



**IMPLEMENTACIÓN DE CERTIFICACIONES PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO  
EN EDIFICACIONES DE BOGOTÁ.**

LINA PAOLA BERNAL BETANCOURTH  
DAYANA ALEJANDRA LEGARDA ROMO  
FRANCISCO JOSÉ SÁNCHEZ SARMIENTO

UNIVERSIDAD EAN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROCESOS DE CALIDAD E INNOVACIÓN Y  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN  
BOGOTÁ  
21 DE JULIO 2024

**IMPLEMENTACIÓN DE CERTIFICACIONES PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO  
EN EDIFICACIONES DE BOGOTÁ.**

LINA PAOLA BERNAL BETANCOURTH  
DAYANA ALEJANDRA LEGARDA ROMO  
FRANCISCO JOSÉ SÁNCHEZ SARMIENTO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROCESOS DE CALIDAD E INNOVACIÓN Y  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

DIRECTORA:  
DIANA PAOLA FIGUEROA HERNÁNDEZ

MODALIDAD:  
**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN**

UNIVERSIDAD EAN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROCESOS DE CALIDAD E INNOVACIÓN Y  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

BOGOTÁ

21 DE JULIO 2024

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
ABSTRACT .....	6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	8
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	10
4. OBJETIVOS .....	11
4.1    Objetivo general.....	11
4.2    Objetivos específicos .....	11
5. JUSTIFICACIÓN.....	12
6. MARCO TEÓRICO.....	14
6.1    Marco conceptual.....	14
6.1.1 <i>Huella de carbono</i> .....	14
6.1.2 <i>Edificaciones con baja huella de carbono</i> .....	14
6.1.3 <i>Eficiencia energética</i> .....	15
6.1.4 <i>Materiales sostenibles</i> .....	15
6.1.5 <i>Diseño urbano integrado</i> .....	16
6.1.6 <i>Sistemas de evaluación de la sostenibilidad</i> .....	16
6.1.7 <i>Certificación LEED</i> .....	17
6.1.8 <i>Certificación EDGE</i> .....	19
6.1.9 <i>Certificación CASA Colombia</i> .....	23

6.2	Impacto demostrado.....	26
6.2.1	<i>Certificaciones LEED en Bogotá.</i> .....	26
6.2.2	<i>Certificaciones EDGE en Bogotá.</i> .....	28
6.2.3	<i>Certificación Casa Colombia en Bogotá</i> .....	31
7.	MARCO LEGAL.....	34
8.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	36
8.1	Análisis del sector.....	37
8.1.1	<i>Antecedentes</i> .....	37
8.1.2	<i>Herramienta de Análisis sectorial PESTEL</i> .....	39
8.2	Análisis documental.....	44
8.2.1	<i>Procedimiento de Revisión Sistemática</i> .....	44
8.2.2	<i>Resultados</i> .....	45
8.3	Análisis de datos.....	46
8.3.1	<i>Análisis comparativo de autores</i> .....	55
9.	CONCLUSIONES.....	64
10.	LISTA DE REFERENCIAS .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Niveles de Certificación LEED.....	18
<b>Figura 2</b> Niveles de certificación Edge. ....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Proyectos certificados en Colombia según niveles de LEED .....	19
<b>Tabla 2</b> Estándares y criterios de la Certificación CASA Colombia .....	24
<b>Tabla 3</b> Proyectos certificados en Bogotá según el tipo (Actualización mayo 2024). ....	28
<b>Tabla 4</b> Compañías con certificaciones Edge. ....	29
<b>Tabla 5.</b> Análisis PESTEL.....	39
<b>Tabla 6</b> Resultados de bases de datos.....	46
<b>Tabla 7.</b> Referencias de Investigación.....	48
<b>Tabla 8.</b> Recopilación documentación .....	49

## RESUMEN

Este estudio investiga cómo las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia contribuyen a reducir la huella de carbono en edificaciones de Bogotá, con el objetivo de desarrollar recomendaciones para su implementación efectiva. Se analizan criterios clave de estas certificaciones, se compara su impacto en la reducción de la huella de carbono, y se examinan casos de aplicación exitosa en la ciudad. Este trabajo busca optimizar la implementación de prácticas sostenibles en la construcción urbana.

**Palabras clave:** Huella de carbono, certificaciones sostenibles, Bogotá, eficiencia energética, materiales sostenibles, prácticas sostenibles.

## ABSTRACT

This study investigates how LEED, EDGE, and CASA Colombia certifications contribute to reducing the carbon footprint in buildings in Bogotá, aiming to develop recommendations for their effective implementation. Key criteria of these certifications are analyzed, their impact on carbon footprint reduction is compared, and successful application cases in the city are examined. This work seeks to optimize the implementation of sustainable practices in urban construction.

**Keywords:** Carbon footprint, sustainable certifications, Bogotá, energy efficiency, sustainable materials, sustainable practices.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Bogotá, la capital de Colombia, se enfrenta a un rápido crecimiento urbano que ha incrementado los desafíos ambientales y energéticos en el sector de la construcción. Este crecimiento ha impulsado una demanda creciente de infraestructura y vivienda, lo cual ha contribuido significativamente al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y a la presión sobre los recursos naturales locales (INGEI Bogotá D.C., 2021).

El sector de la construcción en Bogotá representa una fuente considerable de emisiones de GEI debido a las prácticas constructivas convencionales que no priorizan la sostenibilidad (Pelgrims et al., 2020). Esta situación plantea un desafío urgente, ya que las proyecciones indican un aumento continuo en las emisiones operacionales de edificaciones, lo que podría intensificar aún más el impacto ambiental y climático en la ciudad (CCCS, 2021).

La implementación de certificaciones reconocidas internacionalmente, como LEED, EDGE y CASA Colombia, ofrece un marco estructurado para fomentar prácticas constructivas más sostenibles. Estas certificaciones están diseñadas para reducir la huella de carbono de los edificios y mejorar la eficiencia energética, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la mejora de la calidad ambiental urbana.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El rápido crecimiento urbano de Bogotá presenta desafíos significativos en términos de sostenibilidad ambiental y eficiencia energética, especialmente en el sector de la construcción. Según el informe del INGEI Bogotá D.C. 2019-2021, la ciudad enfrenta una creciente demanda de infraestructura y vivienda, lo cual ha generado un notable incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este fenómeno está estrechamente relacionado con la creciente presión sobre recursos naturales como el agua y el suelo, necesarios para la construcción de nuevas edificaciones, lo que agrava la degradación de los ecosistemas naturales circundantes y aumenta la presión sobre los recursos hídricos y la biodiversidad local (INGEI Bogotá D.C., 2021).

El sector de la construcción, como motor principal del crecimiento urbano, desempeña un papel importante en las emisiones de GEI en Bogotá. Según un estudio realizado por la Universidad de los Andes y Hill Consulting en 2020, las emisiones operacionales de edificaciones en la ciudad representaron el 65% del total, con proyecciones que indican un aumento al 79% para el año 2050 (Pelgrims et al., 2020; CCCS, 2021).

A pesar del potencial de las certificaciones de edificios sostenibles como LEED, EDGE y CASA Colombia para mitigar estos impactos ambientales, su adopción efectiva en Bogotá enfrenta múltiples desafíos:

**Percepción de Costos y Retorno de Inversión:** La implementación de prácticas sostenibles en edificaciones puede ser más costosa que las construcciones convencionales. Este incremento inicial en los costos de construcción puede desincentivar a desarrolladores y propietarios a adoptar prácticas más sostenibles, especialmente si perciben un retorno de inversión prolongado o incierto (Ortiz & Rozo, 2021).



**Falta de Incentivos y Normativas Claras:** La carencia de políticas públicas claramente definidas y de incentivos económicos adecuados constituye un obstáculo significativo para la implementación de prácticas sostenibles en la construcción en Bogotá. Según el informe del INGEI Bogotá D.C. 2019-2021, se identifica la necesidad de un marco regulatorio sólido que respalde y fomente la adopción de certificaciones de sostenibilidad como LEED, EDGE y CASA Colombia. La falta de un soporte regulatorio claro dificulta la toma de decisiones de inversión en iniciativas sostenibles por parte de los actores del sector de la construcción (INGEI Bogotá D.C., 2021).

**Capacitación y Acceso a Recursos:** El informe destaca la necesidad de capacitación técnica especializada y de acceso a recursos financieros para implementar de manera eficaz las prácticas requeridas por las certificaciones de edificios sostenibles. La falta de conocimientos técnicos y de apoyo financiero adecuado limita la capacidad de los desarrolladores y profesionales del sector para incorporar tecnologías y materiales sostenibles en sus proyectos. Esta deficiencia en capacitación y recursos obstaculiza una adopción más amplia y efectiva de las certificaciones de sostenibilidad en edificaciones dentro de Bogotá (INGEI Bogotá D.C., 2021).

Este panorama evidencia la necesidad urgente de implementar estrategias efectivas que promuevan la construcción sostenible y reduzcan la huella de carbono asociada al desarrollo urbano en Bogotá. La adopción de certificaciones de edificios sostenibles como LEED, EDGE y CASA Colombia se presenta como una solución potencial para mitigar estos impactos ambientales, aunque su implementación efectiva enfrenta diversos desafíos económicos, normativos y de capacitación técnica.

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el potencial de implementación de las certificaciones de edificios sostenibles como LEED, EDGE y CASA Colombia para reducir la huella de carbono, y cómo pueden aplicarse efectivamente en Bogotá?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Analizar el impacto potencial de implementación de certificaciones de edificios sostenibles LEED, EDGE y CASA Colombia en la reducción de la huella de carbono en Bogotá y desarrollar recomendaciones para su implementación efectiva en la ciudad.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Identificar los criterios y estándares de las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia en el contexto de la construcción sostenible, para comprender sus principales características y requisitos específicos.
- Comparar los beneficios ambientales de las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia en proyectos de construcción en Bogotá, con el propósito de determinar cuál ofrece mayores ventajas en términos de reducción de la huella de carbono.
- Exponer casos de éxito de edificaciones que han implementado las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia en Bogotá, para observar sus impactos ambientales.
- Desarrollar recomendaciones prácticas y detalladas para optimizar la implementación de certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia en edificaciones de Bogotá.

## 5. JUSTIFICACIÓN

Bogotá, como una de las principales ciudades de América Latina (Reyes, 2022) enfrenta retos significativos en sostenibilidad ambiental debido a su densidad poblacional y el constante crecimiento urbano. La implementación de certificaciones ambientales en las edificaciones de la ciudad representa una estrategia para la reducción de la huella de carbono (Min Ambiente, 2022).

Este proyecto de investigación busca analizar el impacto de la implementación de certificaciones y adoptar prácticas sostenibles en el sector de la construcción en Bogotá. Las certificaciones ambientales, como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) y CASA Colombia han demostrado ser eficaces para disminuir el consumo de energía, mejorar la eficiencia de los recursos y reducir las emisiones de carbono (USGBC, 2024; IFC, 2024; CASACOLOMBIA, 2024).

LEED, desarrollado por el U.S. Green Building Council, es una de las certificaciones más reconocidas a nivel internacional, promoviendo prácticas de construcción sostenibles y eficientes (USGBC, 2024). EDGE, impulsada por la International Finance Corporation (IFC), se centra en hacer que los edificios sean más eficientes en el uso de recursos, especialmente en mercados emergentes (IFC, 2024). Por su parte, CASA Colombia, una certificación nacional, busca adaptar los estándares internacionales a las necesidades y contextos específicos del país, promoviendo la construcción sostenible a nivel local (CCCS, 2024).

La implementación de estas certificaciones en Bogotá no solo contribuiría a la reducción de la huella de carbono, sino que también podría establecer un modelo replicable en otras ciudades del país, promoviendo el desarrollo urbano sostenible. Esto se debe a que las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia incorporan prácticas de construcción eficientes y sostenibles que optimizan el uso de recursos y minimizan el impacto ambiental. Al adoptar

estas prácticas en Bogotá, se crea un precedente exitoso que otras ciudades pueden seguir, fomentando una cultura de sostenibilidad a nivel nacional.

En resumen, los resultados de esta investigación contribuirán al conocimiento académico sobre la implementación de certificaciones ambientales en contextos urbanos, ofreciendo una perspectiva integral y contextualizada sobre su aplicabilidad y beneficios en Bogotá.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1 Marco conceptual

#### 6.1.1 *Huella de carbono*

La Huella de Carbono (HdC) es la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), emitidos directa e indirectamente por actividades como la producción de energía, el transporte y la industria (Espíndola, 2012; CCCS, s.f.).

La huella de carbono es vital en la lucha contra el cambio climático y la gestión ambiental. Mide el impacto ambiental de las actividades humanas, especialmente las emisiones de GEI como el CO<sub>2</sub>, que impulsan el calentamiento global. Esta medición ayuda a organizaciones, gobiernos y comunidades a entender y gestionar sus contribuciones al cambio climático y tomar medidas correctivas. También fomenta la transparencia y la rendición de cuentas. Al calcular y divulgar las emisiones de GEI, las entidades pueden ser más responsables ante sus partes interesadas y la sociedad, promoviendo prácticas empresariales sostenibles y colaborando en la reducción de emisiones.

Otro aspecto determinante es su papel en la toma de decisiones informadas. Las mediciones de huella de carbono guían estrategias para reducir las emisiones, optimizar recursos y mejorar la eficiencia energética, beneficiando tanto al medio ambiente como a la competitividad a largo plazo (Espíndola, 2012).

#### 6.1.2 *Edificaciones con baja huella de carbono*

Las edificaciones con baja huella de carbono se diseñan para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de su ciclo de vida, mediante el uso de materiales sostenibles, tecnologías eficientes y energías renovables. Estas construcciones son fundamentales para mitigar el cambio climático, al minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de materiales de bajo impacto ambiental, sistemas eficientes de calefacción, ventilación e iluminación, y la utilización de energía solar y eólica. Además, el diseño pasivo y la gestión

eficiente del agua complementan estas prácticas, promoviendo un desarrollo urbano más resiliente y sostenible con menor impacto climático adverso en el futuro (Gerald Berger, 2001).

### **6.1.3 Eficiencia energética**

La eficiencia energética es el uso de menos energía para proporcionar el mismo nivel de servicio o actividad, mediante el uso de tecnologías avanzadas, la mejora del aislamiento térmico, la instalación de sistemas de iluminación y climatización eficientes, y la integración de fuentes de energía renovable (Patterson, 1996).

Patterson argumenta que la eficiencia energética no es un concepto único, sino que varía según el contexto y los objetivos específicos. La importancia de este trabajo radica en su contribución a una comprensión más profunda y matizada de la eficiencia energética, lo cual es importante para desarrollar políticas efectivas y estrategias de mitigación del cambio climático. Al clarificar los conceptos y proponer metodologías robustas, Patterson proporciona una base sólida para la evaluación y mejora continua de la eficiencia energética en diversos sectores, promoviendo así un uso más racional y sostenible de los recursos energéticos.

### **6.1.4 Materiales sostenibles**

Los materiales sostenibles son aquellos productos utilizados en la construcción que tienen un menor impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida, siendo reciclables, renovables, y/o producidos con menor consumo de energía y generación de residuos (Kibert, 2012).

Los materiales sostenibles hacen parte de la construcción moderna por su menor impacto ambiental. Son reciclables, renovables y/o producidos con menos energía y residuos, reduciendo la huella ecológica de las edificaciones y fomentando prácticas constructivas responsables. Su uso ayuda a mitigar el cambio climático, conservar recursos naturales y minimizar desechos, contribuyendo a un entorno más saludable y sostenible. Integrarlos en

proyectos de construcción promueve un desarrollo urbano que respeta y protege el medio ambiente para futuras generaciones.

### **6.1.5 *Diseño urbano integrado***

El diseño urbano integrado es un enfoque holístico para el desarrollo urbano que combina planificación urbana, arquitectura, ingeniería y gestión ambiental con el objetivo de crear entornos urbanos sostenibles, funcionales y estéticamente agradables (Haughton & Hunter, 2003).

