

Proceso de selección de criterios y metodologías para la construcción de edificaciones
sostenibles en Colombia

Omar José Fonseca García y Juan Pablo Ramírez Agudelo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Directora

Silvia Juliana Tijo López

Philosophie Doctor in Building Construction

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A Dios por permitirnos realizar de manera satisfactoria este proyecto de grado, brindándonos el conocimiento, habilidades y la perseverancia necesaria para poder llevar a cabo este logro en nuestras vidas.

De igual forma a los profesores involucrados en la realización y evaluación de este proyecto, los cuales, mediante sus observaciones y consejos permitieron la correcta realización de este.

A nuestras familias que nos apoyaron durante este proceso, alentándonos a siempre seguir adelante para poder lograr nuestras metas

A mi compañero de proyecto de grado y mejor amigo por acompañarme y apoyarme en este camino de formación y en la realización de este proyecto, por alentarme a seguir adelante y afrontar los obstáculos de la vida y finalmente poder lograr esta meta juntos.

Agradecimientos

Agradezco a nuestras familias por el apoyo brindado en el desarrollo de nuestra carrera. De igual forma a nuestros amigos y compañeros de estudio por los momentos vividos en esta experiencia universitaria, a su vez a los profesores que nos brindaron una excelente formación académica.

Finalmente, un especial reconocimiento a nuestra directora de trabajo de grado, quien nos brindo un gran apoyo para afrontar las dificultades en la realización de nuestro proyecto y generosamente nos dedico su tiempo, experiencia y conocimiento.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	15
1.1 Objetivo General	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2. Marco Teórico	16
2.1 Construcciones sostenibles	16
2.1.1 Impacto ambiental	16
2.1.2 Definición	17
2.2 Situación actual de Colombia	17
2.2.1 Certificaciones en construcción sostenible empleadas en Colombia	18
2.2.1.1 LEED.	18
2.2.1.2 EDGE	18
2.2.1.3 CASA Colombia.	19
2.3 Método de recolección de Información.	19
2.3.1 Entrevista semiestructurada	19
2.4 Sistema de toma de decisiones organizacionales	20
2.5 Cartilla	20
3. METODOLOGÍA	20
3.1 Búsqueda Bibliográfica	21
3.1.1 Selección de información	21
3.1.1.1 Proceso de filtrado.:	21

3.2 Recopilación de información	22
3.2.1 Entrevista	22
3.2.2 Elaboración de preguntas	22
3.2.3 Realización de las entrevistas	23
3.2.4 Recopilación de la información	24
3.3 Sistema de toma de decisiones.....	24
3.3.1 Modelo de toma de decisiones.....	24
4. RESULTADOS.....	24
4.1 Metodologías utilizadas en ciudades principales de Colombia con base en información bibliográfica	25
4.2 Procesos de selección de criterios implementados por empresas constructoras de la ciudad de Bucaramanga.....	27
4.3 Relación entre la información recopilada	36
4.3.1 Diagrama de Flujo.....	37
4.3.1.1 Edificación Residencial Sostenible.....	38
3.3.1.3 Incentivos.....	39
3.3.1.4 Consultor Capacitado y Proceso de Certificación.....	40
3.3.1.5 Zona climática y tipología.....	41
3.3.1.6 Diseño Preliminar	42
3.3.1.7 Análisis de sensibilidad y costos.....	43
3.3.1.8 Construcción.	43
3.4 Cartilla de la construcción sostenible en Colombia.....	44
4. CONCLUSIONES	44

Referencias Bibliográficas 47

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Certificaciones implementadas en Colombia y sus diferentes criterios	26
Tabla 2. Información acerca del apartado de “caracterización”.	31
Tabla 3. Información acerca del apartado de “implementaciones sostenibles”	32
Tabla 4. Información acerca del apartado de “responsables”	33
Tabla 5. Información acerca del apartado de “información acerca de procesos”	34

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Diagrama de flujo de la construcción de edificaciones residenciales sostenibles.....	37
Figura 2 Mapa de la clasificación climática en Colombia.....	41
Figura 3 Cartilla de la construcción sostenible en Colombia.	44

Glosario

Cartilla: Herramienta que brinda información de fácil entendimiento.

Certificación Sostenible: Permite realizar una clasificación de una edificación para evaluar el nivel de sostenibilidad de esta.

Construcción sostenible: Edificaciones que cuentan con medidas pasiva y/o activas en sus diseños que permiten alcanzar determinados niveles de ahorro de agua y energía, además de una serie de aspectos sostenibles que pueden ser incorporados.

Entrevista semiestructurada: Es un método de recopilación de información que permite realizar preguntas abiertas en una conversación, permitiendo al entrevistado hablar ampliamente sobre un tema, manteniendo la estructura de la entrevista.

Sistema de toma de decisiones: Conjunto de procedimientos que brindan ayuda en la selección de una ruta de acción entre alternativas para alcanzar un objetivo.

Sostenibilidad: Se refiere al desarrollo económico social y del medio ambiente, el cual busca solucionar las necesidades actuales de una población, sin afectar a las generaciones futuras.

Resumen

Título: Proceso de selección de criterios y metodologías para la construcción de edificaciones sostenibles en Colombia *

Autor: Omar José Fonseca García y Juan Pablo Ramirez Agudelo **

Palabras Clave: Construcciones sostenibles, sistema de toma de decisiones, certificaciones sostenibles, entrevista, cartilla.

Descripción: La implementación de edificaciones sostenibles se muestra como una de las principales medidas para mitigar el deterioro del planeta generado por la industria de la construcción. Sin embargo, debido a que es un tema en auge, existe desconocimiento por parte de las empresas constructoras al momento de realizar el diseño y construcción de dichas edificaciones. Por tal motivo se ha planteado la siguiente pregunta ¿Qué mecanismo se podría implementar para facilitar la aplicación de medidas sostenibles en el desarrollo de este tipo de proyectos? En este contexto se ha pretendido proponer una herramienta enfocada en el sistema de toma de decisiones, la cual consiste en seleccionar una ruta de acción entre alternativas. Por tanto, se ha realizado una búsqueda bibliográfica con el fin de determinar criterios a tener en cuenta, además de metodologías implementadas al momento de realizar el diseño de una construcción sostenible. Por otra parte, se ha recopilado información por medio de entrevistas semiestructuradas para identificar variables que actualmente fundamentan el desarrollo de proyectos sostenibles en el área metropolitana de Bucaramanga. A partir de la información recolectada se agruparon los datos en diferentes ejes temáticos, mediante el cual se logró generar un diagrama de flujo en forma de esquema general. Se ha podido determinar que en el contexto colombiano existen tres metodologías que permiten alcanzar la sostenibilidad, las cuales están dadas por las certificaciones: EDGE, LEED y CASA Colombia. Por otra parte, se ha evidenciado el factor económico es uno de los más influyentes al momento de implementar medidas sostenibles. La investigación permitió realizar una guía documentada por medio de una cartilla con los procesos de selección de criterios sostenibles. La cual servirá de apoyo para futuras investigaciones y proyectos acerca de la sostenibilidad en la construcción de edificaciones residenciales en la Región.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Director: Silvia Juliana Tijo López, Philosophie Doctor in Building Construction.

Abstract

Title: Selection process of criteria and methodologies for the construction of sustainable buildings in Colombia*

Author(s): Omar José Fonseca García & Juan Pablo Ramirez Agudelo **

Key Words: Sustainable construction, decision-making system, sustainable certifications, interview, booklet.

