of sustainable construction practices in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 430.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139087>

Millán, A. D., & Narváez, J. R. (24 de Octubre de 2015). *Huella de carbono*. Obtenido de

Universidad Autónoma de Occidente: <https://campussostenible.org/wp-content/uploads/2017/04/anexo-13-huella-de-carbono-2015.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Plan nacional para la gestión sostenible de los plásticos de un solo uso*. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Guía de materiales para la Construcción Sostenible*. Obtenido de MADS: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/06/Guia-de-materiales-para-la-construccion-sostenible.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (10 de Julio de 2015). *Resolución 0549 de 2015*

"Por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía.

doi:https://www.minvivienda.gov.co/system/files/consultasp/proyecto-de-resolucion_2.pdf

Miteco. (Junio de 2023). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Obtenido de Ministerio para la transformación

ecológica y el reto demográfico:

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf

Montes, S. (26 de febrero de 2024). *Así es como el sector construcción pone manos a la obra para salir adelante en 2024*. Obtenido de Forbes:

<https://forbes.co/2024/02/26/negocios/asi-es-como-el-sector-construccion-pone-manos-a-la-obra-para-salir-adelante-en-2024>

Naciones Unidas. (2018). *Objetivo de desarrollo sostenible*. Obtenido de ONU:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Revista Económica . (20 de Diciembre de 2023). El diseño sostenible y versátil se destaca como tendencia clave en el sector construcción para el 2024. Revista Económica :

<https://www.revistaeconomia.com/el-diseno-sostenible-y-versatil-se-destaca-como-tendencia-clave-en-el-sector-construccion-para-el-2024/>

Rincón Gómez , J. C., & Paredes Lozada, J. G. (28 de Octubre de 2023). *El diseño y la innovación, como herramienta para la construcción sostenible*. Obtenido de

UNIVERSIDAD EAN:

<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/13215/RinconJulian2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Roa Pintor, D. (2019). *Análisis del comportamiento del sector de la construcción en Colombia y las respuestas generadas por las empresas ante los cambios del entorno, durante el periodo de 2015-2018*. Obtenido de UNIVERSIDAD DEL ROSARIO:

<https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/95dbb921-9b82-4659-82c1-7874991fe833/content>

Salah, M., Elmasry, M., & Mashhour, I. M. (2023). A framework for assessing sustainability of construction projects. *Cleaner Engineering and Technology*, 13.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100626>.

Salazar Ferro, J. (2018). *Componente urbano y de expansión del POT Moderno*. Obtenido de New York University:

https://portalterritorial.dnp.gov.co/KitOT/Content/uploads/Componente_%20UR.pdf

Santander Universidades. (28 de Marzo de 2022). *Sostenibilidad ambiental: cómo cuidar el futuro de nuestro planeta*. Obtenido de Santander-Open Academy:

<https://www.santanderopenacademy.com/es/blog/sostenibilidad-ambiental.html>

SEYS. (12 de Enero de 2024). Te mostramos las tendencias más destacadas del sector de la construcción para este 2024. Obtenido de SEYS: <https://seystic.com/te-mostramos->

Subsecretaría de agricultura. (2008). *Guía técnica de buenas prácticas : Recursos naturales agua, suelo, aire y biodiversidad*. Obtenido de Comisión Nacional de Buenas Prácticas

Agrícolas: https://www.conaf.cl/cms/editorweb/GEF-BM/Apendice-7_04-

[Guia_Buenas_Practicas_Recursos_Naturales.pdf](https://www.conaf.cl/cms/editorweb/GEF-BM/Apendice-7_04-Guia_Buenas_Practicas_Recursos_Naturales.pdf)

Van Nguyen, M. (2023). Drivers of innovation towards sustainable construction: A study in a developing country. *Journal of Building Engineering*, 80.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107970>