Este enfoque facilita la coordinación entre disciplinas, asegurando que las infraestructuras urbanas satisfagan las necesidades prácticas y estéticas de la comunidad, al mismo tiempo que protegen el medio ambiente. Es fundamental para mejorar la calidad de vida, promover la eficiencia energética, gestionar recursos y reducir el impacto ambiental de las ciudades. Integrar estos aspectos permite desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles que aborden los desafíos urbanos presentes y futuros de manera efectiva.

### **6.1.6 *Sistemas de evaluación de la sostenibilidad***

Durante las últimas dos décadas, ha habido un notable crecimiento y expansión a nivel mundial en los sistemas compuestos por evaluación, clasificación y certificación de la sostenibilidad. Estos sistemas permiten la evaluación continua y la mejora de productos y procesos. Varias certificadoras ambientales han surgido para adaptarse a diversas tendencias y ámbitos del mercado. Entre las más destacadas se encuentran BREEM, LEED, EDGE, HQE, VERDE, ITACA y CASBEE (Murcia, 2021).

Certificaciones reconocidas como BREEAM, LEED, EDGE, HQE, VERDE, ITACA y CASBEE juegan un papel crucial al proporcionar un marco estructurado para mejorar continuamente la sostenibilidad de edificios y proyectos. Estos sistemas promueven estándares ambientales más altos y contribuyen a crear entornos construidos más saludables y eficientes



en el uso de recursos. Su importancia radica en guiar las decisiones de diseño y construcción hacia prácticas que benefician tanto al medio ambiente como a las comunidades, fomentando un desarrollo urbano global más responsable y sostenible.

### **6.1.7 Certificación LEED**

La certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design o en español Liderazgo en energía y Diseño Ambiental) es el sistema de certificación de construcción sostenible más usado en Colombia y en el mundo (CCCS, s.f.).

El Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos (USGBC, s.f.) establece que certificación LEED proporciona un marco para edificios ecológicos saludables, altamente eficientes y económicos, que ofrecen beneficios ambientales, sociales y de gobernanza. Esta certificación es un símbolo mundialmente reconocido de logro de sostenibilidad y cuenta con el respaldo de una industria compuesta por organizaciones e individuos comprometidos con la transformación del mercado.

En el contexto actual, donde los edificios representan casi el 40% del CO<sub>2</sub> relacionado con la energía mundial y son fundamentales para abordar el cambio climático (USGBC, s.f.), construir según los estándares LEED resulta esencial. Los edificios certificados LEED contribuyen con un 50% menos de GEI debido al consumo de agua, un 48% menos de GEI debido a los residuos sólidos y un 5% menos de GEI debido al transporte, en comparación con los edificios construidos convencionalmente (Mozingo, 2014).

- **Proceso de certificación**

Para obtener una certificación LEED, un proyecto gana puntos al cumplir con requisitos previos y créditos que abordan el carbono, la energía, el agua, los residuos, el transporte, los materiales, la salud y la calidad ambiental interior.. Los proyectos pasan por un proceso de

revisión y verificación por parte del Green Business Certification Inc. (GBCI) y pueden lograr un nivel de certificación LEED de acuerdo con los puntos alcanzados (CCCS, s.f.).

- **Estándares de certificación**

Las categorías de la certificación LEED corresponden a cuatro niveles. Cada categoría otorga puntos en función del trabajo realizado, permitiendo alcanzar uno de los siguientes niveles de certificación: Certificado, Plata, Oro o Platino.

**Figura 1** Niveles de Certificación LEED

*Niveles de Certificación LEED*



*Nota.* Obtenido de USGBC (2020).

- **Impacto**

En Colombia, una amplia gama de proyectos está buscando la certificación LEED. Estos proyectos incluyen oficinas, comercios, residencias, instituciones educativas, bodegas y centros de distribución, centros de salud, instalaciones industriales, hoteles, establecimientos de entretenimiento, comunidades y aeropuertos (CCCS, s.f.).

El sistema de certificación LEED, en Colombia cuenta con más de 500 proyectos registrados de los cuales más de 267 proyectos se encuentran certificados, como se indica en

la **Tabla 1**. Estos proyectos contribuyen a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, mejorando la calidad de vida y optimizando el uso de los recursos (CCCS, s.f.).

**Tabla 1** Proyectos certificados en Colombia según niveles de LEED

*Proyectos certificados en Colombia según niveles de LEED*

<b>Certificación</b>	<b>Proyectos Certificados</b>	<b>%</b>
Certificado	37	13,86%
Plata	71	26,59%
Oro	135	50,56%
Platino	24	8,99%

*Nota.* Elaboración propia a partir de informe CCCS.

### **6.1.8 Certificación EDGE**

La certificación EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) es un sistema desarrollado por la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Grupo del Banco Mundial, diseñado para fomentar la construcción sostenible mediante la mejora de la eficiencia en el uso de recursos como la energía, el agua y los materiales de construcción en edificaciones nuevas y existentes (CAMACOL, 2024).

La iniciativa EDGE se basa en la premisa de que las edificaciones representan una parte significativa del consumo global de recursos y emisiones de carbono. Al promover prácticas de diseño y construcción que reduzcan este impacto, EDGE busca alinear el desarrollo urbano con objetivos de sostenibilidad ambiental y económica (CAMACOL, 2024).

- **Proceso de certificación**

El proceso de certificación EDGE se divide en varias etapas: registro del proyecto, auditoría de diseño, certificación preliminar (en fase de diseño), auditoría en sitio (durante la construcción), y certificación final (post construcción). Cada fase requiere cumplir con criterios

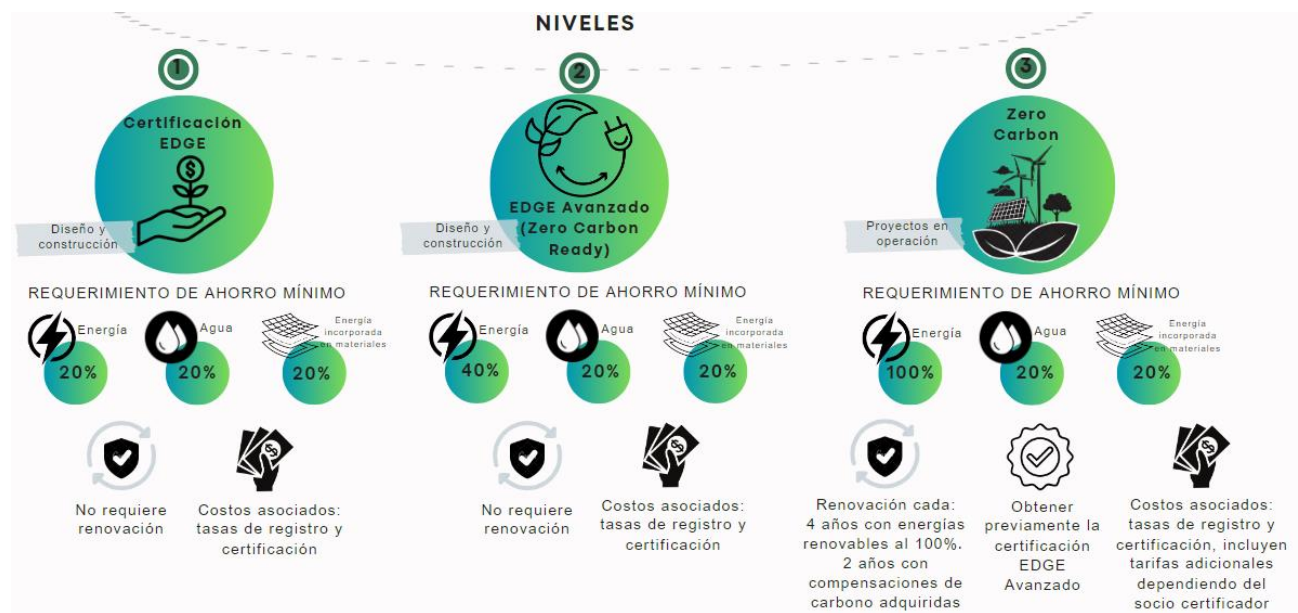
específicos y presentar documentación verificable para demostrar el cumplimiento de los estándares (CAMACOL, 2024).

- **Estándares de certificación**

La certificación EDGE establece tres niveles que reflejan diferentes estándares de eficiencia energética y sostenibilidad para edificaciones (EDGE, s.f.).

**Figura 2** Niveles de certificación Edge.

*Niveles de certificación Edge.*



*Nota.* Elaboración propia a partir de certificación Edge.

- **Criterios principales para la reducción de la huella de carbono**

**Eficiencia energética**

La eficiencia energética constituye uno de los pilares fundamentales de las certificaciones EDGE. Para obtener la certificación, los proyectos deben demostrar una reducción mínima del 20% en el consumo energético en comparación con los estándares de

construcción convencionales de la región. Esto se logra mediante tecnologías como iluminación LED, aislamiento térmico mejorado, sistemas de climatización eficientes y energías renovables como paneles solares. Estas medidas no solo reducen la huella de carbono operativa del edificio, sino que también disminuyen los costos de operación a largo plazo (EDGE, 2021).

### **Uso de materiales sostenibles**

EDGE establece que al menos el 20% de los materiales utilizados en el proyecto deben ser sostenibles y certificados por estándares reconocidos como FSC (Forest Stewardship Council) o equivalente. Esto incluye materiales con bajo contenido de carbono, como madera certificada, materiales reciclados, y productos de construcción que minimizan las emisiones de gases de efecto invernadero durante su fabricación y transporte. Además, se fomenta el uso de materiales locales para reducir la huella de carbono asociada con el transporte de materiales de construcción (EDGE, 2021).

### **Gestión del agua**

La gestión eficiente del agua es otro criterio esencial para las certificaciones EDGE, dirigido a reducir el consumo de agua potable y mitigar el impacto ambiental asociado con su tratamiento y distribución. Los proyectos deben demostrar una reducción del 20% en el consumo de agua en comparación con los estándares locales, utilizando tecnologías como grifería de bajo flujo, sistemas de recolección de aguas pluviales para riego y sanitarios eficientes en el uso de agua (EDGE, 2021). Estas prácticas no solo conservan recursos hídricos vitales, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental del proyecto.

### **Innovación tecnológica y diseño inteligente**

La integración de tecnologías innovadoras y diseño inteligente es fundamental para obtener la certificación EDGE. Se fomenta el uso de sistemas avanzados de gestión energética, como sensores de ocupación y sistemas automatizados de iluminación y

climatización, junto con diseños bioclimáticos que maximizan la luz natural y la ventilación (EDGE, 2021). Estas soluciones mejoran la eficiencia operativa del edificio y reducen su huella de carbono al optimizar el uso de energía y recursos naturales.

- **Impactos**

#### **Impacto ambiental**

La implementación de certificaciones EDGE ha sido notable en Colombia, donde se han certificado más de 930 proyectos, cubriendo 14.5 millones de m<sup>2</sup> de espacio construido y ahorrando 1.8 millones de MWh de energía anualmente, además de reducir el consumo de agua en 11.1 millones de m<sup>3</sup> por año y evitar la emisión de aproximadamente 120,000 toneladas de CO<sub>2</sub> anualmente (CAMACOL, 2024).

#### **Impacto económico**

Obtener la certificación EDGE ofrece beneficios financieros significativos. Los proyectos certificados pueden acceder a mejores tasas de crédito hipotecario y obtener descuentos en pólizas de seguro. Además, pueden aprovechar beneficios fiscales, como la exclusión de IVA en equipos y la deducción de renta por inversiones en proyectos sostenibles (CAMACOL, 2024).

#### **Impactos sociales y para habitantes**

Vivir o trabajar en edificaciones certificadas EDGE proporciona un mejor confort y calidad de vida. Los residentes experimentan ahorros en costos de servicios públicos y se benefician de entornos más saludables y sostenibles. Estas construcciones también reflejan un compromiso con la preservación ambiental, lo cual es valorado por los habitantes y contribuye a la reputación positiva del proyecto (CAMACOL, 2024).

### **6.1.9 Certificación CASA Colombia**

La Certificación CASA Colombia es un sistema de evaluación y certificación de sostenibilidad específico para edificaciones en Colombia. Desarrollado por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), esta certificación tiene como objetivo promover y reconocer prácticas de construcción que sean ambientalmente responsables, eficientes en el uso de recursos y que proporcionen entornos saludables y confortables para los ocupantes (CCCS, 2024).

CASA Colombia se enfoca en varios aspectos clave de la sostenibilidad, incluyendo la eficiencia energética, la gestión del agua, el uso de materiales sostenibles, la calidad ambiental interior, y la gestión de residuos, entre otros. Al obtener esta certificación, los proyectos demuestran su compromiso con la sostenibilidad y contribuyen al desarrollo sostenible del país (CCCS, 2024).

- **Proceso de certificación**

El proceso de certificación CASA Colombia comienza con el registro del proyecto ante el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS). Luego, se realiza una evaluación preliminar para identificar áreas de mejora, seguida de la recopilación y presentación de la documentación necesaria que demuestre el cumplimiento de los estándares de sostenibilidad.

Un auditor independiente verifica esta documentación y realiza visitas al sitio, elaborando un informe de evaluación. El CCCS revisa este informe y decide sobre la certificación. Si se aprueba, se emite la certificación correspondiente, la cual puede requerir revisiones periódicas para su mantenimiento (CASACOLOMBIA, 2024).

- **Estándares y criterios de certificación CASA Colombia**

La Certificación CASA Colombia se basa en un conjunto de estándares y criterios que evalúan la sostenibilidad de un edificio en varias áreas clave. Estos estándares son diseñados para promover prácticas de construcción sostenible y asegurar que las edificaciones tengan un impacto ambiental reducido y proporcionen entornos saludables y eficientes para sus ocupantes. Los principales estándares y criterios de la Certificación CASA Colombia incluyen:

**Tabla 2** Estándares y criterios de la Certificación CASA Colombia

*Estándares y criterios de la Certificación CASA Colombia*

<b>Estándares y criterios</b>	<b>Abarca</b>
<b>Eficiencia Energética</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación del consumo de energía y el uso de sistemas eficientes de climatización, iluminación y electrodomésticos.</li> <li>2. Implementación de energías renovables y tecnologías de gestión energética.</li> </ol>
<b>Gestión del Agua</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso eficiente del agua potable y tratamiento y reutilización de aguas residuales.</li> <li>2. Implementación de sistemas de captación y uso de agua lluvia.</li> </ol>
<b>Materiales Sostenibles</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selección de materiales con bajo impacto ambiental, preferiblemente locales y reciclados.</li> <li>2. Evaluación del ciclo de vida de los materiales y su impacto en el medio ambiente.</li> </ol>
<b>Calidad Ambiental Interior</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asegurar una buena calidad del aire interior mediante ventilación adecuada y el uso de materiales que no emitan contaminantes.</li> <li>2. Control de la temperatura, humedad y acústica para el confort de los ocupantes.</li> </ol>
<b>Gestión de Residuos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manejo y reducción de residuos durante la construcción y operación del edificio.</li> <li>2. Implementación de prácticas de reciclaje y compostaje.</li> </ol>
<b>Ubicación y Transporte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomento de ubicaciones que reduzcan la necesidad de transporte y promuevan el uso de medios de transporte sostenibles como bicicletas y transporte público</li> <li>2. Evaluación del impacto de la ubicación en el entorno y la comunidad.</li> </ol>



---

<b>Innovación y Diseño</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inclusión de innovaciones que mejoren la sostenibilidad del proyecto.</li> <li>2. Diseño que maximice el uso de recursos naturales, como la luz natural y la ventilación cruzada.</li> </ol>
<b>Impacto en el Entorno</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación del impacto del edificio en el ecosistema local y la biodiversidad.</li> <li>2. Implementación de medidas para mitigar cualquier impacto negativo.</li> </ol>
<b>Bienestar y Salud</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño de espacios que promuevan el bienestar físico y mental de los ocupantes.</li> <li>2. Acceso a áreas verdes y espacios recreativos.</li> </ol>

---

*Nota.* Elaboración propia a partir de informe CCCS.