Description: The implementation of sustainable buildings is presented as one of the main measures to mitigate the planet's deterioration caused by the construction industry. However, because it is a growing topic, there is a lack of knowledge on the part of construction companies when it comes to designing and constructing such buildings. For this reason, the following question has been raised: What mechanism could be implemented to facilitate the application of sustainable measures in the development of these types of projects? In this context, an approach has been made to propose a tool focused on the decision-making system, which involves selecting a course of action among alternatives. Therefore, a literature search has been conducted to determine criteria to consider, as well as methodologies implemented when designing a sustainable construction. Furthermore, information has been collected through semi-structured interviews to identify variables that currently underpin the development of sustainable projects in the metropolitan area of Bucaramanga. Based on the collected information, data has been grouped into different thematic axes, resulting in the creation of a flowchart in the form of a general outline. It has been determined that in the Colombian context, there are three methodologies that enable sustainability, provided by the certifications: EDGE, LEED, and CASA Colombia. Additionally, it has been evident that the economic factor is one of the most influential when implementing sustainable measures. The research has allowed the creation of a documented guide in the form of a booklet with the processes for selecting sustainable criteria. This guide will serve as support for future research and projects regarding sustainability in the construction of residential buildings in the region.

* Degree Work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Civil Engineering. Director: Silvia Juliana Tijo López, Philosophie Doctor in Building Construction.

Introducción

El mundo actual presenta una gran problemática ambiental debido a la actividad humana y la creación de industrias. Una de estas grandes industrias es la de la construcción (Susunaga, 2014), la cual hace un aporte significativo a esta problemática mediante factores como: la generación de escombros, altas emisiones de CO₂, producción de material particulado en el aire, además un consumo de hasta el 40% de las materias primas extraídas de la tierra (Rosero, 2020) e incluso alteraciones en los cuerpos de agua, y, por lo tanto, afectaciones en la calidad de este recurso, entre otros (Enshassi et al., 2014).

En Colombia se proyecta una pérdida representada en costos que se estiman en un porcentaje mayor al 3.7% del PIB (producto interno bruto) debido al deterioro del medio ambiente. Esto se puede evidenciar en un aumento de los desastres naturales, la degradación del suelo y la afectación de la salud de los seres vivos debido a la contaminación (Sánchez et al., 2006).

Por tanto, se deben implementar alternativas innovadoras de diseño, construcción y mantenimiento de las edificaciones, de tal manera que se reduzca el impacto ambiental que estas generan, tal como se indica en el Artículo 80 de la Constitución Política de Colombia, el cual enuncia lo siguiente:

El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas [Artículo 80]. (Asamblea Nacional Constituyente, 1991, p. 14)

Para ello se han creado alternativas con el fin de impulsar el desarrollo y construcción de este tipo de edificaciones, como lo son: la exención del IVA y reducción de impuestos, además de auxilios en la compra de vivienda no VIS en viviendas sostenibles en alianza con algunas entidades bancarias (Rodríguez y Solano, 2022).

Para poder garantizar el cumplimiento de los requerimientos mínimos necesarios para clasificar una edificación como sostenible, los cuales están establecidos en la Resolución 549 del 2015 es necesario que exista una entidad que regule el diseño, construcción y operación de estas. Es por ello por lo que se ha optado por controlar estos procesos mediante certificaciones de edificios ecológicos, las cuales permiten clasificar una edificación según el nivel de ahorro alcanzado respecto al agua y energía, así como una amplia variedad de parámetros ambientales que son evaluados por cada una de estas certificaciones.

Mediante la presente investigación se presenta una descripción del proceso de selección de criterios y metodologías para la construcción de edificaciones sostenibles en el país y se propone un sistema de toma de decisiones, el cual es presentado como una cartilla, que permite orientar a las empresas que no están familiarizadas con estos procesos para que puedan implementar prácticas de construcción sostenible que, les permita adquirir los beneficios que esto conlleva y de igual forma fomentar la construcción de este tipo de edificaciones, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región y del país, siendo conscientes de la responsabilidad ambiental que posee el gremio de la construcción civil.

En el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica con énfasis en algunos casos de estudio de construcciones sostenibles realizados o simulados en Colombia, además se realizaron entrevistas a algunas empresas de la región, con el fin de conocer

cuáles son los procesos que se llevan a cabo al momento de desarrollar una edificación sostenible y su proceso de certificación.

El presente artículo está estructurado en seis secciones, presentadas de la siguiente forma. Inicialmente se encuentra en la sección 2 el marco teórico que contiene la literatura relacionada con el impacto ambiental generado por la construcción, la importancia de la sostenibilidad en las edificaciones, sistemas de recopilación de información, toma de decisiones organizacionales y una herramienta de presentación de información. La sección 3, que corresponde a la metodología de la investigación, incluye la búsqueda de información científica, la revisión, análisis de documentos, la elaboración y aplicación de las entrevistas, además del tratamiento de estos. En la sección 4, se presentan los resultados y el análisis descriptivo. Finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones de esta investigación.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Proponer un sistema de toma decisiones, para la selección de metodologías y criterios de construcción de edificaciones sostenibles en ciudades principales de Colombia.

1.2 Objetivos Específicos

Determinar los procesos de selección de criterios utilizados en el diseño de edificaciones sostenibles por parte de empresas constructoras con proyectos en el área metropolitana de Bucaramanga;

Identificar los criterios y metodologías utilizadas en el diseño y ejecución de edificaciones sostenibles actuales en ciudades principales de Colombia;

Definir parámetros de selección de criterios y requerimientos semejantes a partir de la información obtenida para el desarrollo de una edificación sostenible.

2. Marco Teórico

El auge de la construcción de edificaciones sostenibles en todo el mundo ha permitido desarrollar estrategias para implementar procesos que mitiguen el deterioro de nuestro entorno. En busca de proponer nuevas herramientas que permitan integrarse a este nuevo sistema de construcción, se deben comprender algunos conceptos claves en el tema de estudio. Entre los cuales se encuentran: construcciones sostenibles, la situación actual de la sostenibilidad en Colombia, junto con las respectivas certificaciones implementadas, método de recolección de información y una herramienta de presentación de resultados.

2.1 Construcciones sostenibles

2.1.1 Impacto ambiental

En la actualidad, la industria de la construcción es una de las fuentes de contaminación más grandes en todo el mundo, generando impactos ambientales a nivel de ecosistemas, recursos naturales y en la misma comunidad, sobre todo en las primeras etapas de los procesos constructivos. Lo anterior trae implicaciones negativas como el aumento de partículas nocivas en el aire, contribuyendo a las emisiones de gases de efecto invernadero, además de otras actividades que deterioran el mundo que conocemos (la remoción de capas vegetativa y el mal uso de la energía, suelo, materiales y agua, entre otros). Por otra parte, en países desarrollados y en vía de desarrollo se ha visto en los últimos años un aumento en los proyectos de obras civiles debido a un crecimiento de la población en general, siendo este otro aspecto importante que lleva a pensar en cuáles estrategias o mecanismos se deberían implementar para mitigar el daño que diariamente recibe el planeta, debido a la gran demanda y necesidad de seguir construyendo edificaciones al servicio de la humanidad (Enshassi et al., 2014).

2.1.2 Definición

La construcción sostenible según Aurelio Ramírez, presidente del consejo de la construcción verde en España, se define:

Como aquella que, teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales. (Ramírez-Zarzosa, 2002, p. 34)

Todo con el fin de que las edificaciones y el entorno donde habitan los seres humanos sean construidos conscientes de una responsabilidad mayor por la preservación del planeta, reducir el uso de energía, darle un correcto uso al terreno, conservar y reutilizar los recursos minerales, al igual que mantener y promover un ambiente saludable son procesos que están asociados al concepto de construcción sostenible (Cámara Colombiana de la Construcción [CAMACOL], 2015).

2.2 Situación actual de Colombia

El concepto de construcción sostenible ha venido creciendo en los últimos años por la necesidad de implementar nuevos sistemas que contribuyan a la industria. Sin embargo, aún hay muchas falencias en varios aspectos que tratan sobre este tema. Por un lado, el conocimiento que tienen las empresas constructoras acerca del desarrollo sostenible, las cuales están acostumbrados a las prácticas convencionales que dificultan aplicar las nuevas metodologías constructivas, también por el poco control que existe en los proyectos en desarrollo o que están en proceso de conseguir una certificación ambiental, ya que muchos de los criterios sostenibles no se cumplen a cabalidad (Pinilla, 2010).

2.2.1 Certificaciones en construcción sostenible empleadas en Colombia

Para poder definir cómo sostenible a una edificación es necesario implementar una serie de medidas pasivas y activas, las cuales permitan garantizar una reducción principalmente en los consumos de agua y energía, así como la optimización de los recursos y el buen manejo de los residuos (Rodríguez y Solano, 2022). Una certificación de edificios ecológicos nos permite categorizar qué tan alto es el aprovechamiento de dichos recursos en un proyecto y evalúa el nivel de sostenibilidad de este (CAMACOL, 2015). En Colombia actualmente se encuentran los siguientes sistemas de certificación.

2.2.1.1 LEED. Tiene un enfoque en la mitigación del impacto ambiental que pueden causar las construcciones, siguiendo una relación costo- beneficio (Montenegro, 2021). Para ello se tienen en cuenta los siguientes aspectos claves: planificación sostenible en sitio, eficiencia del agua y la energía, utilización de energías renovables, preservación y aprovechamiento de los recursos y materiales y la calidad del ambiente interior (Martínez et al., 2019). Estos aspectos son agrupados en siete capítulos con sus respectivos prerrequisitos y créditos para recibir una certificación en construcción sostenible y finalmente obtener una calificación (Botero, 2019). De acuerdo con el puntaje obtenido existen cuatro niveles de certificación: certificado, plata, oro y platino.

2.2.1.2 EDGE. Es una de las principales certificaciones de edificios ecológicos, donde la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) es el principal proveedor de sus servicios en Colombia. Una de las principales ventajas de esta certificación es que cuenta con un software gratuito en su página web, el cual permite modelar las edificaciones antes de iniciar su proceso de certificación. Los niveles de certificación de Edge son:

- **Certificación Estándar:** Para alcanzar este nivel de certificación se debe conseguir mínimo un 20% de ahorro en agua, energía y energía incorporada en los materiales.

- Certificación EDGE Advanced: Se deben obtener ahorros de al menos un 40% de agua y energía.
- Zero Carbon: Para alcanzar el nivel más alto de certificación se deben utilizar un 100% de energías renovables o adquisición de bonos de carbono y cumplir los requisitos de Edge Advanced. Esta certificación debe ser renovada cada cuatro años (CAMACOL, s.f).

2.2.1.3 CASA Colombia. Fue creada por el Consejo de Construcción sostenible de Colombia en el 2013, con el fin de ser una herramienta de cambio cultural que busca promover el concepto de sostenibilidad integral en la construcción de viviendas en el país enfocándose en los siguientes aspectos:

- Sostenibilidad en el entorno.
- Eficiencia de recursos energía, materiales y agua.
- Sostenibilidad en las obras.
- Responsabilidad Social.
- Bienestar al propietario, cliente.

Su clasificación está dada en tres niveles, donde la puntuación máxima son 100 puntos opcionales (León, 2018).

2.3 Método de recolección de Información.

Existe una gran variedad de técnicas de investigación, las cuales son fundamentales en el proceso de manejo y control de la información. Una de las más utilizadas es la entrevista.

2.3.1 Entrevista semiestructurada

Es un método en el cual es posible adquirir información por medio de una conversación con un experto del tema que se investiga. A su vez, la entrevista puede ser estructurada, no estructurada o

semiestructurada, siendo esta última la más adecuada para el tema a tratar. “ La entrevista semiestructurada de investigación es un encuentro entre sujetos, y a su vez, una técnica que posibilita la lectura, comprensión y análisis de sujetos, contextos y situaciones sociales; siendo asimismo generadora de situaciones y actos de comunicación” (Tonon, 2013, p. 63).

2.4 Sistema de toma de decisiones organizacionales

La toma de decisiones es una actividad que consiste en seleccionar una ruta de acción entre alternativas. Por tanto, es uno de los ejes centrales de toda acción que pretenda realizar un individuo además de ser de gran relevancia en los contextos organizacionales. Como resultado de investigaciones previas se han diseñado modelos que representan el comportamiento de toma de decisiones ante dificultades y problemas (Bravo et al., 2018).

2.5 Cartilla

Hay muchas formas de presentar información, la cual debe ser entregada de manera que pueda ser de fácil comprensión para las personas a las cuales va dirigida. La cartilla es una herramienta que tiene el objetivo de brindar información de fácil entendimiento que sirva como motivante para que las personas interesadas la analicen y puedan mejorar sus experiencias con el tema (Urrego y Sepúlveda, 1992).

3. METODOLOGÍA

En este apartado se presenta el proceso que se llevó a cabo para cumplir con los objetivos propuestos de la investigación. Entre ellos se encuentran: identificar los criterios y metodologías implementados en el diseño y construcción de edificaciones sostenibles en Colombia, determinar los procesos de selección de criterios sostenibles utilizados por las empresas de la región, y siguiendo con las ideas anteriores, definir los parámetros y requerimientos semejantes a partir de la información recopilada.

Con base en estos objetivos se busca proponer una herramienta que brinde apoyo en la toma de decisiones durante el proceso de implementación de medidas sostenibles en proyectos residenciales.

3.1 Búsqueda Bibliográfica

Inicialmente, se realizó una búsqueda en la literatura científica, con el fin de determinar algunos de los criterios para tener en cuenta, además de las metodologías implementadas al momento de realizar el diseño de una construcción sostenible. Para ello se tuvieron en cuenta algunos casos de estudio de edificaciones sostenibles en ciudades como Medellín, Barranquilla, Cartagena y Bogotá, las cuales han presentado un crecimiento en la construcción de este tipo de edificaciones durante los últimos años.

3.1.1 Selección de información

Esta búsqueda se realizó de forma manual en repositorios universitarios, debido a que la información necesaria para realizar la investigación se encontró en su mayor parte en documentos académicos de tipo proyecto de grado, de esta manera se revisaron doce documentos. Posteriormente, según parámetros establecidos de inclusión y exclusión, se realizó un proceso de filtrado, donde se seleccionaron seis textos, para su posterior análisis.