- **Impactos**

### **Impacto ambiental**

La certificación CASA Colombia tiene un impacto ambiental significativo al promover prácticas de construcción sostenible que reducen las emisiones de carbono y conservan los recursos naturales. Mediante la implementación de sistemas eficientes de energía y agua, así como el uso de materiales de construcción sostenibles, los edificios certificados bajo CASA Colombia contribuyen directamente a la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad ambiental. Esto beneficia tanto al medio ambiente como a la salud pública al promover espacios interiores más saludables y confortables (CASACOLOMBIA, 2024).

### **Impacto económico**

La certificación CASA Colombia ofrece beneficios tangibles a través del ahorro en costos operativos para los propietarios y usuarios de edificios. La eficiencia energética y el uso de tecnologías renovables no solo reducen las facturas de energía y agua a lo largo del tiempo, sino que también aumentan el valor de mercado de los inmuebles certificados. Estos edificios son más atractivos para inversores y ocupantes conscientes del medio ambiente, lo que puede

resultar en mayores ingresos por alquileres o ventas. Además, la certificación puede abrir puertas a incentivos financieros y subsidios que apoyan la inversión en prácticas sostenibles, fortaleciendo aún más el caso económico para la sostenibilidad en la construcción (CASACOLOMBIA, 2024).

## **Impacto social**

CASA Colombia impacta positivamente al mejorar la calidad de vida de los ocupantes y fortalecer las comunidades. La calidad ambiental interior mejorada, con aire más limpio y materiales no tóxicos, promueve la salud y el bienestar de quienes viven y trabajan en estos edificios. Además, los proyectos sostenibles suelen incluir espacios verdes y comunitarios que fomentan la interacción social y la cohesión comunitaria. Esto no solo mejora el entorno construido, sino que también contribuye al desarrollo social al crear empleos en sectores emergentes como la construcción sostenible y alentar una mayor conciencia ambiental entre los ciudadanos (CCCS, 2024).

## **6.2 Impacto demostrado**

El marco conceptual delineado proporciona una base sólida para comprender los criterios clave utilizados por las certificaciones para reducir la huella de carbono en los edificios. Ahora, centraremos nuestra atención en casos de aplicación exitosa de estas certificaciones en Bogotá, Colombia.

### **6.2.1 Certificaciones LEED en Bogotá.**

La Universidad EAN es un referente de sostenibilidad en Colombia, destacándose con la certificación LEED Oro para su edificio Ean Legacy. Esta distinción se debe a su estrategia ambiental y de economía circular aplicada en el diseño, construcción y operación del edificio (Universidad EAN, s.f.), demostrando un compromiso con la sostenibilidad en el sector educativo.

El Edificio EAN Legacy incorpora una serie de innovaciones que lo convierten en un modelo a seguir. Entre sus características más destacadas se encuentran la incorporación en la fachada de paneles Wonderframe<sup>1</sup> cubriendo el 85% de su superficie. Esta implementación ha permitido reducir el consumo de energía del edificio en un 32% obteniendo la certificación LEED Oro por su alto desempeño ambiental (Universidad EAN, 2021).

La gestión eficiente del agua es otro pilar fundamental del Edificio EAN Legacy. Este edificio cuenta con sistemas de recolección y reutilización de agua de lluvia, así como instalaciones sanitarias de bajo consumo, lo que permite la conservación de este recurso vital y a la reducción en un 35% en el consumo de agua potable (Universidad EAN, 2021).

Además del Edificio EAN Legacy, hay numerosos ejemplos de edificaciones en Bogotá que han obtenido certificaciones LEED, demostrando un fuerte compromiso con la sostenibilidad. Por ejemplo, el Novartis New Building, fue el primer edificio en Colombia en obtener la certificación LEED otorgada por el Green Building Council en nivel Plata (USGBC, 2010), cuenta con la primera cubierta verde certificada en Bogotá, la reutilización de aguas lluvias que alcanza un 45% de ahorro en el consumo y la eficiencia energética con un ahorro de del 37% destacando que el diseño del edificio aprovecha al máximo la luz natural (Lozano & Viancha, 2011)

El Centro Empresarial Colpatría es otro ejemplo destacado de edificaciones con certificación LEED. Cristina Gamboa, directora Ejecutiva del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, señala que “la localización del predio, el acceso al transporte público, el manejo eficiente de la energía y el agua, el uso de materiales con criterios de sostenibilidad y la calidad del ambiente interior de los espacios construidos”, son algunas de las estrategias que

---

<sup>1</sup> Paneles Wonderframe. Sistema de fachada modular compuesto por paneles triangulares fabricados con materiales sostenibles y reciclables.

no solo promueven la sostenibilidad, sino también el respeto por el medio ambiente (Tecnoglass, 2018).

### 6.2.2 Certificaciones EDGE en Bogotá.

Según los datos de proyectos certificados por CAMACOL indicados en la **Tabla 3** Bogotá está avanzando en la adopción de certificaciones EDGE. La mayoría de los proyectos certificados pertenecen a los sectores residencial y residencial VIS, totalizando 84 proyectos.

Esto indica un claro enfoque en mejorar la sostenibilidad en el sector residencial de la ciudad. Además, se observa un incremento en la aceptación de estas certificaciones en el sector educativo, con 5 proyectos certificados, y en el sector salud, con 1 proyecto certificado.

**Tabla 3** Proyectos certificados en Bogotá según el tipo (Actualización mayo 2024).

*Proyectos certificados en Bogotá según el tipo (Actualización mayo 2024).*

TIPO DE PROYECTO EDGE	EDGE ADVANCED	EDGE CERTIFIED GREEN
Educación	4	1
Hotel/Hospedajes	-	2
Mixto: Residencial + Comercio	-	1
Oficinas	1	2
Residencial	2	53
Residencial VIP	-	4
Residencial VIS	-	29
Retail	1	1
Salud	1	
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>93</b>

*Nota.* Elaboración propia a partir de proyectos certificados por CAMACOL (2024)

En cuanto a las compañías líderes en la implementación de certificaciones EDGE en Bogotá hasta mayo de 2024, según los datos de CAMACOL indicados en la **Tabla 4**, Constructora Bolívar S.A. se destaca notablemente con un total de 18 certificaciones EDGE CERTIFIED GREEN, seguida por Constructora Capital Bogotá S.A.S. con 13 certificaciones. Estos resultados destacan el compromiso y la capacidad de estas empresas para promover la construcción sostenible en la ciudad. Además, la participación de otras entidades como Amarillo

S.A.S. y Cusezar S.A. muestra un panorama diversificado de actores que contribuyen significativamente a la transformación del mercado hacia prácticas más responsables y eficientes.

**Tabla 4** Compañías con certificaciones Edge.

*Compañías con certificaciones Edge.*

<b>NOMBRE DE LA COMPAÑÍA</b>	<b>EDGE CERTIFIED GREEN</b>	<b>Total</b>
Constructora Bolívar S.A.	18	18
Constructora Capital Bogotá S.A.S.	13	13
Amarilo S.A.S.	6	6
Cusezar S.A.	6	6

*Nota.* Elaboración propia a partir de proyectos certificados por CAMACOL (2024)

Para comprender los beneficios de aplicar prácticas sostenibles bajo la certificación EDGE en Bogotá, se indica cómo Constructora Bolívar S.A. las ha implementado, con énfasis en el proyecto Las Violetas – Ciudad Tres Quebradas (Usme – Bogotá). Según el informe de sostenibilidad 2023 de Constructora Bolívar, se destacan avances significativos en la integración de prácticas sostenibles, especialmente en la reducción de la huella de carbono. La empresa ha implementado diversas estrategias innovadoras destinadas a minimizar su impacto ambiental:

- **Eficiencia energética y uso de materiales sostenibles:** Desde la etapa de diseño hasta la ejecución de proyectos, Constructora Bolívar prioriza el uso de materiales sostenibles y tecnologías que optimizan el consumo de energía. Por ejemplo, la empresa ha integrado criterios de diseño pasivo y tecnologías avanzadas de eficiencia energética en sus edificaciones, lo que reduce significativamente el consumo de energía durante la vida útil de los edificios (Constructora Bolívar, 2023).
- **Gestión de residuos y economía circular:** Se han establecido programas de gestión de residuos en todas las obras para minimizar los desechos de construcción

y fomentar el reciclaje de materiales. Esto no solo reduce la cantidad de residuos enviados a vertederos, sino que también disminuye las emisiones asociadas con el manejo de residuos de construcción (Constructora Bolívar, 2023).

- **Transporte sostenible:** Constructora Bolívar promueve activamente el uso de transporte sostenible entre sus empleados y colaboradores. Esto incluye incentivos para el uso compartido de vehículos, el fomento del transporte público y la ubicación estratégica de sus proyectos para reducir la dependencia del transporte privado y, por ende, las emisiones de carbono relacionadas (Constructora Bolívar, 2023).

Durante el año 2023, las estrategias implementadas por Constructora Bolívar han arrojado resultados tangibles en términos de reducción de impacto ambiental:

- **Reducción en el consumo de materiales:** La empresa logró disminuir el uso de materiales en el proceso constructivo, lo que equivale a retirar 821,959 vehículos de circulación en términos de emisiones de carbono evitadas. Este logro se debe a la selección cuidadosa de materiales con menor huella de carbono y a la optimización de los procesos de construcción (Constructora Bolívar, 2023).
- **Ahorro de recursos energéticos:** La integración de elementos de eficiencia energética ha resultado en una reducción significativa del consumo de recursos energéticos en los proyectos de Constructora Bolívar. Esto se traduce en una disminución notable en las facturas de servicios públicos para los usuarios finales, además de una menor huella de carbono asociada con el uso de energía durante la operación de los edificios (Constructora Bolívar, 2023).

La certificación EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) ha sido fundamental para el compromiso de Constructora Bolívar con la sostenibilidad y la reducción de la huella de carbono. La empresa ha sido reconocida como "EDGE Champions" por certificar más del 80% de sus proyectos bajo estos estándares, destacando su liderazgo en prácticas

sostenibles en la industria de la construcción. Esta certificación valida las prácticas de sostenibilidad de la empresa, asegurando que cada proyecto cumpla con estrictos criterios de eficiencia energética y reducción de huella de carbono, desde el diseño inicial hasta la entrega fina (Constructora Bolívar, 2023).

El proyecto Las Violetas – Ciudad Tres Quebradas ejemplifica el éxito en la implementación de estrategias sostenibles y la obtención de la certificación EDGE, Constructora Bolívar ha enfocado sus esfuerzos en reducir significativamente el consumo de energía y agua en este complejo residencial. Mediante la adopción de tecnologías y prácticas avanzadas, como iluminación de bajo consumo, ventilación natural, y sistemas de control de iluminación y agua eficientes. Las Violetas ha logrado un ahorro proyectado del 25% en energía y del 34% en agua. Además, el proyecto ha integrado materiales de construcción que reducen en un 60% la energía incorporada, equivalente a retirar 49 vehículos del tránsito por un año (Constructora Bolívar, s/f).

Estas iniciativas no solo han optimizado el rendimiento ambiental del complejo, sino que también han generado ahorros significativos en los costos de operación para los residentes, promoviendo un estilo de vida más sostenible y accesible.

### **6.2.3 Certificación Casa Colombia en Bogotá**

La certificación CASA Colombia juega un papel esencial en proyectos de desarrollo urbano sostenible en Bogotá al establecer estándares rigurosos para la eficiencia energética, la gestión de recursos y la calidad ambiental. En el contexto del RenovArte, que se centra en la rehabilitación sostenible de edificios patrimoniales en el centro histórico de la ciudad, CASA Colombia asegura que las renovaciones no solo preserven la cultura y la historia, sino que también reduzcan significativamente la huella de carbono y mejoren la eficiencia energética (CASACOLOMBIA, 2024).

Por otro lado, en proyectos como el BD Bacatá, el cual es emblemático por ser el rascacielos más alto de Colombia, CASA Colombia garantiza que la construcción y operación del edificio cumplan con altos estándares de sostenibilidad. Esto incluye desde la selección de materiales y tecnologías eficientes hasta la gestión integral de residuos y la optimización del consumo energético, contribuyendo así a la reducción de emisiones de carbono y promoviendo un entorno urbano más saludable y ecológicamente responsable (CCCS, 2023).

En el contexto urbano y ambiental de Bogotá, caracterizado por altos niveles de contaminación y una creciente densidad urbana, demanda soluciones que mejoren la calidad del aire y reduzcan las emisiones de carbono. La adopción de estándares rigurosos de sostenibilidad podría significar una transformación positiva en estos aspectos, cumpliendo con normativas ambientales más estrictas y promoviendo un desarrollo urbano más saludable y sostenible (CASACOLOMBIA, 2024).

Desde el punto de vista económico, la implementación inicial de certificaciones como CASA Colombia podría implicar costos más elevados debido a la necesidad de utilizar materiales y tecnologías más avanzadas. Sin embargo, estos costos adicionales pueden ser compensados a lo largo del ciclo de vida del edificio mediante ahorros significativos en consumo energético y costos operativos. Además, existen incentivos potenciales como subsidios gubernamentales, créditos fiscales y financiamiento preferencial para proyectos sostenibles, que podrían mitigar parte de la inversión inicial y mejorar la viabilidad económica de estos proyectos (CCCS, 2023).

Es indispensable también considerar la infraestructura existente en Bogotá y la capacidad técnica local para adaptarse a los estándares de certificación. La actualización y modernización de edificios existentes para cumplir con estos estándares pueden requerir inversiones considerables en renovaciones estructurales y tecnológicas, así como una capacitación adecuada de los profesionales del sector. Garantizar que haya suficientes



expertos en construcción sostenible y en el cumplimiento de normativas específicas será fundamental para el éxito de la implementación de CASA Colombia y otras certificaciones similares (CCCS, 2023).

## 7. MARCO LEGAL

La creciente preocupación por el cambio climático y la sostenibilidad ambiental ha llevado al desarrollo e implementación de diversas normativas y regulaciones que promueven prácticas de construcción sostenible. En Colombia la Ley 1931 del 2018 establece directrices para la gestión del cambio climático, resaltando la importancia de las construcciones sostenibles como una estrategia crucial para la reducción de la huella de carbono.

En cuanto a la construcción sostenible la Resolución 0549 del 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la define como el conjunto de medidas aplicadas en el diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía, encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y a promover prácticas con responsabilidad ambiental y social.

En el capítulo 1 del Decreto 1077 de 2015, se establecen los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y a la promoción de actuaciones con responsabilidad ambiental y social. En la Resolución 0549 del 2015 se determinan los porcentajes mínimos de ahorro de consumo de agua y energía que se pretende disminuir en las edificaciones, mediante la implementación de medidas activas y pasivas en el diseño de la construcción (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015).

El Departamento Nacional de Planeación lideró la elaboración y el seguimiento del CONPES 3919 de 2018 – Política Nacional de Edificaciones Sostenibles, en el cual se establece como objetivo general,

*“impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad para todos los usos y dentro de todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones a través de ajustes normativos, el desarrollo de mecanismos de seguimiento y la promoción de*

*incentivos económicos, que contribuyan a mitigar los efectos negativos de la actividad edificadora sobre el ambiente, mejorar las condiciones de habitabilidad y generar oportunidades de empleo e innovación”.*

A nivel local el Decreto 582 de 2023, emitido por la Alcaldía Mayor de Bogotá, regula las disposiciones de ecourbanismo y construcción sostenible del Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Este decreto establece los lineamientos para la implementación de estrategias de ecourbanismo en espacios públicos y la construcción sostenible en nuevas edificaciones en áreas urbanas y rurales de Bogotá.