3.1.1.1 Proceso de filtrado. En la selección de documentos se realizó una revisión de cada artículo, en los cuales se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- El caso de estudio o simulación está ubicado en Colombia.
- El artículo presenta información de la metodología implementada en el diseño de la edificación.
- La edificación analizada corresponde a una de tipo residencial.

3.2 Recopilación de información

A partir de la información obtenida de los documentos seleccionados, se identifican las metodologías más implementadas en Colombia, además de los criterios que las conforman y la descripción de estos. La información relacionada se registra en una tabla para facilitar la organización de cada uno de los aspectos.

Después, con ayuda de la información obtenida y haciendo uso de una técnica de investigación como la entrevista, se busca indagar sobre los procesos y metodologías que implementan actualmente algunas empresas de la región para sus proyectos sostenibles.

3.2.1 Entrevista

A continuación, se describe el proceso de elaboración, ejecución y tratamiento de datos de las entrevistas realizadas a algunas empresas que han trabajado en proyectos sostenibles o están en desarrollo de estos, dentro del área metropolitana de Bucaramanga.

3.2.2 Elaboración de preguntas

Con base en la información recopilada, se determinan variables que actualmente fundamentan el desarrollo de proyectos sostenibles, a partir de dichas variables se plantea un banco de preguntas para la entrevista semiestructurada, las cuales se presentan organizadas en grupos, de la siguiente manera:

- **Caracterización:** En este apartado se incluyen preguntas relacionadas con los proyectos sostenibles que están llevando a cabo las empresas para conocer información general de los mismos, tales como: descripción del proyecto, ubicación, tipo de edificación, tipo de certificación y etapa en la cual se encuentra el proyecto.

- Implementaciones sostenibles: En esta sección se plantean preguntas con respecto al condicionamiento de las empresas en el momento de implementar medidas sostenibles, tales como: factores importantes que más influyen, etapa del proyecto en la cual se debería implementar la sostenibilidad, barreras existentes y las metas a priorizar.
- Responsables: En esta sección se pregunta a las empresas si contratarían personal capacitado para que se hagan cargo del tema asociado, además de indagar sobre quién es el personal encargado de la toma de decisiones de la empresa y de la parte de sostenibilidad.
- Información acerca de los procesos: En esta sección se especifica el proceso que llevan a cabo las empresas para diseñar y construir una edificación sostenible certificada por alguna licencia ambiental, además de información adicional relevante.

3.2.3 Realización de las entrevistas

La entrevista semiestructurada se realiza por medio de reuniones en modalidad presencial y virtual finalizando el año 2022 y durante el primer semestre del año 2023, en las cuales queda registro de la información proporcionada por las empresas.

Dichas entrevistas se llevaron a cabo con preguntas abiertas dando la posibilidad de permitir al entrevistado realizar aclaraciones acordes al tema y con el objetivo de profundizar en los conocimientos ya adquiridos.

3.2.4 Recopilación de la información

Una vez terminadas las entrevistas por medio de las grabaciones realizadas, se elabora un resumen de los aspectos más importantes tratados en la misma. Se utilizan tablas para organizar toda la información relevante.

Después, se busca sintetizar la información recopilada en aspectos específicos para organizarla en un sistema que brinde conocimiento y apoye el proceso de toma de decisiones.

3.3 Sistema de toma de decisiones

A partir de la información recopilada de la búsqueda bibliográfica y la realización de las entrevistas, se agrupó la información en diferentes ejes temáticos, mediante el cual se logró generar un diagrama de flujo en forma de esquema general con la ruta de los aspectos más importantes acerca del proceso que conlleva realizar el diseño y construcción de un proyecto residencial sostenible. Dicho diagrama contiene información desde la idea de diseñar una edificación sostenible hasta la construcción de esta.

3.3.1 Modelo de toma de decisiones

Después de realizado el diagrama de flujo, se propone una cartilla como herramienta para presentar la información y con el propósito de orientar sobre el tema de interés.

Se implementa un modelo de fácil entendimiento y comprensión para las personas que deseen conocer más acerca del tema de sostenibilidad en la industria de la construcción.

4. RESULTADOS

En este apartado, se presenta el análisis de los resultados obtenidos durante el proceso de investigación y desarrollo del tema tratado.

4.1 Metodologías utilizadas en ciudades principales de Colombia con base en información bibliográfica

En la realización de la búsqueda de información bibliográfica se hizo un proceso de selección de documentos, en los cuales se presentaban algunos casos de estudio de edificaciones sostenibles y las medidas que se emplearon en su diseño y construcción. De igual forma se tuvieron en cuenta simulaciones de proyectos, para verificar su viabilidad económica.

Se realizó un análisis de los documentos, en el cual se logró identificar que existen diferentes tipos de metodologías que permiten alcanzar la sostenibilidad de una edificación. Dichas metodologías están determinadas por los diferentes tipos de certificaciones ambientales que existen. En el contexto colombiano las más representativas son: EDGE, LEED y CASA Colombia, cada una de ellas tiene en cuenta diferentes aspectos y clasificaciones para lograr dicha sostenibilidad, los cuales son presentados a continuación:

- EDGE: Ahorro de agua, energía y energía incorporada en los materiales.
- LEED: Proceso integrativo, ubicación y transporte, sitios sostenibles, uso eficiente del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad del ambiente interior e innovación.
- CASA Colombia: Proceso integrativo de diseño, sostenibilidad en el entorno, sostenibilidad en obra, eficiencia de recursos, agua y energía, bienestar y responsabilidad social. (EC2S, 2023).

En la tabla 1 se presentan los criterios para tener en cuenta en cada metodología y una descripción de este.

Tabla 1.

Certificaciones implementadas en Colombia y sus diferentes criterios.

Criterios	Descripción	Certificación
Ahorro de Agua	Se refiere a todas las medidas pasivas y activas que permiten hacer un uso eficiente del agua en la edificación.	EDGE, LEED, CASA Colombia
Ahorro de Energía	Son las estrategias de eficiencia energética, generación de energía de fuentes no convencionales y las diferentes alternativas que permiten reducir el consumo de este recurso.	EDGE, LEED, CASA Colombia
Materiales y recursos	En este aspecto se busca reducir la cantidad de materiales utilizados en obra, sustituir materiales con alta energía embebida y una correcta selección de estos.	EDGE, LEED, CASA Colombia
Calidad ambiental interior/Bienestar	Enfocado al bienestar de los ocupantes, con medidas como la renovación del aire interior a través de una adecuada ventilación, libre de químicos o humo de tabaco.	LEED/ CASA Colombia
Proceso integrativo de diseño	Corresponde a la planeación efectiva de estrategias desde las etapas iniciales del proyecto.	LEED/CASA Colombia
Ubicación y transporte	Busca incentivar a la utilización del transporte alternativo, disminuyendo el uso del auto común.	LEED
Innovación en el diseño	Se basa en el compromiso constante de mejora de las estrategias implementadas.	LEED
Prioridad regional	Con esta medida se busca incentivar la consecución de créditos que aborden prioridades ambientales, de equidad social y de salud pública geográficamente específicas.	LEED

Criterios	Descripción	Certificación
Sitios Sostenibles	Agentes que impacten dentro del entorno exterior, tales como la sedimentación y erosión, restauración del hábitat, gestión de la escorrentía, reducción del efecto isla de calor, entre otras estrategias.	LEED
Sostenibilidad en el entorno	Se refiere al manejo de escorrentía, selección adecuada del terreno, ubicación cercana a zonas desarrolladas, desarrollo integrado, reducción del efecto isla de calor y acceso a espacio abierto.	CASA Colombia
Sostenibilidad en la obra	Corresponde al manejo de vertimientos de obra, control de impactos negativos por la alteración del terreno, manejo de residuos de construcción y manejo de la calidad del aire durante la construcción.	CASA Colombia
eficiencia de recursos	Hace referencia a la eficiencia de los sistemas relacionados al consumo de agua y energía, verificando que estos correspondan a los especificados y se desempeñen de forma correcta.	CASA Colombia
Responsabilidad social	Esta se debe preservar en la construcción y operación del proyecto.	CASA Colombia

4.2 Procesos de selección de criterios implementados por empresas constructoras de la ciudad de Bucaramanga

A continuación, se presenta el resumen de las entrevistas, las cuales se encuentran detalladas en las tablas 2,3,4 y 5. En estas se presenta la información obtenida por cada una de las empresas que aportaron sus conocimientos y experiencias en algunas de las etapas de construcción de un proyecto sostenible. Dicho resumen se realizó de acuerdo con el planteamiento de las preguntas durante las entrevistas, obteniendo la siguiente información:

- **Caracterización:** Las empresas entrevistadas afirmaron haber trabajado con proyectos residenciales sostenibles VIS o NO VIS dentro del área metropolitana de Bucaramanga, que contaban con una certificación ambiental en la mayoría de los casos con “EDGE”, la cual opinaban que era más viable y de fácil de aplicación que “LEED” o “CASA Colombia” debido a la rigurosidad para obtenerlas. Sin embargo, manifestaban que las dos últimas mencionadas eran más utilizadas cuando se requería una mayor cantidad de parámetros sostenibles como el tema de ambiente y responsabilidad social.

Por otra parte, dichas empresas se encontraban en etapas distintas de desarrollo que iban desde el estudio de viabilidad del proyecto hasta la construcción y venta total.

- **Implementaciones sostenibles:** Los factores más importantes que influyen a la hora de implementar la sostenibilidad en un proyecto tienen que ver con los beneficios tributarios, incentivos financieros y demandas del mercado, los cuales impulsan el desarrollo de este tipo de edificaciones. Aseguraban todos que la etapa en la que se debía implementar la sostenibilidad debía ser en las tempranas ya que era allí donde el equipo de arquitectura y el consultor ambiental externo o interno definían las medidas pasivas y/o activas que se debían implementar para cumplir con los requisitos mínimos de una certificación sostenible. Sin embargo, algunos de ellos presentaban

algunas barreras que tenían que ver con los sobrecostos debido al nuevo mercado y la falta de información sobre el tema. Además, las mismas empresas percibían algunos conflictos por parte de los residentes con algunos de los dispositivos ahorradores instalados, ya que se presentaban casos en los que el cliente prefería cambiarlos para su comodidad. También se enfatizaba en que las medidas pasivas son las más utilizadas y son aquellas que tienen que ver con los aspectos civiles arquitectónicos los cuales determinan la forma y el detalle del cerramiento de la edificación (EC2S). Algunas de las más mencionadas fueron: orientación de la edificación, ventilación natural, iluminación natural, distribución de espacios y aislamiento de la radiación solar.

- Responsables: Absolutamente todas las empresas confirmaban que dentro de su personal deseaban tener una persona capacitada y certificada que tuviera conocimientos en el área de implementación de medidas sostenibles y documentación reglamentada para obtener los certificados. Debido a que en la mayoría de los casos se veían obligados a contratar a un consultor externo de la organización. También afirmaban que la toma de decisiones es un trabajo colaborativo donde intervienen todas las partes involucradas en el proyecto.
- Información acerca de los procesos: La información proporcionada por las empresas especificaba lo siguiente: primeramente, se debía definir el tipo

de uso que tendría la edificación, por ejemplo, si era de uso residencial, comercial u otro. Una vez definido esto se contrataba un consultor externo.

- que acompañara todo el proceso de implementación de medidas sostenibles y certificación. Para ello hacían uso de la plataforma EC2S, la cual ayuda inicialmente a saber cuál de las certificaciones ambientales es más viable.

Tabla 2.*Información acerca del apartado de “caracterización”.*

Empresas	Descripción	Ubicación	Tipo de viviendas	Tipo de certificación	Etapas en la que van
Empresa 1	30 unidades estrato 6 distribuidos en 16 pisos y conformando 4 tipologías de apartamentos	Pan de azucar Bucaramanga	No VIS	EDGE	Preventas
Empresa 2	No se ha lanzado el proyecto	No se ha lanzado el proyecto	VIS	EDGE cumple, pero no analiza todos los parametros que se quieren implementar como el tema de ambiente y responsabilidad social por eso prueban con casa Colombia	Viabilidad, no se ha completado proceso de certificación
Empresa 3	Apartamentos con 1,2 y 3 habitaciones estrato 4	Álvarez Bucaramanga	No VIS	EDGE	Construido
Empresa 4	4 tipologías de apartamentos desarrollados por etapas	Vía Girón Bucaramanga	VIS	EDGE	Primera etapa construida y vendido
Empresa 5	Sin información	Sin información	sin información	EDGE ó CASA Colombia	Sin información

Nota. Información obtenida a través de la realización de las entrevistas

Tabla 3.

Información acerca del apartado de “implementaciones sostenibles”.

Empresas	Factores importantes que influyen a la hora de implementar la sostenibilidad	¿En qué etapa se debería implementar la sostenibilidad?	Barreras a la hora de implementar	Metas para priorizar
Empresa 1	Temas de incentivos, control y monitoreo	Etapas tempranas	Los sobrecostos, conseguir todos los beneficios tributarios por ser un proceso tedioso	Orientación del edificio, aislamiento para la radiación solar, iluminación natural, ventilación natural
Empresa 2	Demandas del mercado, beneficios tributarios	Etapas tempranas	Encontrar información sobre productos y sus costos, contar con los documentos para la certificación, implementar medidas activas en vis no es viable	Ventilación natural, iluminación natural, uso de energía solar
Empresa 3	Beneficios tributarios y financieros, además de devoluciones de IVA	Etapas tempranas de la mano con el equipo de arquitectura y el consultor	Dispositivos instalados (sanitarios ahorradores)	Ahorro de energía, agua, materiales, además de espacios ventilados y dispositivos ahorradores
Empresa 4	Mercado, términos tributarios e impulsos financieros	Etapas tempranas de conceptualización, pero se reestructura en el diseño	Sobrecostos debido al nuevo mercado	Distribución de espacios, configuración arquitectónica, sistema constructivo, manejo de materiales
Empresa 5	Reducción de los intereses bancarios	Etapas tempranas de factibilidad	Los sobrecostos y la implementación de los dispositivos	Cuidado del medio ambiente y el entorno, salud y bienestar, energía asequible y no contaminante

Nota. Información obtenida a través de la realización de las entrevistas

Tabla 4.*Información acerca del apartado de “responsables”.*

Empresas	Encargado del tema de sostenibilidad	Encargado de la toma de decisiones	Contrataría personal capacitado
Empresa 1	Consultor externo	La misma empresa	Si
Empresa 2	Consultor externo inicialmente para viabilizar el proyecto y para que acompañe el proceso de documentación con el certificador	Equipo de arquitectura	Si
Empresa 3	Arquitectura y consultor externo	La misma empresa	Si
Empresa 4	Consultor externo CAMACOL	Trabajo colaborativo de gerencia y dirección de proyectos	Si
Empresa 5	Consultores externos o la misma empresa	La empresa contratante	Si

Nota. Información obtenida a través de la realización de las entrevistas

Tabla 5.