También en Bogotá, la secretaria Distrital del Ambiente (SDA), mediante Resolución 3654 de 2014 establece el programa de reconocimiento “BOGOTA CONTRUCCIÓN SOSTENIBLE” y se deroga la resolución 5926 de 2011, buscando con ello ser un incentivo de reconocimiento, atrayendo a los constructores hacia la aplicación de estrategias de sostenibilidad en las edificaciones y el urbanismo y mecanismos de cumplimiento como los sistemas de certificación internacionales LEED y EDGE o nacionales como CASA Colombia para un desarrollo sostenible en la ciudad (SDA, 2014).

## 8. DISEÑO METODOLÓGICO

Según su propósito, esta investigación es de naturaleza aplicada, ya que busca no solo entender los impactos teóricos y prácticos de las certificaciones sostenibles, sino también ofrecer soluciones concretas y aplicables que puedan ser implementadas en la práctica. Además, la investigación se enmarca en un diseño descriptivo, orientado a detallar y analizar los criterios y beneficios de las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia en el contexto específico de Bogotá.

Según las fuentes de datos cualitativo debido a la necesidad de explorar en profundidad los criterios, procesos y percepciones asociados con las certificaciones de construcción sostenible (LEED, EDGE y CASA Colombia) en Bogotá. Los métodos cualitativos como análisis de documentos permitirán conocer cómo estas certificaciones se implementan, perciben y experimentan los actores clave en la construcción en la ciudad.

Según su profundidad es descriptivo debido a su objetivo de detallar y analizar los criterios y beneficios de las certificaciones de construcción sostenible (LEED, EDGE y CASA Colombia) en el contexto específico de Bogotá. A través de esta información, se buscará comprender exhaustivamente cómo estas certificaciones se aplican y qué impacto tienen en la reducción de la huella de carbono en las edificaciones de la ciudad. Este enfoque permitirá capturar de manera precisa y detallada las características y efectos de las certificaciones sostenibles en un contexto urbano dinámico y en crecimiento como el de Bogotá.

Según su temporalidad transversal, ya que se realiza en un momento específico del tiempo, centrándose en analizar datos actuales y relevantes para el contexto urbano y ambiental de Bogotá. Esto permitirá capturar la situación actual de la implementación de certificaciones de construcción sostenible y su impacto en la reducción de la huella de carbono en la ciudad. Al analizar datos contemporáneos, se podrán identificar tendencias emergentes, desafíos y oportunidades en la adopción de prácticas sostenibles en el sector de la

construcción de Bogotá. Además, este enfoque temporal facilitará la comparación y evaluación de resultados concretos obtenidos de proyectos certificados bajo estándares como LEED, EDGE y CASA Colombia, proporcionando así una base sólida para desarrollar recomendaciones prácticas y pertinentes para la implementación futura de estas certificaciones en la ciudad.

Según su inferencia es inductivo, ya que permite la observación de datos específicos y casos de estudio para formular conclusiones generales y desarrollar recomendaciones. La combinación de estos elementos metodológicos asegura una aproximación robusta y exhaustiva para abordar el problema de la sostenibilidad en la construcción urbana. Este estudio proporcionará una comprensión integral y práctica para promover edificaciones más sostenibles en la capital colombiana, facilitando la toma de decisiones informadas y efectivas en el sector de la construcción.

## **8.1 Análisis del sector**

### **8.1.1 Antecedentes**

El sector de la construcción en Colombia ha sido históricamente uno de los principales motores económicos, pero también uno de los mayores consumidores de recursos naturales. (DANE,2024). En Colombia, la industria de la construcción consume el 40% de la energía, genera el 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y produce el 40% de los residuos del país. Además, utiliza el 60% de los materiales extraídos de la tierra y desperdicia el 20% de todos los materiales utilizados en sus proyectos, según cifras del 2017, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Estos datos reflejan la magnitud del impacto ambiental del sector y subrayan la necesidad urgente de adoptar prácticas de construcción más sostenibles.

En Bogotá, la situación es igualmente crítica, dado su rápido crecimiento urbano y densidad poblacional. La ciudad ha implementado estrategias que busca asegurar un ahorro del 20% en el consumo de energía y del 30% en el consumo de agua en todas las nuevas

edificaciones (CAMACOL, 2020). Estas iniciativas son esenciales para mitigar el impacto ambiental y fomentar el desarrollo sostenible en la capital, alineándose con las metas establecidas en la Resolución 0549 de 2015, que establece parámetros claros para la sostenibilidad en la construcción. La colaboración entre el sector público y privado ha sido clave para avanzar en la adopción de estas prácticas, reflejando un compromiso creciente con la sostenibilidad en la ciudad (CCCS, 2020).

Como parte de la Agenda para el 2030 y en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, Bogotá ha establecido metas específicas para abordar desafíos globales como la pobreza, la desigualdad, el cambio climático y la degradación ambiental. Entre los 17 ODS, tres están directamente relacionados con el desarrollo urbano sostenible: el Objetivo 11, 'Ciudades y comunidades sostenibles', el Objetivo 12, 'Producción y consumo responsables', y el Objetivo 13, 'Acción por el clima'. Estos objetivos buscan transformar las ciudades en espacios inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, promoviendo el uso eficiente de recursos y la adopción de políticas integradas que mitiguen el cambio climático y fortalezcan la resiliencia ante desastres naturales (ONU, 2015).

La adopción de estándares internacionales y locales de construcción sostenible, como las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia, ha sido fundamental para alinear los esfuerzos de Bogotá con los ODS. Estas certificaciones no solo promueven el uso eficiente de los recursos, sino que también garantizan ambientes saludables y de alta calidad para los usuarios de los edificios. La implementación de estos estándares en más de 800 proyectos en Colombia, incluyendo numerosas iniciativas en Bogotá, demuestra un avance significativo hacia el cumplimiento de los ODS y la creación de ciudades más sostenibles (CAMACOL, 2021).

### 8.1.2 Herramienta de Análisis sectorial PESTEL

Para comprender de manera integral los factores que influyen en la implementación de certificaciones para edificios sostenibles en el sector de la construcción en Bogotá, es esencial realizar un análisis del entorno utilizando el marco PESTEL. Este enfoque permite examinar los aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales que afectan el desarrollo y la adopción de prácticas sostenibles (Morrison, 2006). Mediante este análisis, se pueden identificar las oportunidades y desafíos que enfrenta el sector, así como las tendencias y dinámicas que impulsan o limitan la adopción de certificaciones ambientales como LEED, EDGE y CASA Colombia (USGBC, 2024; IFC, 2021; CASACOLOMBIA, 2024). El análisis PESTEL proporciona una base sólida para la formulación de estrategias y políticas que promuevan un desarrollo urbano más sostenible y eficiente en Bogotá, respondiendo a las necesidades locales y globales de sostenibilidad. A continuación, se presenta en la **Tabla 5** el detalle del análisis PESTEL para el proyecto, ilustrando cómo estos factores interactúan y afectan la implementación de certificaciones sostenibles en la ciudad.

**Tabla 5.**

*Análisis PESTEL*

ANÁLISIS PESTEL	
<b>POLÍTICO</b>	<p>Las políticas gubernamentales y las regulaciones ambientales actúan como catalizadores para el desarrollo de prácticas de construcción sostenibles. En el sector de la construcción genera herramientas para fomentar la eficiencia energética y la reducción de la huella de carbono, así como impulsar la adopción de certificaciones como como LEED, EDGE y CASA Colombia. El apoyo gubernamental en forma de incentivos fiscales, subsidios y programas de financiación para proyectos sostenibles podría ser un factor determinante para facilitar la implementación de estas certificaciones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).</p> <p>En Bogotá, según el Acuerdo Distrital 790 de 2020, se establece la Política de Población y Poblamiento, el cual busca aumentar la resiliencia y controlar el crecimiento de la huella ecológica. Se enfoca en la correcta gestión del riesgo, la adaptación al cambio climático, el</p>

---

## ANÁLISIS PESTEL

---

uso de energías limpias, y la promoción de prácticas sostenibles de movilidad y saneamiento. Además, fomenta un crecimiento equilibrado mediante el uso racional del suelo, la provisión de servicios sociales y espacio público cercano a viviendas y empleos, integrando ecourbanismo y construcción sostenible (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022).

Así mismo, el Artículo 17 del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, establece medidas para la promoción de prácticas sostenibles en la construcción, el uso de energías limpias y la creación de espacios urbanos para reducir la huella de carbono. Busca que las edificaciones incluyan estrategias constructivas dirigidas a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI), la gestión de residuos y la movilidad sostenible (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022).

También existen programas específicos del gobierno local y nacional, como las iniciativas para la transición energética y la mitigación del cambio climático, pueden proporcionar un marco de apoyo para la implementación de certificaciones sostenibles. Estos programas pueden incluir objetivos claros de reducción de emisiones, que alineen los intereses del sector de la construcción con las metas de sostenibilidad del gobierno (IDEAM, 2023).

---

## ECONÓMICO

El análisis económico es fundamental para comprender las dinámicas del sector de la construcción en Bogotá y su capacidad para adoptar certificaciones de sostenibilidad como LEED, EDGE y CASA Colombia. El crecimiento del sector de la construcción en Bogotá ha sido significativo en los últimos años, impulsado por la demanda de nuevas viviendas y la modernización de la infraestructura urbana, lo cual ofrece oportunidades para integrar prácticas sostenibles desde el inicio de los proyectos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022). La disponibilidad de incentivos financieros y subsidios para proyectos sostenibles puede acelerar la adopción de certificaciones. Programas gubernamentales y alianzas público-privadas son esenciales para proporcionar apoyo financiero a los desarrolladores (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2023).

Aunque los costos iniciales de la construcción sostenible pueden ser más altos, los beneficios a largo plazo en términos de ahorro energético, reducción de costos operativos y aumento del valor de las propiedades son significativos (IFC, 2023). Es esencial realizar análisis de costo-beneficio para demostrar la viabilidad económica de las certificaciones ambientales. El acceso a financiación verde, como bonos verdes y líneas de crédito específicas para proyectos sostenibles, puede ser un catalizador importante. Estas herramientas financieras facilitan la implementación de prácticas sostenibles y reducen la carga económica inicial para los desarrolladores (Bancolombia, 2023).

---



---

## ANÁLISIS PESTEL

---

La inflación y las fluctuaciones en el tipo de cambio pueden afectar los costos de materiales y tecnologías sostenibles importadas. La estabilidad económica es indispensable para planificar e implementar proyectos a largo plazo sin riesgos financieros significativos (Banco de la República, 2023).

---

### SOCIAL

El Plan de Acción Climática 2020-2050 de Bogotá permite identificar varios aspectos socioculturales clave que influyen en la implementación de prácticas sostenibles en la construcción urbana. Según el documento, la ciudad experimenta un aumento significativo en la conciencia pública sobre el cambio climático y la necesidad de adoptar prácticas sostenibles. Datos recogidos de encuestas citadas en el informe indican que la gran mayoría de los residentes de la ciudad expresaron preocupación por los efectos del cambio climático, siendo las generaciones más jóvenes las más activas en demandar soluciones sostenibles (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020). Este aumento en la conciencia se refleja en una mayor demanda de edificaciones sostenibles por parte de la población, especialmente entre los jóvenes y los profesionales que valoran la sostenibilidad ambiental en su estilo de vida y trabajo (INGEI Bogotá D.C., 2021).

Uno de los desafíos socioculturales identificados es la necesidad de educar y sensibilizar a todos los sectores de la población sobre los beneficios de las construcciones sostenibles. Aunque hay una aceptación creciente de certificaciones como LEED, EDGE y CASA Colombia, existe una brecha en el conocimiento sobre cómo estas iniciativas pueden mejorar la calidad de vida urbana y reducir la huella ambiental (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020).

Además, el documento subraya la importancia de integrar consideraciones culturales locales en los diseños arquitectónicos y la planificación urbana. Bogotá es una ciudad diversa con distintos contextos socioeconómicos y culturales, lo cual requiere enfoques flexibles que puedan adaptarse a las necesidades específicas de cada comunidad (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020).

La participación comunitaria y la consulta pública son elementos esenciales para asegurar que las iniciativas de construcción sostenible sean bien recibidas y respaldadas por la población local. Esto implica no solo informar a los ciudadanos sobre los beneficios ambientales y económicos de las certificaciones, sino también involucrarlos activamente en el proceso de diseño y planificación de proyectos (INGEI Bogotá D.C., 2021).

---

### TECNOLÓGICO

El avance tecnológico desempeña un papel crucial en la adopción de prácticas sostenibles en el sector de la construcción en Bogotá. El desarrollo de nuevos materiales de construcción sostenibles, como el concreto reciclado, materiales compuestos y tecnologías de aislamiento

---

---

## ANÁLISIS PESTEL

---

térmico avanzado, puede reducir significativamente la huella de carbono de los proyectos (Centro de Innovación del Sector de la Construcción, 2023). La adopción de tecnologías avanzadas para la eficiencia energética, como sistemas de iluminación LED, paneles solares y sistemas de calefacción y refrigeración de alta eficiencia, es esencial para cumplir con los estándares de certificación (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

La automatización de procesos de construcción y el uso de técnicas de construcción modular pueden mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio de materiales. Estas tecnologías también permiten una mayor precisión y calidad en la construcción (Constructech, 2023). El uso de BIM (Building Information Modeling) facilita la planificación y gestión de proyectos sostenibles al proporcionar modelos digitales detallados de los edificios. Esto permite una mejor coordinación, reducción de errores y optimización de recursos (Asociación de Arquitectos e Ingenieros de Colombia, 2023).

Las tecnologías de monitoreo y control, como los sistemas de gestión de edificios (BMS) y los sensores IoT, permiten un seguimiento en tiempo real del consumo de energía y otros parámetros ambientales. Esto ayuda a optimizar el rendimiento y mantener los estándares de sostenibilidad (Ministerio TIC, 2023).

---

El Plan de Acción Climática 2020-2050 de Bogotá destaca varios desafíos ambientales significativos que influyen en la implementación de prácticas sostenibles en la construcción urbana. Uno de los datos clave es la contribución del sector de la construcción a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Según el informe, las emisiones de GEI asociadas con el sector de la construcción y operación de edificaciones representaron aproximadamente el 39% del total de emisiones de la ciudad en 2017 (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020). Este dato subraya la importancia crítica de reducir la huella de carbono del sector construcción para cumplir con las metas de reducción de emisiones establecidas en el plan climático.

### ECOLÓGICO

Además, la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) es otro desafío significativo para Bogotá. Según el documento, la generación de estos residuos es un factor crítico. Mejorar su gestión no solo reduciría la contaminación ambiental, sino que también optimizaría el uso de recursos y liberaría espacio urbano valioso. adecuadamente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020).

En términos de oportunidades, el documento destaca el potencial de la eficiencia energética en edificaciones como un camino hacia la reducción de emisiones y el uso más eficiente de los recursos. Por ejemplo, la adopción de tecnologías de energía renovable y estándares de construcción sostenible como podría reducir significativamente el

---

---

## ANÁLISIS PESTEL

---

consumo energético y las emisiones asociadas (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020).

La promoción de infraestructuras verdes y espacios públicos que fomenten la biodiversidad también se identifica como una estrategia clave para mitigar los impactos ambientales y mejorar la calidad de vida urbana. El plan indica que incrementar el área de cobertura vegetal en la ciudad podría reducir la temperatura promedio urbana, beneficiando la salud pública y reduciendo la demanda energética para la refrigeración de edificaciones (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020).