Información acerca del apartado de “información acerca de procesos”.

Empresas	Información acerca de los procesos	Información adicional
Empresa 1	Se entrega un diseño arquitectónico preliminar al consultor, luego se envía la cotización a CAMACOL y dependiendo de las tipologías de apartamentos ellos dan los precios. Después de construido se paga a los certificadores para que revisen. Ellos como empresa entran en la etapa de operación de los edificios para llevar un control de las medidas sostenibles aplicadas.	EC2S, ayuda a ver cuál certificación se puede alcanzar (herramienta de mucha ayuda) casa Colombia es menos costosa que leed. por el proyecto se pagaron 40 millones de pesos por las 3 tipologías. hay que invertir en medidas pasivas
Empresa 2	Después de plantear los parámetros que se pueden implementar se realiza el trabajo con el consultor externo para obtener la certificación y así obtener los beneficios como la disminución de la tasa de crédito constructor. El proyecto tiene que estar certificado antes del primer desembolso operativo y que se cumpla el punto de equilibrio en compras	Sin información
Empresa 3	Antes de construir se debe hacer una precertificación y esto da beneficios en las tasas de crédito constructor y en el proceso de certificación definitiva envían personas para certificar lo prometido, en los cuales realizan los procesos de validación de facturas de lo que se compró, miden consumos, revisiones técnicas	Hay devolución del IVA, pero el proceso es tedioso. la certificación leed es costosa. invertir en medidas activas

Empresas	Información acerca de los procesos	Información adicional
Empresa 4	Sin información	Los clientes ven con buenos ojos el tema de sostenibilidad. Hay que ir de la mano con los gremios como CAMACOL, la sostenibilidad no tiene que ir amarrada a una certificación
Empresa 5	Sin información	Cumplir con la resolución 0549 que es obligatoria y solamente exime a las VIS. es obligatorio el seguro de amparo patrimonial. Si hay certificación van a haber mejores tasas en las pólizas de seguros

Nota. Información obtenida a través de la realización de las entrevistas

Después, junto al equipo de arquitectura definían la zona climática para entrar a la plataforma y comenzar con el diseño preliminar, con el objetivo de obtener una línea base que informara las medidas pasivas y activas que se necesitan implementar para cumplir con los porcentajes mínimos de ahorro de energía, agua y materiales, en caso de utilizar la metodología EDGE. Seguidamente, se realizaba un análisis de sensibilidad y de costos para examinar el comportamiento de la edificación, a su vez, para saber si se debía replantear las medidas utilizadas debido a los sobrecostos que en algunos casos se presentaban. Luego seguía el proceso de documentación para lograr la certificación la cual consistía en una revisión por parte del consultor, se enviaba la propuesta al gremio CAMACOL para dar el visto bueno y así poder seguir con el proceso de precertificación y de este modo aplicar a los incentivos otorgados por construir una edificación sostenible. Por último, se construye la edificación y se realizan los pagos para obtener la certificación después de que el certificador realice las revisiones finales. Las empresas sugerían ir de la mano con el gremio constructor CAMACOL ya que ellos asesoraban en todo el proceso, además recalcaban que es obligatorio cumplir con la Resolución 0549.

Con dicha información se consideraron aspectos que permitieron obtener claridad acerca del proceso que llevan a cabo actualmente las empresas con sus proyectos sostenibles.

4.3 Relación entre la información recopilada

A partir de las entrevistas realizadas a empresas de la región se ha determinado una serie de procesos necesarios para aplicar la sostenibilidad en sus proyectos. Mediante este proceso se ha evidenciado que actualmente la metodología más implementada corresponde a la propuesta de EDGE, ya que esta permite alcanzar la sostenibilidad de la manera más económica posible. Por

otra parte, con ayuda de la información bibliográfica se obtuvo una mayor claridad acerca de las medidas pasivas y/o activas utilizadas en este tipo de proyectos.

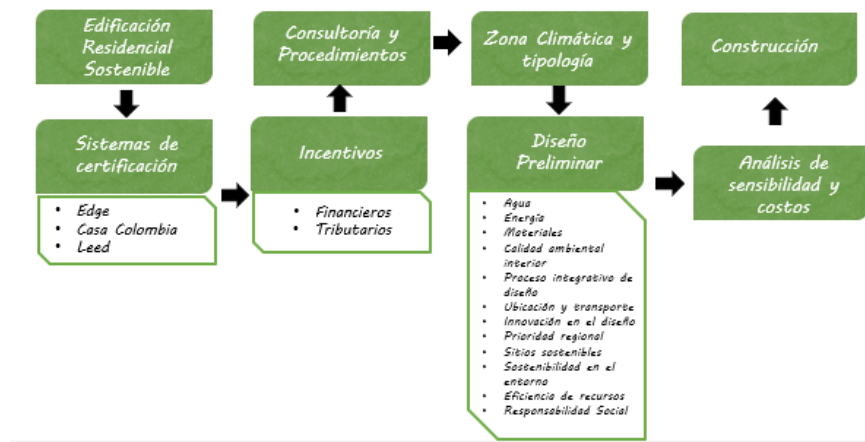
4.3.1 Diagrama de Flujo

Con base en los datos obtenidos de la búsqueda bibliográfica y la realización de las entrevistas, se sintetizó la información recopilada en un diagrama de flujo, en el cual se agruparon ocho aspectos fundamentales presentados a continuación:

1. Edificación Residencial Sostenible.
2. Sistemas de Certificación.
3. Incentivos.
4. Consultoría y procedimientos.
5. Zona climática y tipología.
6. Diseño Preliminar.
7. Análisis de sensibilidad y costos.
8. Construcción.

Figura 1.

Diagrama de flujo de la construcción de edificaciones residenciales sostenibles



4.3.1.1 Edificación Residencial Sostenible. *A partir del proceso de investigación realizado se definió que: una edificación residencial sostenible cuenta con medidas pasivas y/o activas dentro de sus diseños arquitectónicos para lograr el objetivo de adquirir una certificación ambiental o simplemente para cumplir con la normativa legal vigente en el país abordando temas de sostenibilidad.*

Dicha edificación puede ser generalmente de tipo VIS (Vivienda de Interés Social) y NO VIS (No Vivienda de Interés Social), las cuales son las tipologías mayormente implementadas en la región. Dependiendo de la clasificación anterior se determinan parámetros de sostenibilidad acordes a los costos que implican implementar cada uno de ellos.

En este primer apartado, el equipo encargado de implementar la sostenibilidad en sus proyectos debe tomar decisiones desde que se plantea la idea de construir una edificación con estas características hasta su culminación. Los primeros pasos que se recomiendan dar son responder las siguientes preguntas: ¿cuál es la certificación ambiental más adecuada para mi proyecto? y ¿cuál es la más viable? Aspectos que son tratados en el siguiente apartado.

En donde los enfoques de cada metodología se pueden observar en la tabla 1. Conociendo estos aspectos y haciendo una relación con los objetivos propuestos para la realización de una edificación, es posible realizar la selección de la certificación más adecuada para la construcción, acompañada de un análisis económico, para garantizar su viabilidad.