---

### LEGAL

Las leyes ambientales colombianas, como la Ley 1931 de 2018 sobre Cambio Climático y el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, establecen directrices para la sostenibilidad y la reducción de emisiones de carbono. A nivel local, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá incorpora medidas para la construcción sostenible y la eficiencia energética. Estas normativas proporcionan un marco legal que promueve la adopción de certificaciones como LEED, EDGE y CASA Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

El marco legal también ofrece incentivos fiscales, subsidios y otros beneficios a proyectos que adopten prácticas sostenibles y obtengan certificaciones ambientales. Por ejemplo, el Decreto 2143 de 2015 Reglamenta la Ley 1715 de 2014 y establece los incentivos fiscales para proyectos de energías renovables, incluyendo la exención del IVA, deducciones en el impuesto de renta y aranceles. En contraste, también pueden imponerse sanciones a las construcciones que no cumplan con los requisitos ambientales, como se manifiesta en el Decreto 1076 de 2015.

Así mismo, el marco regulatorio para la construcción sostenible en Bogotá se fundamenta en el Código de Construcción de la ciudad y las normas técnicas colombianas, como la NTC-ISO 21930 del 2021 o NTC 6682 del 2023. Estas disposiciones establecen lineamientos claros sobre la eficiencia energética y la sostenibilidad en las edificaciones, definiendo estándares y requisitos mínimos que deben cumplir los servicios y productos de construcción para ser considerados sostenibles ICONTEC (2020).

---

*Nota.* Elaboración propia

## 8.2 Análisis documental

Esta investigación es de naturaleza informativa y se basa en un enfoque de revisión sistemática de literatura la cual permite analizar exhaustivamente la literatura existente para identificar tendencias, desafíos y oportunidades relevantes para el tema de estudio.

### 8.2.1 Procedimiento de Revisión Sistemática

#### ○ **Formulación de la Pregunta de Investigación**

Las preguntas centrales que guía esta investigación son:

- ¿Cómo se han implementado las certificaciones de edificios sostenibles (LEED, EDGE, CASA Colombia) en estudios previos?
- ¿Cuáles son los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá?
- ¿Qué métricas se utilizan para medir la reducción de la huella de carbono en edificaciones certificadas en Bogotá?
- ¿Cuáles son las principales barreras y desafíos enfrentados durante la implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá?
- ¿Cuáles son las estrategias efectivas para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá?
- **Búsqueda y Selección de Estudios**

Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas como Google Scholar, Microsoft Academic, ProQuest, utilizando términos de búsqueda como "Certificación", "sostenibilidad", "Colombia", "Construcción", "LEED", "EDGE", "CASA Colombia", "Huella de Carbono" y "Bogotá". Se aplicaron criterios estrictos de inclusión basados en la relevancia del título, resumen y texto completo de los estudios.

A continuación, se detallan las 2 ecuaciones de búsqueda que se introducen en las bases de datos, para determinar cuál de las dos genera información más relevante para la búsqueda según la base de datos usada:

**Ecuación 1.** Certificación AND Sostenibilidad AND Colombia AND Construcción AND huella de carbono AND Bogotá

**Ecuación 2.** LEED AND EDGE AND Casa AND Colombia AND Bogotá

- **Análisis y Síntesis de Datos**

Después de la ejecución de las ecuaciones de búsqueda, se llevaron a cabo dos filtros exhaustivos para la selección de estudios pertinentes. En primer lugar, se aplicó un filtro inicial para verificar si los estudios cumplen con criterios como la fecha de publicación (2019-Actualidad), la indexación en revistas académicas reconocidas y la inclusión de al menos dos de los términos claves en el título. Este filtro inicial permitió descartar estudios que no cumplieran con estos estándares mínimos de relevancia y calidad.

Posteriormente, se realizó un segundo filtro más detallado mediante un análisis exhaustivo de los abstracts de los artículos seleccionados. En algunos casos, el resumen no contó con toda la información necesaria, por lo que se procedió a revisar el texto completo del documento. Este análisis adicional aseguró la captura de todos los conceptos clave relacionados con la implementación de certificaciones para reducir la huella de carbono en edificaciones de Bogotá. Este proceso fue importante porque garantizó que solo los estudios más pertinentes y significativos fuesen incluidos en la revisión sistemática de literatura, estableciendo así una base sólida para el análisis y la síntesis de la investigación relevante.

### **8.2.2 Resultados**

Los resultados del análisis documental como se indica en la muestran una base robusta de estudios relevantes que abordan el impacto de estrategias para reducir el impacto

ambiental. De un total de 7,229 resultados iniciales obtenidos mediante las ecuaciones de búsqueda en Google Scholar, Microsoft Academic y ProQuest, se aplicaron dos filtros rigurosos que redujeron el número de estudios a seis, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. Estos estudios proporcionan una visión detallada sobre cómo las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia han sido implementadas y evaluadas en términos de su impacto ambiental. Los hallazgos revelan que la mayoría de los estudios se enfocan en la eficiencia energética, el uso de materiales sostenibles y la gestión del agua como métricas clave para medir la reducción de la huella de carbono. Además, se identificaron las principales barreras y desafíos en la adopción de estas certificaciones, como la percepción de altos costos iniciales, la falta de incentivos financieros adecuados y la necesidad de mayor capacitación técnica. Los estudios también destacan estrategias efectivas para promover la construcción sostenible, incluyendo la creación de incentivos financieros, la educación y sensibilización, y la colaboración entre el sector público y privado.

**Tabla 6** Resultados de bases de datos

*Resultados de bases de datos*

<b>Base de datos</b>	<b>Ecuación sin filtro</b>	<b>Primer filtro</b>	<b>Segundo filtro</b>
<b>Google Scholar</b>	7.150 resultados	301	2
<b>Microsoft Academic</b>	53 resultados	23	2
<b>ProQuest</b>	66 resultados	34	2
<b>Total</b>	7.229 resultados	358	6

*Nota.* Elaboración propia.

### **8.3 Análisis de datos**

El análisis de datos en esta investigación se enfoca en interpretar los resultados del análisis documental y la revisión sistemática de la literatura. Los datos obtenidos se organizan e interpretan para identificar patrones, tendencias y relaciones significativas entre las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia, y su impacto en la reducción de la huella de carbono en las edificaciones de Bogotá.

A continuación, en la **Tabla 7** y **Tabla 8** se presentan los documentos más relevantes, los cuales proporcionan información para evaluar la efectividad de estas certificaciones en términos de eficiencia energética, uso de materiales sostenibles y gestión del agua, factores que contribuyen a la reducción de la huella de carbono. Asimismo, estos documentos ayudaron a identificar las barreras y desafíos en la implementación de dichas certificaciones y a comparar las estrategias empleadas en diversos estudios de caso exitosos. La comparación de estos datos permitirá desarrollar recomendaciones prácticas y aplicables para optimizar la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá, facilitando la toma de decisiones informadas y efectivas por parte de los actores del sector de la construcción.

**Tabla 7. Referencias de Investigación.**

*Referencias de Investigación.*

N	Tipo de Documento	País	Título	Autor	Base de Datos	Referencia Académica	Palabras Claves	Enlace
1	Trabajo de Grado	Colombia	Análisis comparativo de estrategias de uso eficiente y ahorro en energía entre las certificaciones CASA, LEED, BREEAM Y EDGE para viviendas multifamiliares	Manrique Aparicio, S. A. (2022)	Google Scholar	Manrique Aparicio, S. A. (2022). Análisis comparativo de estrategias de uso eficiente y ahorro en energía entre las certificaciones CASA, LEED, BREEAM Y EDGE para viviendas multifamiliares. Retrieved from <a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/975/">https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/975/</a>	Certificaciones de sostenibilidad, Ahorro energético, Viviendas multifamiliares, Eficiencia energética, Sostenibilidad, Certificación CASA	<a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/975/">https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/975/</a>
2	Trabajo de Grado	Colombia	¿De qué manera las estrategias basadas en construcción sostenible contribuyen a la generación de proyectos competitivos en Bogotá?	Ortiz Roper, M. F., & Roza Mosquera, S. (2021)	Google Scholar	Ortiz, M. F. & Roza, S. (2021). ¿De qué manera las estrategias basadas en construcción sostenible contribuyen a la generación de proyectos competitivos en Bogotá?. <a href="http://hdl.handle.net/10726/4349">http://hdl.handle.net/10726/4349</a> .	Construcción sostenible. Edificación. Competitividad. Vivienda. Medio Ambiente. Certificaciones.	<a href="http://hdl.handle.net/10726/4349">http://hdl.handle.net/10726/4349</a>
3	Trabajo de Grado	Colombia	Estrategias gerenciales en proyectos de modernización de edificios corporativos, incorporando los resultados del cálculo de huella de carbono	José Antonio Vargas Barinas (2022)	Microsoft Academic	Vargas, JA (2023). Estrategias gerenciales en proyectos de modernización de edificios corporativos, incorporando los resultados del cálculo de huella de carbono. Recuperado de: <a href="http://hdl.handle.net/10654/45744">http://hdl.handle.net/10654/45744</a>	Huella de carbono; planificación estratégica; administración de proyectos	<a href="https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/45744">https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/45744</a>
4	Trabajo de Grado	Colombia	Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia	KATHERINE YAMILE LEON AREVALO	Microsoft Academic	León, KY (2018). Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia. Recuperado de: <a href="http://hdl.handle.net/10654/20417">http://hdl.handle.net/10654/20417</a> .	Industria de la construcción; industria de la construcción - certificación; gestión ambiental	<a href="https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20417">https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20417</a>
5	Artículo de Investigación	Colombia	Metodología gerencial para facility management ambientalmente sostenible en Bogotá D. C.	Jimena Arango Aguirre (2020)	ProQuest	Arango Aguirre, J. (2020). Metodología gerencial para facility management ambientalmente sostenible en Bogotá D. C. Signos, Investigación en sistemas de gestión, 13(1). <a href="https://doi.org/10.15332/24631140.6343">https://doi.org/10.15332/24631140.6343</a>	Gestión de instalaciones, contratación externa, sostenibilidad ambiental, mantenimiento, construcción verde.	<a href="https://doi.org/10.15332/24631140.6343">https://doi.org/10.15332/24631140.6343</a>
6	Revista Científica	Colombia	State of regulation and implementation of energy and water-saving measures in buildings in Colombia	Rodríguez, A M; Fernández, A C R; Rojas, L V; Palma, F P; Oliveros, A B. (2021)	ProQuest	Rodríguez, A.M., Fernández, A.C.R., Rojas, L. V., Palma, F. P., & Oliveros, A. B. (2021/10//). State of regulation and implementation of energy and water-saving measures in buildings in Colombia. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, 871(1) <a href="https://doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012008">https://doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012008</a>	Certification; Colombia; Sustainable Development Goals; Building; Water conservation	<a href="https://doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012008">https://doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012008</a>

*Nota. Elaboración propia.*



Tabla 8.

Recopilación documentación.

Título	Autor	¿Cómo se han implementado las certificaciones de edificios sostenibles (LEED, EDGE y CASA Colombia) en estudios previos?	¿Cuáles son los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá?	¿Cuáles son las estrategias efectivas para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá?
<p>¿De qué manera las estrategias basadas en construcción sostenible contribuyen a la generación de proyectos competitivos en Bogotá?</p>	<p>María Fernanda Ortiz y Santiago Rozo</p>	<p>Según Amiri et al. (2019) <b>LEED</b> puede reducir hasta 25% en consumo de energía y según Santos Bernal (2019) 34% en reducciones de emisiones. <b>EDGE</b> en proyectos en Colombia ha logrado ahorros de energía de hasta un 30% y reducciones de agua de hasta un 40%, según Valdivieso (2019), con un retorno de inversión en 3-5 años, según CCCS (2021). <b>CASA Colombia</b> mejora la sostenibilidad y la calidad de vida, especialmente en viviendas sociales, con reducciones del 35% en el consumo de agua y mejoras del 25% en eficiencia energética, según Domínguez Mesa (2019) y Santos Castellanos (2021).</p>	<p>- <b>Auditorías Energéticas:</b> Se mide el consumo de energía final de un edificio, buscando su mejora energética para contribuir a la sostenibilidad (Alavedra et al., s.f.).                      - <b>Evaluación del Ciclo de Vida (ACV):</b> Analiza el impacto ambiental de un edificio desde la extracción de materiales hasta la demolición (Rodríguez Murcia, 2021).                      - <b>Indicadores de Consumo de Recursos:</b> Incluyen el análisis de la eficiencia en el uso de agua y energía, y la generación de residuos (Domínguez Mesa, 2019).</p>	<p>-<b>Incentivos Financieros:</b> Implementación de incentivos fiscales y subsidios para fomentar la adopción de prácticas sostenibles (Ley 1715 de 2014; Decreto 1285 del 2015).                      -<b>Educación y Sensibilización:</b> Programas de concienciación y capacitación sobre los beneficios de la construcción sostenible para desarrolladores, arquitectos y el público en general (Acciona, s.f.).                      -<b>Alianzas Estratégicas:</b> Colaboración entre el sector público y privado para desarrollar proyectos sostenibles y compartir mejores prácticas (Rogers &amp; Gumuchdjan, 2000).                      -<b>Certificaciones y Reconocimientos:</b> Promoción de certificaciones como LEED, EDGE y CASA Colombia para añadir valor y credibilidad a los proyectos sostenibles (CCCS, s.f.).                      -<b>Innovación y Tecnología:</b> Fomento del uso de tecnologías menos contaminantes y materiales reciclables (Bautista et al., s.f.).</p>
		<p><b>¿Qué métricas se utilizan para medir la reducción de la huella de carbono en edificaciones certificadas en Bogotá?</b></p>	<p><b>¿Cuáles son las principales barreras y desafíos enfrentados durante la implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá?</b></p>	
		<p><b>Consumo de Energía:</b> Medición del ahorro de energía, con reducciones reportadas hasta del 70% (Valdivieso, 2019).  <b>Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI):</b> Evaluación de la reducción de emisiones de GEI, con datos específicos del ahorro en CO2 en edificios certificados (CCCS, 2021).  <b>Uso de Materiales Reciclados:</b> Análisis del porcentaje de materiales reciclados utilizados en la construcción, reduciendo la energía incorporada en los materiales (Naranjo, 2021).</p>	<p><b>Obstáculos Normativos:</b> Falta de claridad y aplicabilidad en la normativa relacionada con la sostenibilidad de las edificaciones (CONPES 3919, 2018).  <b>Financiamiento Insuficiente:</b> Ausencia de programas de financiamiento focalizados en la construcción y compra de edificaciones sostenibles.  <b>Seguimiento y Monitoreo:</b> Carencia de mecanismos adecuados para el seguimiento y monitoreo de los procesos de construcción sostenible (CONPES 3919, 2018).</p>	