El proceso de certificación y algunas recomendaciones de cada una de estas se encuentran en la cartilla elaborada como conclusión del proyecto de investigación.

3.3.1.3 Incentivos. Mediante el análisis realizado de la información obtenida del proceso de investigación se determinó que uno de los principales motivantes al momento de realizar una construcción de este tipo son los incentivos financieros y tributarios otorgados, por lo tanto, estos se consideran un aspecto fundamental en la toma de decisiones.

A continuación, se describen algunos de los incentivos financieros más mencionados (Rodríguez y Solano, 2022).

- Frech NO VIS. Programa del gobierno en convenio con el banco de occidente y BBVA.
- Ecoertura vivienda NO VIS. Este crédito se solicita ante la entidad bancaria de preferencia.
- Crédito Sostenible. Otorgado por Bancolombia.
- Línea de desarrollo sostenible. Otorgado por el banco de Bogotá.
- Crédito constructor y líneas verdes. Otorgado por el banco Davivienda.
- Crédito constructor-proyectos verdes. Otorgado por el banco caja social
- Reconocimiento del 10% del valor del seguro. Otorgado por SURA para sistemas LEED.

También existen beneficios tributarios que se obtienen a partir del certificado ambiental de la edificación sostenible (Rodríguez y Solano, 2022), presentes a continuación:

- Exención de impuestos según el Artículo 255 del Estatuto Tributario Nacional (Presidencia de la República de Colombia, 1989).
- En el Artículo 424 numeral 7 del Estatuto Tributario para Edificaciones.

3.3.1.4 Consultor Capacitado y Proceso de Certificación. Una vez definido el tipo de certificación y los beneficios tributarios que se pueden conseguir se contrata un consultor capacitado que aporte habilidades, conocimientos y brinde asesoría durante el diseño y construcción del proyecto. Además, esta persona conoce el debido proceso de documentación que debe ser entregada al ente certificador.

Con base a las entrevistas realizadas, se evidenció que normalmente el equipo de arquitectura comienza trabajando con el consultor para implementar las medidas más viables para el tipo de proyecto que están llevando a cabo. Para ello tienen en cuenta inicialmente diversos factores, tales como: las tipologías de la edificación y la zona climática.

La documentación inicia a partir de la precertificación, que en la mayoría de las metodologías a implementar se utiliza para validar el proceso llevado a cabo para adquirir los incentivos. Este proceso se realiza después de haber hecho un análisis de sensibilidad y de costos para determinar si las medidas implementadas son las más adecuadas y no generan sobrecostos. Luego comienza el proceso constructivo, siguiendo todas las especificaciones tomadas a partir del diseño. Después de haber terminado la obra, se inicia con el proceso de certificación con el ente encargado, el cual realizará las revisiones y mediciones para aprobar la edificación.

3.3.1.5 Zona climática y tipología. Parte del proceso de implementar medidas sostenibles en una edificación inicia con la identificación de las condiciones climáticas, tales como: la temperatura y la humedad relativa.

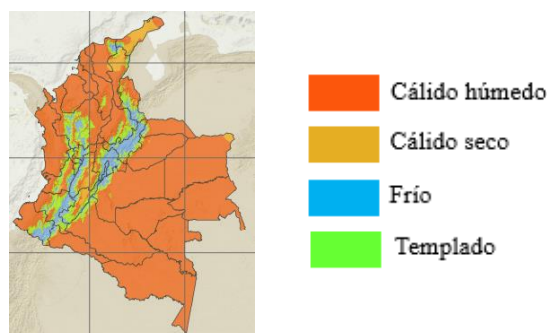
El clima es el factor más determinante en el consumo de agua y energía, por tanto, se debe condicionar de tal manera que no genere incidencias negativas. Para ello, es necesario realizar una clasificación de la zona climática en la que la edificación va a estar localizada:

- Clima frío.
- Templado.
- Cálido seco (incluyendo semihúmedo).
- Cálido húmedo.

Existe un mapa de clasificación climática en Colombia según la temperatura y la humedad relativa, que puede ser encontrado en la página web del IDEAM.

Figura 2.

Mapa de la clasificación climática en Colombia



Nota. Tomado de Anexo 1 Guía de Construcción sostenible, por CAMACOL, 2015

Existen muchas tipologías de edificaciones dependiendo del uso que tienen, siendo este último un aspecto fundamental en el momento de decidir cuál metodología se debe implementar para certificar el proyecto. El alcance de la investigación se limita a edificaciones residenciales.

3.3.1.6 Diseño Preliminar. A partir de la selección de la zona climática en la que se va a encontrar la construcción y la tipología, se procede a realizar un diseño preliminar de la edificación, en la cual se tienen en cuenta las medidas pasivas y/o activas a implementar para alcanzar los niveles ahorro necesarios o los aspectos fundamentales a cumplir, y así obtener su respectiva certificación. Dichas medidas corresponden a:

- Ahorro de Agua
- Ahorro de Energía
- Materiales y recursos
- Calidad ambiental interior/Bienestar
- Proceso integrativo de diseño
- Ubicación y transporte
- Innovación en el diseño
- Prioridad regional
- Sitios Sostenibles
- Sostenibilidad en el entorno
- Sostenibilidad en la obra
- eficiencia de recursos
- Responsabilidad social

En este apartado se tomó en cuenta cada aspecto y se realizaron algunas recomendaciones y especificaciones a desarrollar en el diseño de la edificación. Esta información se encuentra de forma más detallada en la cartilla de la construcción sostenible en Colombia.

3.3.1.7 Análisis de sensibilidad y costos. Parte del proceso de diseñar y construir una edificación sostenible es asegurar que las medidas implementadas cumplan con los parámetros mínimos, los cuales están determinados por cada tipo de certificación. Por esto, es un proceso que se lleva a cabo junto con un consultor capacitado, que se encargue de realizar un análisis de sensibilidad y determinar condiciones óptimas para el proyecto. Del mismo modo, se encargue de efectuar un análisis de costos que garantice su viabilidad. En caso de presentar sobre costos es necesario retomar el diseño preliminar y reevaluar las medidas aplicadas en este.

3.3.1.8 Construcción. En la fase de construcción de las diferentes estrategias de sostenibilidad enfocadas en los aspectos tratados en el proyecto se debe garantizar que las condiciones diseñadas sean implementadas en la construcción y que las especificaciones de los sistemas y equipos correspondan a las requeridas.

Algunas de las medidas que se deben implementar son: la instalación de aparatos, facilidad de operación, como lo puede ser la instalación de válvulas de cierre de la red hidráulica al interior del proyecto para facilitar el mantenimiento, y la instalación de medidores.

Además, es necesario realizar diversas implementaciones para garantizar la mitigación del impacto ambiental, el manejo adecuado de los residuos de construcción y demolición (RCD), la

protección de las fuentes hídricas y mantener una buena calidad del aire durante la ejecución de las obras (CAMACOL, 2015).

3.4 Cartilla de la construcción sostenible en Colombia

Como producto final de este proyecto de investigación, se realizó una cartilla que abarca los aspectos más relevantes del estudio llevado a cabo. Esta herramienta con información de fácil entendimiento pretende brindar apoyo en el proceso de toma de decisiones de aquellos interesados en este tipo de proyectos.

Figura 3.