Título	Autor	¿Cómo se han implementado las certificaciones de edificios sostenibles (LEED, EDGE y CASA Colombia) en estudios previos?	¿Cuáles son los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá?	¿Cuáles son las estrategias efectivas para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá?
Análisis comparativo de estrategias de uso eficiente y ahorro en energía entre las certificaciones CASA, LEED, BREEAM Y EDGE para viviendas multifamiliares.	Sergio Alejandro Manrique Aparicio	<p>Las certificaciones han sido implementadas en diversos contextos globales y locales. <b>LEED y BREEAM</b> son ampliamente reconocidas a nivel internacional, mientras que <b>EDGE</b> ha ganado relevancia en países en desarrollo. En Colombia, la certificación <b>CASA</b> se diseñó específicamente para el contexto local, buscando promover la construcción sostenible en el país. Estudios previos han comparado estas certificaciones para evaluar su efectividad y adaptabilidad en diferentes contextos, destacando la necesidad de adaptar los estándares internacionales a las realidades locales (Manrique Aparicio, 2024).</p>	<p><b>CASA Colombia:</b> Enfoque en eficiencia energética y uso sostenible de recursos. Evalúa consumo de energía, materiales sostenibles y diseño pasivo. (CCCS, 2018).  <b>Sistema LEED:</b> Evaluación integral para edificaciones comerciales y residenciales enfocado en desempeño energético, gestión de agua y calidad ambiental. Reducción de emisiones de CO2 y huella ecológica (Abdel-Aal et al., 2018).  <b>Diseño Pasivo y Orientación Adecuada:</b> Estrategias para maximizar luz natural y ventilación cruzada. Mejora eficiencia energética y confort sin aumentar recursos (Martínez Ortiz et al., 2013).</p>	<p><b>-Uso de tecnologías eficientes y prácticas de diseño</b> que reducen el consumo de energía y las emisiones de carbono. Ejemplo: sistemas de climatización eficientes y el uso de energías renovables. (US Green Building Council, 2020).</p> <p><b>-Diseño pasivo y activo</b> para reducir la dependencia de sistemas mecánicos de climatización, priorizando la eficiencia energética desde las etapas iniciales del diseño. Ejemplo: Orientación del edificio y el uso de materiales de construcción que optimizan el rendimiento térmico y energético (BREEAM, 2020).</p> <p><b>- Uso</b> de aislamientos adecuados, ventanas eficientes y sistemas de iluminación y climatización optimizados (IFC, 2018).</p>
		<p><b>¿Qué métricas se utilizan para medir la reducción de la huella de carbono en edificaciones certificadas en Bogotá?</b></p>	<p><b>¿Cuáles son las principales barreras y desafíos enfrentados durante la implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá?</b></p>	
		<p><b>LEED</b> considera la reducción de emisiones de GEI como parte integral de su evaluación. <b>EDGE</b> utiliza un software de simulación para calcular las reducciones específicas en las emisiones de CO2.  <b>CASA Colombia (CCCS, 2018)</b> considera criterios locales y normativas como las ASHRAE para evaluar la eficiencia energética, no enfatiza explícitamente la reducción de la huella de carbono como un criterio primordial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Complejidad y Costo de Implementación.</li> <li>-Falta de Conocimiento y Capacitación.</li> <li>-Normativas y Regulaciones Inadecuadas.</li> <li>-Percepción de Rentabilidad a Corto Plazo.</li> <li>-Infraestructura y Logística Limitadas.</li> </ul>	

Título	Autor	¿Cómo se han implementado las certificaciones de edificios sostenibles (LEED, EDGE y CASA Colombia) en estudios previos?	¿Cuáles son los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá?	¿Cuáles son las estrategias efectivas para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá?
Estrategias gerenciales en proyectos de modernización de edificios corporativos, incorporando los resultados del cálculo de huella de carbono.	José Antonio Vargas Barinas (2022)	Las certificaciones de edificios sostenibles como LEED, EDGE y CASA Colombia han sido implementadas principalmente por desarrolladores inmobiliarios y propietarios en Bogotá. Estos estándares son adoptados para mejorar la reputación de los proyectos, cumplir con normativas ambientales y aumentar el valor de mercado de las propiedades. Además, se ha observado que políticas gubernamentales, como incentivos fiscales, juegan un papel clave en fomentar esta adopción.	Análisis de Ciclo de Vida (ACV), evalúa el impacto ambiental desde la extracción de materiales hasta la disposición final del edificio, considerando consumo energético, emisiones de gases de efecto invernadero y uso de recursos naturales.  Consumo energético y emisiones, se realizan mediciones directas del consumo energético y emisiones durante la operación del edificio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Incentivos financieros como subsidios y exenciones fiscales.</li> <li>-Programas educativos y capacitaciones sobre construcción sostenible.</li> <li>-Establecimiento de regulaciones claras y códigos de construcción.</li> <li>-Comunicación de beneficios económicos, ambientales y sociales.</li> <li>-Colaboración entre sector público y privado para proyectos piloto.</li> <li>-Reconocimiento y certificación de proyectos sostenibles.</li> </ul>
		<b>¿Qué métricas se utilizan para medir la reducción de la huella de carbono en edificaciones certificadas en Bogotá?</b>	<b>¿Cuáles son las principales barreras y desafíos enfrentados durante la implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá?</b>	
		Reducción medida en consumo de energía y emisiones de CO2 durante la operación del edificio como métricas clave de éxito.	Durante la implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá incluyen costos iniciales elevados, falta de conocimiento y capacitación en técnicas sostenibles, percepción de riesgo por tecnologías nuevas, regulaciones ambiguas, limitada disponibilidad de materiales sostenibles, y dudas sobre el retorno de inversión a largo plazo.	

Título	Autor	¿Cómo se han implementado las certificaciones de edificios sostenibles (LEED, EDGE y CASA Colombia) en estudios previos?	¿Cuáles son los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá?	¿Cuáles son las estrategias efectivas para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá?
Metodología gerencial para facility management ambientalmente sostenible en Bogotá D. C.	Jimena Arango Aguirre (2020)	<p>Las certificaciones de edificios sostenibles se han implementado para mejorar la eficiencia energética y reducir emisiones contaminantes, equilibrando el crecimiento económico con la protección ambiental. Las instalaciones certificadas, como aquellas con LEED, han obtenido mayores valores de arrendamiento, mejorado su imagen corporativa y aumentado el rendimiento de sus instalaciones. Esta implementación responde a la presión de accionistas, gobiernos, clientes y proveedores para ser más responsables ambientalmente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019; Chi-man et ál., 2015).</p>	<p>La gestión de instalaciones (FM) ha evolucionado desde los años 70 para mejorar el rendimiento de las edificaciones mediante el control de costos y calidad, gestionando recursos, espacios y servicios (Medina y Franco, 2014). En Colombia, la FM sostenible puede reducir el consumo de recursos y mejorar la calidad del ambiente de trabajo, contribuyendo a la sostenibilidad de las edificaciones (Díaz y Torres, 2017). Para evaluar el impacto ambiental de las edificaciones, se diagnostican elementos de mantenimiento, se adaptan metodologías gerenciales al FM y se validan en edificios comprometidos con la sostenibilidad, mejorando condiciones interiores como la iluminación y el confort térmico (Ogungbile y Oke, 2015; Sridarran y Gayani, 2016).</p>	<p>Utilización de diseños y mantenimientos sostenibles incluyendo el aprovechamiento de recursos naturales como el agua, el viento, la radiación solar y la vegetación para mejorar las condiciones ambientales de las edificaciones y optimizar la calidad del aire, la iluminación y el confort térmico.</p> <p>Otra estrategia clave es obtener certificaciones ecológicas, como la certificación LEED, que no solo incrementa el valor de arrendamiento de las edificaciones, sino que también mejora la imagen corporativa de los edificios.</p> <p>La gestión eficaz de instalaciones (Facility Management o FM) puede mejorar significativamente su rendimiento, reducir costos y elevar la calidad del servicio.</p> <p>El outsourcing del FM es otra práctica recomendable, ya que permite a las empresas enfocarse en su actividad principal mientras delegan la gestión de las instalaciones a especialistas.</p>
		<p><b>¿Qué métricas se utilizan para medir la reducción de la huella de carbono en edificaciones certificadas en Bogotá?</b></p>	<p><b>¿Cuáles son las principales barreras y desafíos enfrentados durante la implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá?</b></p>	
		<p>La implementación de tecnologías sostenibles abarca varios frentes: la reducción del consumo energético mediante paneles solares y sistemas de iluminación eficientes, el ahorro de agua gracias a la reutilización de aguas residuales y de lluvia, la gestión eficiente de residuos con programas de reciclaje, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero a través de sistemas de aire acondicionado actualizados; el uso de materiales sostenibles en la construcción y renovación de edificios; y la creación de áreas verdes que mejoran el entorno y absorben CO2.</p>	<p>La implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá enfrenta varias barreras y desafíos. Una de las principales dificultades es el tema presupuestal, ya que muchas veces no se cuenta con la aprobación del consejo de administración para el recaudo de cuotas extraordinarias necesarias para financiar estas iniciativas. Además, la falta de una correcta planeación de mantenimientos y mejoramientos puede entorpecer el proceso. Otra barrera significativa es la falta de cultura ambiental tanto de los dueños como de los proveedores y usuarios de las instalaciones físicas.</p>	

Título	Autor	¿Cómo se han implementado las certificaciones de edificios sostenibles (LEED, EDGE y CASA Colombia) en estudios previos?	¿Cuáles son los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá?	¿Cuáles son las estrategias efectivas para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá?
State of regulation and implementation of energy and water-saving measures in buildings in Colombia	Rodríguez, A M; Fernández, A C R; Rojas, L V; Palma, F P; Oliveros, A B. (2021)	<p>En el ámbito de la construcción sostenible en Colombia, las certificaciones LEED y EDGE son las más populares en Colombia, con un total de 433 proyectos certificados en 2021, distribuidos entre 232 LEED y 201 EDGE. La metodología LEED se concentra principalmente en proyectos comerciales como oficinas y centros comerciales, representando aproximadamente el 85% de las edificaciones certificadas bajo esta modalidad. Por otro lado, la metodología EDGE destaca en edificios residenciales, los cuales constituyen el 81% de las certificaciones en Colombia.</p>	<p>Existen estándares y reglas internacionales para evaluar la sostenibilidad de edificios, como el LEED del Green Building Council y el EDGE, lanzado en 2014 por la IFC, que promueven la construcción de edificios verdes para combatir el cambio climático. En Colombia, se cuenta con dos certificaciones nacionales: el "Sello Ambiental Colombiano" (SAC) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que incluye criterios para edificaciones sustentables no residenciales, y el "Referencial CASA Colombia" del Consejo Colombiano de la Construcción Sostenible. SAC, además de los porcentajes de ahorro de agua y energía, aborda materiales de construcción, ubicación, comunidad y calidad ambiental interior.</p>	<p>Para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible, varias estrategias efectivas se destacan en el contexto urbano. La Resolución 0549 de 2015 establece parámetros de sostenibilidad que buscan optimizar el uso de recursos naturales como energía y agua desde la construcción de edificaciones a partir de julio de 2016. Esta normativa, junto con el programa BEA (Building Efficiency Accelerator), facilita la implementación de políticas locales de eficiencia energética en edificaciones nuevas, asegurando ahorros mínimos del 20% en consumo de energía y del 30% en consumo de agua en la ciudad. Además, el programa BEA promueve modelos de negocio que aceleran soluciones de sostenibilidad integral en edificaciones existentes, en colaboración con políticas públicas orientadas a la construcción sostenible. Estas iniciativas coordinadas con el CCCS (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible) no solo fomentan la adopción de prácticas sostenibles, sino que también aseguran un seguimiento efectivo de la implementación de la normativa, contribuyendo así al desarrollo de ciudades más inclusivas, resilientes y sostenibles en Bogotá y otras ciudades principales del país.</p>
		<p><b>¿Qué métricas se utilizan para medir la reducción de la huella de carbono en edificaciones certificadas en Bogotá?</b></p>	<p><b>¿Cuáles son las principales barreras y desafíos enfrentados durante la implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá?</b></p>	
		<p>En Bogotá, se utilizan diversas métricas para evaluar la reducción de la huella de carbono en edificaciones certificadas. Esto incluye la medición del consumo de energía para evaluar la eficiencia energética conforme a estándares como LEED y EDGE. Se monitorea el uso eficiente del agua, implementando tecnologías sostenibles para reducir su consumo. También se calculan y reducen las emisiones de CO2 asociadas con el funcionamiento del edificio, incluyendo emisiones directas e indirectas. Además, se evalúa la sostenibilidad de los materiales de construcción utilizados, considerando su ciclo de vida completo, y se verifica la calidad ambiental interior para asegurar espacios saludables y confortables con adecuada ventilación, iluminación natural y materiales no tóxicos.</p>	<p>La industria de la construcción en Colombia enfrenta desafíos significativos para mejorar su sostenibilidad ambiental. Este sector consume una cantidad considerable de recursos naturales y es responsable del 40% de los residuos y el 30% de las emisiones de CO2 del país. A pesar del aumento en proyectos sostenibles, la falta de regulaciones obligatorias limita la adopción generalizada de prácticas sostenibles. La diversidad de certificaciones internacionales y nacionales, como LEED, EDGE, CASA y SAC, genera confusión y complejidad para los constructores y diseñadores. Además, persiste una falta de conciencia sobre los beneficios de la construcción sostenible entre los actores clave del sector.</p>	

Título	Autor	¿Cómo se han implementado las certificaciones de edificios sostenibles (LEED, EDGE y CASA Colombia) en estudios previos?	¿Cuáles son los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá?	¿Cuáles son las estrategias efectivas para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá?
Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia.	KATHERINE YAMILE LEON AREVALO (2021)	Se han integrado la certificación LEED para promover prácticas sostenibles en edificaciones residenciales, destacando mejoras significativas en eficiencia energética y uso de materiales ecológico.	Enfoque de análisis de ciclo de vida para evaluar el impacto ambiental desde la fase de diseño hasta la ocupación del edificio	Enfoque en la educación ambiental y la colaboración con proveedores locales para asegurar acceso a materiales sostenibles y tecnologías innovadoras

*Nota.* Elaboración propia.

### **8.3.1 Análisis comparativo de autores**

- **¿Cómo se han implementado las certificaciones de edificios sostenibles (LEED, EDGE, CASA Colombia) en estudios previos?**

Los estudios previos sobre la implementación de certificaciones de edificios sostenibles como LEED, EDGE y CASA Colombia en Bogotá muestran un consenso general sobre sus beneficios y desafíos. Los autores Manrique Aparicio (2022), Ortiz Roper y Roza Mosquera (2021), José Antonio Vargas Barinas (2022), y Jimena Arango Aguirre (2020) coinciden en que estas certificaciones han contribuido a la eficiencia energética, la reducción de emisiones de carbono y la mejora de la calidad de vida de los habitantes. Sin embargo, también destacan barreras significativas, como la falta de conocimiento y capacitación en construcción sostenible, costos iniciales elevados y la resistencia al cambio por parte de los actores del sector.

A pesar de estas barreras, estudios específicos como En el proyecto EcoViva, y los análisis de Rodríguez et al. (2021), demuestran que las certificaciones LEED y EDGE han sido adoptadas con éxito en diversos tipos de proyectos, mejorando tanto el valor de mercado como la imagen corporativa de las edificaciones. La certificación CASA Colombia, aunque valiosa para la inclusión social, enfrenta críticas por la carencia de validez en los criterios de sostenibilidad y su facilidad de obtención sin grandes esfuerzos, según Katherine Yamile León Arévalo (2021). Dicho esto, los autores mencionados están de acuerdo en los beneficios y desafíos de estas certificaciones, aunque algunos enfatizan más en las dificultades y limitaciones que en los logros alcanzados.

- **¿Cuáles son los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá?**

Los métodos y enfoques utilizados para evaluar el impacto ambiental de edificaciones certificadas en Bogotá incluyen certificaciones internacionales como LEED, BREEAM y EDGE,

así como metodologías complementarias. Estas certificaciones evalúan diversos aspectos de sostenibilidad, como la eficiencia energética, conservación del agua y selección de materiales. Además, se emplean auditorías energéticas para identificar oportunidades de ahorro, la Evaluación del Ciclo de Vida (ACV) para analizar los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida del edificio, e indicadores de consumo de recursos para monitorear el uso de agua, energía y generación de residuos.

Los autores coinciden en la importancia de estos enfoques. Manrique Aparicio (2022), Ortiz Ropero y Rozo Mosquera (2021), José Antonio Vargas Barinas (2022), y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible subrayan la efectividad de las certificaciones y metodologías mencionadas para mejorar la sostenibilidad de los edificios en Bogotá. La gestión de instalaciones también se destaca como un método para mejorar el rendimiento de las edificaciones, reducir el consumo de recursos y mejorar la calidad del ambiente de trabajo, según Jimena Arango Aguirre (2020).

- **¿Qué métricas se utilizan para medir la reducción de la huella de carbono en edificaciones certificadas en Bogotá?**

Los autores analizan diversas certificaciones y métricas utilizadas para evaluar la sostenibilidad de edificaciones en Bogotá. Manrique Aparicio (2022) destaca que certificaciones como LEED, EDGE y BREEAM enfocan en la reducción de la huella de carbono mediante criterios específicos, como eficiencia energética y conservación del agua. Ortiz Ropero y Rozo Mosquera (2021) respaldan esto, subrayando que LEED ha demostrado reducciones significativas en consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub>, además de beneficios económicos como la reducción de costos operativos. Por otro lado, Vargas Barinas (2022) enfatiza la importancia de medir el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> como indicadores clave de éxito ambiental.



En contraste, Arango Aguirre (2020) y Rodríguez et al. (2021) ponen énfasis en la implementación práctica de tecnologías sostenibles y gestión de recursos en edificaciones como el World Trade Center Bogotá y El Cubo Colsubsidio. Ambos mencionan la integración de sistemas de iluminación eficiente, reutilización de aguas y uso de materiales sostenibles para mejorar el rendimiento ambiental de los edificios. Sin embargo, mientras Arango Aguirre se centra en el uso de áreas verdes para absorber CO<sub>2</sub>, Rodríguez et al. amplían el enfoque a la evaluación integral de la calidad ambiental interior, asegurando condiciones saludables para los ocupantes.

- **¿Cuáles son las principales barreras y desafíos enfrentados durante la implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá?**

La implementación de certificaciones de edificios sostenibles en Bogotá es un desafío multifacético según diversos expertos. Manrique Aparicio (2022) destaca la complejidad económica, técnica y social que rodea a iniciativas como LEED, EDGE y CASA Colombia. Señala que los costos iniciales elevados son una barrera significativa, aumentando los gastos de construcción entre un 5% y un 15% respecto a edificaciones convencionales. Además, resalta la falta de conocimiento y capacitación en prácticas sostenibles como un obstáculo clave, subrayando la necesidad de programas educativos continuos para profesionales del sector.

Por otro lado, Ortiz Roperó y Rozo Mosquera (2021) enfatizan la ambigüedad normativa y la baja aplicabilidad del marco regulatorio existente. Alegan que la falta de claridad en las regulaciones dificulta la planificación y ejecución de proyectos sostenibles, mientras que la ausencia de sistemas efectivos de seguimiento y monitoreo compromete la implementación adecuada de prácticas sostenibles.

José Antonio Vargas Barinas (2022) coincide en que los altos costos iniciales, la falta de conocimiento técnico, y la incertidumbre en el retorno de inversión son desafíos prominentes. Aboga por políticas claras, educación continua, incentivos financieros y demostraciones de casos exitosos como vías para superar estas barreras.

En una perspectiva más cultural y social, Jimena Arango Aguirre (2020) señala la resistencia al cambio y la falta de conciencia ambiental como factores que obstaculizan la adopción de prácticas sostenibles. Destaca que la percepción de costos elevados y la falta de planificación adecuada también son barreras significativas desde la perspectiva operativa y de mantenimiento de edificaciones.

Finalmente, Rodríguez et al. (2021) abordan el impacto ambiental general de la industria de la construcción en Colombia, subrayando la necesidad urgente de regulaciones más estrictas y una mayor concienciación sobre la importancia de la construcción sostenible. Además, destacan la confusión generada por la diversidad de certificaciones, lo que complica aún más el panorama para constructores y diseñadores.

- **¿Cuáles son las estrategias efectivas para promover la adopción de prácticas de construcción sostenible en el contexto urbano de Bogotá?**

La construcción sostenible se ha convertido en una prioridad esencial para enfrentar los desafíos ambientales y mejorar la calidad de vida urbana en Bogotá. La adopción de prácticas sostenibles en el sector de la construcción no solo reduce la emisión de GEI, sino que también promueve el bienestar social. A continuación, se presentan las estrategias efectivas identificadas para fomentar estas prácticas, basadas en la revisión de la literatura seleccionada y el análisis comparativo de la información.

- **Incentivos Financieros**

Una de las principales barreras para la adopción de prácticas sostenibles es el costo inicial. Ortiz y Rozo (2021) sugieren que la implementación de subsidios y exenciones fiscales puede reducir significativamente estos costos, haciendo más atractiva la construcción sostenible. La propuesta de incentivos financieros, como subsidios y desgravaciones fiscales, podría aumentar la viabilidad económica de los proyectos sostenibles al reducir los costos iniciales (Ortiz & Rozo, 2021). Además, programas de financiamiento específicos que ofrezcan condiciones favorables, como tasas de interés reducidas y plazos de amortización extendidos, facilitarían el acceso al capital necesario para implementar tecnologías y materiales sostenibles (Ortiz & Rozo, 2021).

En esta línea, Manrique Aparicio (2022) también resalta la importancia de los incentivos económicos, mencionando que los programas gubernamentales que ofrezcan financiamiento a bajo interés o subsidios directos para la implementación de tecnologías sostenibles pueden ser altamente efectivos. Ambos autores están de acuerdo en que los incentivos financieros son cruciales para superar las barreras económicas que impiden la adopción de prácticas sostenibles.

- **Educación y Sensibilización**

La educación y sensibilización son componentes cruciales para fomentar una cultura de sostenibilidad en el sector de la construcción. Ortiz y Rozo (2021) enfatizan la necesidad de ofrecer programas de capacitación y formación profesional para arquitectos, ingenieros y otros actores del sector en técnicas y tecnologías sostenibles. Estos programas pueden aumentar la capacidad de los profesionales para implementar prácticas sostenibles de manera efectiva. Además, las campañas de sensibilización dirigidas al público general y a los stakeholders del

sector de la construcción pueden aumentar la conciencia pública sobre los beneficios ambientales y económicos de la construcción sostenible, generando una mayor demanda de edificios sostenibles (Ortiz & Rozo, 2021).

Arango Aguirre (2020) complementa esta visión al resaltar la importancia de capacitar a los empleados y sensibilizarlos sobre la sostenibilidad ambiental. Aguirre menciona que programar capacitaciones periódicas sobre temas ambientales y realizar seguimientos al consumo de agua y energía son estrategias efectivas para fomentar una cultura de sostenibilidad en el sector de la construcción.

- **Alianzas Estratégicas**

Las alianzas estratégicas entre el sector público y privado son esenciales para el desarrollo e implementación de proyectos de construcción sostenible. Ortiz y Rozo (2021) proponen fomentar colaboraciones que permitan compartir mejores prácticas y recursos, facilitando así la transferencia de conocimientos y tecnología. La creación y fortalecimiento de redes de conocimiento que incluyan universidades, centros de investigación, empresas y entidades gubernamentales también pueden acelerar la innovación y la adopción de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles (Ortiz & Rozo, 2021).

Rodríguez et al. (2021) están de acuerdo con esta perspectiva y sugieren la implementación del Programa Building Efficiency Accelerator (BEA), que es una alianza público-privada que convierte la experiencia global en acciones locales para acelerar la implementación de políticas y programas de eficiencia en edificios. En Bogotá, este programa busca asegurar un ahorro del 20% en el consumo de energía y del 30% en todos los nuevos edificios de la ciudad (Rodríguez et al., 2021).

- **Normativas y Certificaciones**

El desarrollo y la aplicación de normativas claras y específicas que definan los estándares de sostenibilidad para la construcción son fundamentales para reducir la incertidumbre y aumentar la confianza de los desarrolladores en la viabilidad de proyectos sostenibles (Ortiz & Rozo, 2021). Manrique Aparicio (2022) destaca la importancia de adoptar certificaciones reconocidas internacionalmente como LEED, BREEAM y EDGE, así como la certificación CASA adaptada al contexto colombiano. Estas certificaciones proporcionan un marco estructurado para evaluar y mejorar la sostenibilidad de las edificaciones.

- Certificación LEED:

Según Manrique Aparicio (2022), la implementación de la certificación LEED en Bogotá podría llevar a reducciones significativas en emisiones de CO<sub>2</sub> (34%), consumo de energía (25%) y consumo de agua (11%). Estas cifras destacan la capacidad de LEED para mejorar significativamente la sostenibilidad de los edificios al integrar prácticas de diseño y construcción que minimizan el impacto ambiental y mejoran la eficiencia de los recursos.

- Certificación EDGE:

El enfoque de esta certificación es particularmente relevante para Bogotá, donde la eficiencia en el uso de recursos es crucial. Manrique Aparicio (2022) enfatiza que el software gratuito de EDGE proporciona soluciones de diseño eficientes que pueden ser fácilmente implementadas, facilitando así la adopción de prácticas sostenibles sin requerir una inversión inicial significativa.

- Certificación CASA Colombia

La certificación CASA Colombia, adaptada específicamente al contexto colombiano, evalúa la sostenibilidad en el entorno, la eficiencia en el uso del agua y la energía, y el

bienestar social. Esta certificación proporciona un marco adecuado para asegurar que los proyectos de construcción en Bogotá cumplan con altos estándares de sostenibilidad. Manrique Aparicio (2022) destaca que CASA Colombia es una herramienta efectiva para garantizar que las edificaciones no solo sean eficientes en términos de recursos, sino que también promuevan el bienestar de los ocupantes y la comunidad circundante.

- **Innovación y Tecnología**

La adopción de tecnologías innovadoras es clave para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental de los edificios. Ortiz y Rozo (2021) subrayan la necesidad de fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías que mejoren la eficiencia energética y reduzcan el impacto ambiental. La implementación de proyectos piloto y demostrativos que utilicen tecnologías y prácticas de construcción sostenible puede servir como ejemplos prácticos y motivar a otros desarrolladores a adoptar prácticas similares (Ortiz & Rozo, 2021).

Rodríguez et al. (2021) están de acuerdo con esta perspectiva y añaden que la adopción de tecnologías eficientes y buscar certificaciones ambientales como LEED es crucial. Las prácticas incluyen la instalación de luminarias LED que ahorran un 20% de energía con un retorno de inversión en 18 meses, y sistemas de ventilación bioclimática que no utilizan ventiladores ni motores eléctricos, reduciendo el consumo energético (Rodríguez et al., 2021).

- **Uso de Energías Renovables**

La integración de energías renovables en los proyectos de construcción es esencial para reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Manrique Aparicio (2022) menciona que la instalación de paneles solares y el aprovechamiento de la energía eólica pueden complementar las necesidades energéticas de los edificios. Por ejemplo, la implementación de paneles solares para la generación de

electricidad y calentamiento de agua puede ser una solución efectiva para reducir el consumo de energía convencional (Manrique Aparicio, 2022).

- **Monitorización y Mejora Continua**

La monitorización y mejora continua son vitales para evaluar y mejorar las prácticas sostenibles. Arango Aguirre (2020) resalta la importancia de establecer sistemas de monitorización y realizar auditorías periódicas para verificar el cumplimiento y la conformidad con los lineamientos establecidos. Estas auditorías no solo mejoran la eficiencia y sostenibilidad de las instalaciones, sino que también resultan en ahorros significativos en costos operativos. Por ejemplo, en el edificio Paralelo 108, se logró un ahorro de 150 millones de pesos en energía y 150 millones en agua mediante la implementación de medidas de eficiencia energética y gestión de recursos (Arango Aguirre, 2020).

- **Colaboración y Capacitación**

La colaboración con partes interesadas y proveedores, así como la capacitación y sensibilización ambiental de los empleados, son esenciales para asegurar la implementación de prácticas sostenibles (Arango Aguirre, 2020). Programar capacitaciones periódicas sobre temas ambientales y realizar seguimientos al consumo de agua y energía son estrategias efectivas para fomentar una cultura de sostenibilidad en el sector de la construcción.

## 9. CONCLUSIONES

- La implementación de certificaciones como LEED, EDGE y CASA Colombia ha demostrado ser eficaz en la reducción de la huella de carbono. Estas certificaciones abarcan aspectos cruciales como eficiencia energética, gestión del agua y uso de materiales sostenibles, cada una adaptándose a diferentes tipos de proyectos y niveles de inversión. Es importante fomentar una adopción más amplia de estas certificaciones a través de incentivos económicos y políticas públicas claras. Los estudios y casos de éxito muestran que, a pesar de las barreras como la falta de conocimiento, los costos iniciales elevados y la resistencia al cambio, los beneficios en términos de valor de mercado y calidad de vida superan estos desafíos.
- La identificación de los criterios y estándares de las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia revela un enfoque integral hacia la construcción sostenible, cada uno con características y requisitos específicos que contribuyen a la sostenibilidad ambiental. LEED se destaca por su rigurosidad y su enfoque en la eficiencia energética y el diseño sostenible, mientras que EDGE se enfoca en soluciones prácticas y económicas para la reducción del uso de energía y agua. CASA Colombia, por otro lado, enfatiza la inclusión social y la accesibilidad, aunque enfrenta críticas por la validez de sus criterios de sostenibilidad.
- La adopción de tecnologías innovadoras como sistemas de gestión energética automatizados, materiales de construcción de bajo impacto y técnicas de diseño pasivo son esenciales para maximizar la eficiencia energética y minimizar las emisiones de carbono. La promoción de la investigación y desarrollo en estas áreas puede llevar a avances significativos en la reducción de la huella de carbono.



- Implementar metodologías de análisis de ciclo de vida (ACV) y sistemas de monitoreo continuo permite evaluar de manera precisa el impacto ambiental de los edificios desde su construcción hasta su demolición. Estas herramientas son esenciales para identificar áreas de mejora y optimizar continuamente las estrategias de sostenibilidad.
- La comparación de las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia en proyectos de construcción en Bogotá muestra que cada una ofrece beneficios significativos en la reducción de la huella de carbono, aunque con enfoques distintos. LEED destaca por su reconocimiento global y estrictos estándares, logrando hasta un 35% de reducción en consumo de energía y un 40% en uso de agua. EDGE se enfoca en la eficiencia de recursos, alcanzando hasta un 25% en ahorro energético y un 30% en uso de agua. CASA Colombia adapta estándares internacionales al contexto local, obteniendo hasta un 32% de reducción en consumo de energía y un 35% en emisiones de GEI. La elección de la certificación depende de las prioridades del proyecto, pero todas contribuyen significativamente a la sostenibilidad urbana.
- Los estudios de caso revisados revelan que las certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia han sido implementadas con éxito en diversas edificaciones en Bogotá, generando impactos ambientales positivos significativos. Según datos específicos proporcionados por Constructora Bolívar (2023), el proyecto Las Violetas - Tres Quebradas certificado por CASA Colombia ha logrado reducir el consumo de agua en un 30% y el consumo energético en un 25% en comparación con edificaciones convencionales no certificadas. Además, la implementación de prácticas de gestión de residuos ha resultado en una reducción del 40% en la generación de desechos durante la construcción (Constructora Bolívar, s/f). Estas certificaciones han demostrado ser eficaces en la reducción de recursos naturales y emisiones de gases de efecto

invernadero, evidenciando un avance hacia prácticas constructivas más sostenibles y resilientes que mejoran el bienestar y la salud de los ocupantes. Esto subraya la importancia crítica de adoptar estándares sostenibles para fomentar un desarrollo urbano más responsable y eficiente en Bogotá (Morrison, 2006; USGBC, 2024).

- Para optimizar la implementación de certificaciones LEED, EDGE y CASA Colombia en Bogotá, es fundamental adoptar recomendaciones específicas basadas en los datos y ejemplos proporcionados en el estudio. Por ejemplo, simplificar y agilizar los procedimientos de certificación puede aumentar la adopción de prácticas sostenibles, como se ha observado en el caso de los proyectos certificados en el sector (CAMACOL, 2021; CCCS, 2024). Fortalecer la colaboración entre el sector público y privado, utilizando incentivos financieros y fiscales, también es crucial para promover estas prácticas (Bancolombia, 2023). Además, la capacitación continua y la sensibilización sobre los beneficios ambientales y económicos de las certificaciones son esenciales para involucrar a todos los actores clave en el proceso de construcción sostenible (Ministerio TIC, 2023; Constructech, 2023). Integrar criterios de sostenibilidad desde las etapas iniciales de diseño hasta la operación y mantenimiento de los edificios asegura que las certificaciones no solo se obtengan, sino que se mantengan a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones, maximizando así su impacto positivo en la ciudad y sus habitantes (Morrison, 2006; IFC, 2021).