Cartilla de la construcción sostenible en Colombia



4. CONCLUSIONES

La investigación permitió realizar una guía documentada por medio de una cartilla con los procesos de selección de criterios sostenibles para que se pueden aplicar a una edificación sostenible en Colombia.

A partir de una revisión bibliográfica de trabajos de grado, documentos de la plataforma EC2S y una revisión sistemática de literatura (Moreno y Ordóñez, 2008), se obtuvo información más detallada acerca de los procesos que se han implementado en este tema (Conde y Ricardo, 2022).

Mediante la búsqueda literaria se pudo identificar cada certificación sostenible como un conjunto de procesos basados en una serie de aspectos propios de cada certificación, que permiten a una edificación alcanzar la sostenibilidad (Cardona y Mejía, 2019). Por lo tanto, se puede relacionar las certificaciones sostenibles como metodologías que se rigen por una serie de criterios sostenibles (Muñoz, 2020; Villamil, 2021).

Las certificaciones de edificios ecológicos más utilizadas en Colombia corresponden a EDGE, LEED y CASA Colombia, donde cada una de ellas tienen un enfoque diferente. EDGE corresponde a la opción más económica, ya que se basa en los criterios de ahorro de agua, energía y materiales, lo cual tiene una mayor representación de la realidad colombiana. Por otro lado, LEED y CASA Colombia abarcan la sostenibilidad de una manera más amplia. De este modo, para saber qué certificación elegir para una edificación y qué criterios implementar es necesario tener una claridad acerca del enfoque que se quiere implementar en la construcción.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas como instrumento para conocer las implementaciones sostenibles que actualmente hacen algunas empresas de la región, con el fin de cumplir el objetivo de determinar los procesos de criterios utilizados en el diseño de una construcción sostenible. La entrevista fue aplicada de manera virtual y/o presencial a cinco empresas de la región. De las cuales, se recopiló la información más relevante y se procesó en una tabla. Concluyendo que a pesar de tener información respecto al tema aún falta más desarrollo en este campo, el cual ha venido en auge estos últimos años.

Por otra parte, se organizó un diagrama de flujo con los aspectos más relevantes en el momento de construir una edificación sostenible, sirviendo cada temática como apoyo para que las empresas o los interesados en el tema puedan entender de una manera más fácil lo que implica la sostenibilidad en un proyecto residencial.

Mediante la cartilla de construcción sostenible en Colombia se condensa la información encontrada, la cual servirá de apoyo para futuras investigaciones y proyectos acerca de sostenibilidad en la construcción de edificaciones residenciales en Colombia

Por último, dicha cartilla contiene información acerca del proceso general que debe realizar cada empresa para implementar metodologías sostenibles y algunas recomendaciones que deben tener en cuenta para realizar el diseño de estas, dependiendo del tipo del enfoque deseado. Sin embargo, para poder realizar este proceso de una manera correcta es necesario contar con el apoyo de un consultor especializado y consultar la documentación requerida, teniendo en cuenta que existen una amplia variedad de parámetros, de los cuales depende y garantiza la sostenibilidad de una edificación (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2023).

Referencias Bibliográficas

- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de la República de Colombia. [Gaceta Constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991].
- Botero, L. (2019). Guía metodológica para el alcance de la certificación LEED en BD+C Core and Shell Development, basada en el proceso del proyecto FIC A5. [Tesis de Pregrado]. Universidad de Antioquia.
- Bravo, C., Valdivieso, P., y Arregui, R. (2018). Los sistemas de información en la toma de decisiones gerenciales en las empresas comerciales de Portoviejo. ECA Sinergia, 9(2), 45-54.
- Cámara Colombiana de la Construcción. (2015). ANEXO 1 - Guía de Construcción Sostenible. <https://camacol.co/descargable/anexo-1-guia-de-construccion-sostenible-del-08062015-0>
- Cámara Colombiana de la Construcción. (s.f). EDGE Buildings | Certificación Sostenible de Edificaciones. <https://camacol.co/productividad-sectorial/sostenibilidad/edge>
- Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2023). Conceptos claves en los sistemas de certificación.
- Cardona, M., y Mejía, J. (2019). Determinación de la viabilidad económica de la aplicación de incentivos tributarios vigentes para construcciones sostenibles en el sector residencial en Colombia. Caso de estudio: Edificio Tribeca. [Tesis de Pregrado]. Universidad EIA.
- Conde, J., y Ricardo, D. (2022). Formulación de estrategias sostenibles basadas en la certificación Casa Colombia que mejoren la sostenibilidad de una vivienda de interés social. [Tesis de Pregrado]. Universidad de Cartagena.
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., y Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. Revista ingeniería de construcción, 29(3), <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>.

- León, K. (2018). Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia. [Tesis de Especialización] . Universidad Militar Nueva Granada.
- Martínez, M., Villalba, D., Misle, R., Rey, E., y Páez, H. (2019). Environmental and cost feasibility analysis when implementing LEED certification: a case study applied to an affordable housing project in Bogotá D.C. *Revista ingeniería de construcción*, 34(1), <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000100099>.
- Montenegro, J. (2021). Edificaciones con certificación leed de ciudades en Colombia. Universidad Militar Nueva Granada.
- Moreno, E., y Ordóñez, M. (2008). Procesos constructivos orientados a la vivienda sostenible. [Tesis de Grado] . Universidad La Gran Colombia.
- Muñoz, M. (2020). Construcción sostenible en Colombia: Aproximaciones, indicadores, y aplicación al caso de estudio del Centro Cívico de la Universidad de los Andes. [Tesis de Pregrado]. Universidad de Los Andes.
- Pinilla, L. (2010). Construcción sostenible en Colombia. [Tesis de Maestría]. Universidad de los Andes.
- Presidencia de la República de Colombia. (1989). Decreto 1989. [Diario Oficial No. 38.756 de 30 de marzo de 1989]. [Por el cual se expide el Estatuto Tributario de los Impuestos Administrados por la Dirección General de Impuestos Nacionales].
- Ramírez-Zarzosa, A. (2002). La construcción sostenible. *Física y sociedad* (13), 30-33.
- Rodríguez, D., y Solano, A. (2022). Incentivos y limitaciones para la implementación de criterios de construcción sostenible en el sector residencial del Área Metropolitana de Bucaramanga. [Tesis de Pregrado]. Universidad Industrial de Santander.

- Rosero, A. (2020). La sostenibilidad, un camino seguro para la industria de la construcción en Colombia. [Tesis de Pregrado]. Universidad de San Buenaventura.
- Sánchez, E., Ahmed, K., y Awe, Y. (2006). Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia: un análisis ambiental del país para Colombia. Banco Mundial.
- Susunaga, J. (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. [Tesis de Especialización]. Universidad Católica de Colombia.
- Tonon, G. (2013). La entrevista semiestructurada como técnica de investigación. En G. Tonon, Reflexiones latinoamericanas sobre investigación cualitativa (págs. 47-68). Universidad Nacional de La Matanza.
- Urrego, A., y Sepúlveda, L. (1992). La cartilla 9. Servicio Nacional de Aprendizaje: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6008/la_cartilla_comunicacion_educativa_comunitaria%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villamil, B. (2021). Guía de diseño sostenible para proyectos de vivienda tipo VIS-VIP en Bogotá: caso de estudio : Pimientos de Madelena. [Tesis de Maestría]. Universidad de los Andes.