## 10. LISTA DE REFERENCIAS

- Abdel-Aal, M. F., Maarouf, I., & El-Sayary, S. (2018). *Wakala buildings of Mamluk era in Cairo, Egypt and how far they meet the rating criteria of LEED V4*. Alexandria engineering journal, 57(4), 3793-3803.
- Acuerdo 790. (2020, 29 de diciembre). *Por el cual se declara la emergencia climática en Bogotá D.C., se reconoce esta emergencia como un asunto prioritario de gestión pública, se definen lineamientos para la adaptación, mitigación y resiliencia frente al cambio climático y se dictan otras disposiciones*. Consejo de Bogotá. Registro Distrital N°. 7007. Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=103745#:~:text=Decl%C3%A1rase%20la%20emergencia%20clim%C3%A1tica%20en,PAR%C3%81GRAFO>
- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (s. f.). *La construcción sostenible. El estado de la cuestión*. CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2022). *Plan de ordenamiento territorial, Bogotá Reverdece 2022-2035*. Recuperado de <https://bogota.gov.co/bog/pot-2022-2035/>
- Amiri, A., Ottelin, J., & Sorvari, J. (2019). *Are LEED-certified buildings energy-efficient in practice?*. Sustainability. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/su11061672>
- Arango Aguirre, J. (2020). *Metodología gerencial para facility management ambientalmente sostenible en Bogotá D.C*. Signos, Investigación en sistemas de gestión, 13(1). Recuperado de <https://doi.org/10.15332/24631140.6343>

Asociación de Arquitectos e Ingenieros de Colombia (2023). *Huella de carbono y como contribuye en el sector de la construcción*. Obtenido de <https://sociedadcolombianadearquitectos.org/>

Banco de la República. (2023). *Informe de inflación y tipos de cambio*. <https://www.banrep.gov.co/es/informe-sobre-inflacion>

Bancolombia. (2023). *Financiación verde para proyectos sostenibles*. Recuperado de <https://www.bancolombia.com/negocios/productos/financiacion/creditos/sostenible>

Bautista, J., Carapia, A., & Vidal-García, F. (s. f.). *Las tres R: Una opción para cuidar nuestro planeta*. INECOL

Berger, G., Flynn, A., Frances, H., Johns, R., (2001). *Ecological Modernization as a Basis for Environmental Policy: Current Environmental Discourse and Policy and the Implications on Environmental Supply Chain Management*. *Innovation-the European Journal of Social Science Research - INNOVATION*. 14. 55-72. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/237326677\\_Ecological\\_Modernization\\_as\\_a\\_Basis\\_for\\_Environmental\\_Policy\\_Current\\_Environmental\\_Discourse\\_and\\_Policy\\_and\\_the\\_Implications\\_on\\_Environmental\\_Supply\\_Chain\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/237326677_Ecological_Modernization_as_a_Basis_for_Environmental_Policy_Current_Environmental_Discourse_and_Policy_and_the_Implications_on_Environmental_Supply_Chain_Management)

CAMACOL. (2024). *EDGE Buildings | Certificación Sostenible de Edificaciones*. CAMACOL. Obtenido de <https://camacol.co/productividad-sectorial/sostenibilidad/edge>

CAMACOL (2024). *ACTUALIZACIÓN MAYO 2024 BD PROYECTOS CERTIFICADOS EDGE*. CAMACOL. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/ACTUALIZACI%C3%93N%20MAYO%20%202024%20%20BD%20PROYECTOS%20CERTIFICADOS%20EDGE.pdf>

CAMACOL. (2021). *Colombia, un país que construye sostenible*. Ed. 90. CAMACOL.

Recuperado de. <https://camacol.co/actualidad/publicaciones/revista-urbana/90/sostenibilidad/colombia-un-pais-que-construye-sostenible>

CASACOLOMBIA. (2024). *Casa Colombia*. Casa CCCS. Obtenido de <https://casa.cccs.org.co/>

CASACOLOMBIA. (2024). *Proceso de certificación*. Casa CCCS. Obtenido de <https://casa.cccs.org.co/proceso-de-certificacion/>

Centro de Innovación del Sector de la Construcción. (2023). *Desarrollo de materiales de construcción sostenibles*. Recuperado de <https://www.cccs.org.co/wp/noticias-de-actualidad/>

CONPES 3919 (2018, 23 de marzo). *POLÍTICA NACIONAL DE EDIFICACIONES SOSTENIBLES*. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - CCCS. (2024). *Más de 100 Proyectos Registrados en CASA Colombia: Hito para las viviendas sostenibles y saludables en el país*. CCCS. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/2024/02/Nota-100-Proyectos-CASA.pdf>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - CCCS. (2024). *COMPRENDE LOS PRINCIPIOS DE LA SOSTENIBILIDAD DESDE ESTRATEGIAS DE NEGOCIO*. CCCS. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - CCCS. (2021). *Reporte de línea base y estado actual del sector de la edificación en Colombia con miras a edificaciones neto*

*cero carbono*. CCSC. Obtenido de [https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/2023/02/Estado-actual-de-la-construccion-en-Colombia-con-miras-a-una-edificacion-neto-cero-carbono\\_compressed.pdf](https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/2023/02/Estado-actual-de-la-construccion-en-Colombia-con-miras-a-una-edificacion-neto-cero-carbono_compressed.pdf)

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible – CCCS. (s.f.). *Certificación LEED*. CCCS. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/certificacion-leed/>

Constructech. (2023). *Automatización y construcción modular*. Recuperado de <https://sites.google.com/connectbogota.org/ofertaois2023/inicio/constructech>

Constructora Bolívar (2023). *INFORME DE SOSTENIBILIDAD 2023*. C, Bolívar. Obtenido de <https://cbolivarstorage.dev.blob.core.windows.net/fileslive-2023-20-11/archivos/Informe%20Sostenibilidad%20CB%202023%20V6.1-ALTA-Interactivo.pdf>

Constructora Bolívar (s/f). *Proyecto de Apartamentos | Las Violetas - Tres Quebradas*. Constructora Bolívar. Obtenido de <https://www.constructorabolivar.com/proyectos-vivienda/bogota/las-violetas-tres-quebradas>

Decreto 1076 (2015, 26 de mayo). *Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición*. República de Colombia. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Decreto 1077 (2015, 10 de julio). *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio*. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>

Decreto 582 (2023, 06 de diciembre). *Por el cual se reglamentan las disposiciones de Ecourbanismo y Construcción Sostenible del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., y se dictan otras disposiciones.* Alcaldía Mayor De Bogotá, D.C..  
Recuperado de  
[https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/decreto\\_582\\_de\\_2023\\_ecourbanismo\\_1.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/decreto_582_de_2023_ecourbanismo_1.pdf)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC).* Bogotá, D.C. Recuperado de  
<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/IEAC/bol-IEAC-ltrim2024.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2022). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. COLOMBIA, potencial mundial de la vida.* Gobierno de Colombia. Recuperado de  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>

Domínguez Mesa, M. (2019). *Elementos para el planteamiento del sistema de calificación de urbanismos sostenibles en el contexto colombiano.* Uniandes. Recuperado de  
<http://hdl.handle.net/1992/44185>

Edge. (s.f). *Certificación EDGE.* Edge. Obtenido de  
<https://edgebuildings.com/certify/certification/>

Edge. (2021). *Guía del usuario de EDGE.* Edge. Obtenido de <https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2022/07/2022001613SPAspa001.pdf>

Espíndola, C., Valderrama, J., (2012). *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas.* Información tecnológica. 23. 163-176.  
Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/274786475\\_Huella\\_del\\_Carbono\\_Parte\\_1\\_Conceptos\\_Metodos\\_de\\_Estimacion\\_y\\_Complejidades\\_Metodologicas](https://www.researchgate.net/publication/274786475_Huella_del_Carbono_Parte_1_Conceptos_Metodos_de_Estimacion_y_Complejidades_Metodologicas)

Haughton, G., & Hunter, C. (2003). *Sustainable cities*. 2ª ed. Taylor & Francis. Obtenido de <https://www.routledge.com/Sustainable-Cities/Haughton-Hunter/p/book/9780117023741>

International Finance Corporation. (2024). *Certify Green and Change Your World*. Edge Buildings. Recuperado de <https://edgebuildings.com/>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2023). *Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción*. Norma Técnica Colombiana NTC 6682. Recuperado de <https://www.icontec.org/>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2021). *Sostenibilidad en edificaciones y en obras de ingeniería civil. Reglas básicas para las declaraciones ambientales de los productos y servicios de construcción*. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 21930. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/gp-sostenibilidad-en-edificaciones-y-en-obras-de-ingenieria-civil-reglas-basicas-para-las-declaraciones-ambientales-de-los-productos-y-servicios-de-construccion-ntc-iso21930-2021.html>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2023). *PEI 2023-2026 Plan Estratégico Institucional*. IDEAM. Recuperado de [https://ideam.gov.co/sites/default/files/transparencia/planeacion/plan\\_estrategico\\_institucional\\_2023-2026.pdf](https://ideam.gov.co/sites/default/files/transparencia/planeacion/plan_estrategico_institucional_2023-2026.pdf)

IFC. (2023). *Costos y beneficios de la construcción sostenible*. Recuperado de <https://www.ifc.org/es/insights-reports/2023/building-green-in-emerging-markets>



Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (INGEI). (2021). *Versión Final INGEI Bogotá D.C. 2019-2021*. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1KhMJb84MOHleTMW8z68aaoaXq8xNqJTU/view>

Kibert, C. J. (2012). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery, John Wiley & Sons, 3rd Edition, 2012*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/236213704\\_Charles\\_J\\_Kibert\\_Sustainable\\_Construction\\_Green\\_Building\\_Design\\_and\\_Delivery\\_John\\_Wiley\\_Sons\\_3rd\\_Edition\\_2012](https://www.researchgate.net/publication/236213704_Charles_J_Kibert_Sustainable_Construction_Green_Building_Design_and_Delivery_John_Wiley_Sons_3rd_Edition_2012)

Ley 1715 (2014, 13 de mayo). *Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional*. Congreso de Colombia. Diario Oficial n.º 49150 de mayo 13 de 2014. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>

Ley 1931 (2018, 7 de julio). *Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático*. Congreso de Colombia. Diario Oficial n.º 50.667 de 27 de julio de 2018. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765>

Lozano, J., Viancha, D., (2011). *Estudio de caso edificio Novartis*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Manrique Aparicio, S. A. (2022). *Análisis comparativo de estrategias de uso eficiente y ahorro en energía entre las certificaciones CASA, LEED, BREEAM y EDGE para viviendas multifamiliares*. Universidad de La Salle. Recuperado de [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/975/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/975/)

- Min Ambiente. (2022). *Guía para la construcción sostenible*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/06/Guia-de-materiales-para-la-construccion-sostenible.pdf>
- Ministerio TIC. (2023). *Tecnologías de monitoreo y control en edificaciones*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.mintic.gov.co/portal/715/articulos-274095\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mintic.gov.co/portal/715/articulos-274095_recurso_1.pdf)
- Ministerio de Minas y Energía, (20 de 10 de 2023). *Eficiencia energética y cómo contribuye a la reducción de la huella de carbono*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/es/>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2023). *Incentivos financieros para proyectos sostenibles*. Recuperado de <https://minvivienda.gov.co/ministerio/planeacion-gestion-y-control/planeacion-y-seguimiento/objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- Morrison, J. (2006). *International Business Environment: Global and Local Marketplaces in a Changing World*. 2da ed. Palgrave Macmillan.
- Mozingo, L., Arens, E. (2014). *Quantifying the Comprehensive Greenhouse Gas Co-Benefits of Green Buildings*. Center For the Build Environment. Obtenido de <https://escholarship.org/uc/item/935461rm#main>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Ortiz, M. F., & Rozo, S. (2021). *¿De qué manera las estrategias basadas en construcción sostenible contribuyen a la generación de proyectos competitivos en Bogotá?*. Colegio

de Estudios Superiores de Administración. Recuperado de  
<https://repository.cesa.edu.co/handle/10726/4349>

Patterson, M. G. (17 de 12 de 1996). *Energy Efficiency with Undesirable Output at the Economy-Wide Level: Cross Country Comparison in OECD Sample*. Obtenido de  
<https://www.sciepub.com/reference/39509>

Pelgrims, M., Das, A., Correa, J., Morales, R., Morillo, J., Espinosa, M., Herrera, J., Mendez, J., Cadena, A., Lesschen, J., Arets, E., and Loboguerrero, A. (2020). *Propuesta de Actualización y Consolidación de Escenarios de Emisiones GEI Por Sector y Evaluación de Costos de Abatimiento Asociados En Colombia*. Ministerio de Ambiente. Obtenido de  
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/cambio-climatico-Informe-sobre-el-desarrollo-y-los-supuestos-para-la-realizacion-de-escenarios-de-referencia-ndc.pdf>

Resolución 0549 (2015, 10 de julio). *Por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 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 en edificaciones*. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Recuperado de  
<https://ismd.com.co/wp-content/uploads/2017/03/Resoluci%C3%B3n-549-de-2015.pdf>

Resolución 3654 (2014, 20 de noviembre). *Por la cual se establece el programa de reconocimiento -BOGOTÁ CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE*. Secretaría Distrital de Ambiente. Recuperado de  
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=60054#>

Reyes, F. (2022). *Bogotá, ciudad más sostenible de Latinoamérica y de las primeras 100 del mundo*. Alcaldía de Bogotá. Recuperado de <https://bogota.gov.co/internacional/bogota-reconocida-como-la-ciudad-mas-sostenible-de-america-latina>

Rodríguez Murcia, S. (2021). *Barreras e impulsores de la construcción sostenible en Colombia. Un enfoque en Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y desde Estrategias Organizaciones (EO)*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80551>

Rodríguez, A.M., Fernández, A.C.R., Rojas, L. V., Palma, F. P., & Oliveros, A. B. (2021/10//). *State of regulation and implementation of energy and water-saving measures in buildings in Colombia. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*. Recuperado de <https://doi-org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.1088/1755-1315/871/1/012008>

Rogers, R., & Gumuchdjan, P. (2000). *Ciudades para un pequeño planeta* (1.a ed.). Gustavo Gili.

Santos Bernal, A. (2019). *Caso de negocio de la construcción sostenible en Colombia*. Uniandes. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1992/35110>

Santos Castellanos, J. (2021). *Guía de Manejo Sostenible y Economía Circular para la Construcción Inmobiliaria*. Universidad de los Andes. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1992/53286>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2020). *Plan de Acción Climática 2020-2050: Bogotá frente al cambio climático*. Recuperado de [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlm\\_download&p=18860](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=18860)

Tecnoglass. (2018). *Proyectos con Certificación Leed*. Tecnoglass. Recuperado de <https://www.tecnoglass.com/es/news/proyectos-con-certificacion-leed/>

Universidad de los Andes y Hill Consulting. (2021). *Línea base de emisiones GEI de las edificaciones*. CCSC. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/2023/02/29.-Linea-base-de-las-emisiones-de-sector-de-las-edificaciones.pdf>

Universidad EAN. (s.f.). *Edificio Ean Legacy*. Universidad EAN. Obtenido de <https://universidadean.edu.co/la-universidad/sedes/edificio-ean-legacy>

Universidad EAN. (2021). *La Universidad Ean entregó el Ean Legacy, un referente en construcción sostenible*. UNIVERSIDAD EAN – Comunicado N° 7. Obtenido de <https://universidadean.edu.co/sites/default/files/la-universidad/legacy/comunicado-entrega-ean-legacy.pdf>

U.S. Green Building Council – USGBC. (2024). *LEED Rating System*. USGBC. Obtenido de <https://www.usgbc.org/leed>

U.S. Green Building Council – USGBC. (2010). *Nuevo edificio Novartis Bogotá*. USGBC. Obtenido de <https://www.usgbc.org/projects/novartis-new-building-bogota>