

IDEA



Construcción y Madera

Volumen 5 - Año: 2023 - ISSN: 2590-4612



Centro de Tecnologías para
la Construcción y la Madera

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



**CTCM
SENNOVA**



**Este obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.**



**Centro de Tecnologías para
la Construcción y la Madera**
Bogotá D.C.

Revista IDEA Construcción y Madera

Volumen 5 - año 2023

ISSN: 2590-4612

Periodicidad: Anual

- Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA
- Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico
e Innovación SENNOVA
- Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera
Autopista Sur 4 # 53-64
Soacha, Cundinamarca - Colombia
Complejo Cazucá
E-mail: sennovactcm@sena.edu.co
<http://construccionymadera.blogspot.com/>
www.sena.edu.co



Director General

Jorge Eduardo Londoño Ulloa

Subdirector Centro

William Darío Riaño Barón

Coordinadora SENNOVA Nacional

Nancy Briceño Moreno

Director Regional Distrito Capital

Gerardo Arturo Medina Rosas

Dinamizadora Sennova

Nubia Stella Marroquín del Río

Lider de investigación

Leonardo Enrique Esguerra Hoyos

Coordinadores Académicos

Alba Lucía Olmos Trujillo

Martha Lucía Cardozo Pavas

Leonardo Enrique Esguerra Hoyos

Edgar Elías Parra Rubio

Luis Orlando Cortés Vega

Comité Editorial

Miguel Ángel Manrique

Leidy Tatiana Bermejo Cabrera

Evelyn Avellaneda Quiroga

Julián Alonso Barragán Porras

Nubia Stella Marroquín del Río

Diagramación

Julián Alonso Barragán Porras

Editorial

SENA

Comité Científico

Oscar Fabián Martínez Guerrero

Estefanny Santacruz Gil

Aida Cárdenas Cárdenas

Ana María Landaeta

Leidy Tatiana Bermejo Cabrera

Andrés Felipe Sussmann Tobito

Eduardo Salazar Carrillo

Carlos Hernando Vivas León

Óscar Fernando Rosas Crespo

Julio Andrés Lara Abella

Grupo de investigación

Nubia Stella Marroquín del Río

Evelyn Avellaneda Quiroga

Adriana Marcela Talero Vargas

Julián Alonso Barragán Porras

Leidy Tatiana Bermejo Cabrera

Luis Enrique Yate Calvo

Gabriel Hernando Carvajal Barajas

Duban Ferley Esteban Mogollón

Anna Sofhia Parada Rigaud

Jorge Enrique Leiva Pabón

Eduardo Salazar Carrillo

Nevardo Hernández Babativa

Rosendo Zambrano Bustacara

Julio Andrés Lara Abella

Luis Rodolfo Martínez Pineda

Diego Alexander Gómez Moya

Pedro Fernando Romero Angulo

Traductores

Sandra Rubiela Feo Arias

Editorial



William Darío Riaño Barón
Subdirector Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera

A lo largo de los siglos, la escritura ha sido la herramienta más poderosa de comunicación y registro de información; a través de ella, la humanidad ha logrado transmitir conocimientos, preservar tradiciones, plasmar sus ideas, registrar acontecimientos, demostrar resultados, extendiendo los límites de espacialidad y temporalidad. La escritura ha sido pieza clave para el desarrollo de las civilizaciones; gracias a esta, la historia y sus avances han podido ser resguardados y transmitidos de generación en generación.

También ha sido fundamental en el desarrollo del conocimiento; es a través de la escritura, que los investigadores, científicos y académicos pueden compartir sus descubrimientos y teorías, estructurada y coherentemente, aportando en el avance y desarrollo de la ciencia con fundamentos que la soportan, transmitiendo los resultados, de modo que, desde la perspectiva del lector, sean comprensibles y aplicables.

La investigación científica es dinámica y evolutiva, suele resolver problemas prácticos en cada área existente del conocimiento. Tiene la necesidad de ser publicada para lograr categóricamente su existencia; solo así puede ser conocida, sus resultados serán divulgados y discutidos; su contribución formará parte de las extensas memorias del conocimiento universal y de la generación del mismo; sin embargo, aún no es fácil encontrar un alto porcentaje de profesionales que se dediquen a ella devotamente.

Por esta razón, como gestores del conocimiento, debemos arar nuevos surcos orientados a cerrar las brechas entre cada hallazgo importante y su difusión; unir fuerzas para no condenar más un descubrimiento al olvido, para reconocer cada autor, cada esfuerzo invertido en el ejercicio de la investigación, no solo en áreas relacionadas con los temas que en esta publicación se abordan, sino en cada disciplina que aporte al progreso de la humanidad y el desarrollo de los pueblos, para lograr la repercusión que merece la investigación, a través de su divulgación.

Sean todos convocados, a participar en esta emocionante labor.

Editorial



William Darío Riaño Barón
Subdirector- Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera

Throughout the centuries, writing has been the most powerful tool for communication and information recording. In addition, it is throughout writing that mankind has been able to transmit knowledge, keep traditions, depict ideas, record events, demonstrate results by expanding spatiality and temporality limits. Writing has played an important role to develop civilizations, and because of it, history and its advances have been able to be safeguarded and passed on from generation to generation.

Writing has been a key consideration to develop knowledge and it has also been throughout writing that researchers, scientists and academics have been able to share their discoveries and theories in a structured and coherent manner. Thus, they have managed to contribute to advance and develop science with supporting basis by transmitting results so these are understandable and applicable for readers.

Scientific research is dynamic and evolving so it can solve practical problems of each existing area of knowledge. Such research needs to be published to categorically achieve existence; therefore, it will be known and its results shall be disclosed and discussed. Its contribution will be part of universal knowledge memories and its generation. However, it is not easy to find a high percentage of professionals who carry out such research devotedly.

For this reason, as knowledge managers, we have to implement new channels targeted at closing gaps among each important finding and distribution as well. We also have to join forces to avoid discoveries being forgotten to recognize every author, every effort that has been invested during the research process. Not only in related areas with the topics covered in this publication but also each discipline which provides support for human progress and populations development achieve the attention such research deserves throughout dissemination.

All of us have been called to be part of this exciting work.

Contenido

8

Análisis de conductividad térmica de la especie bambusoidae *Guadua aculeata* para una biblioteca comunitaria en Cachuananche municipio Arcelia, Guerrero. México

19

Estudio de caso de las condiciones de habitabilidad en la periferia urbana del Distrito Capital, caso del barrio Quiba Alta, Bogotá, Colombia

36

Revisión de estudios que facilitan el desarrollo sostenible de la periferia urbana de la ciudad de Bogotá: una visión general de las revisiones sistemáticas

52

Estudio de caso arquitectónico sobre vulnerabilidad sísmica en vivienda de dos pisos en Usme, Bogotá-Colombia

69

Planeación de una construcción bioclimática: una opción de vivienda rural en el Distrito Capital

Análisis de conductividad térmica de la especie bambusoidae *Guadua aculeata* para una biblioteca comunitaria en Cachuananche municipio Arcelia, Guerrero. México

Flores Martínez César Ulises¹, Valerdi Matrigal Héctor², Barnard Amosourrutia Roberto Gustavo³

¹ Centro: Posgrado en diseño bioclimático, Ciencias y artes para el diseño (CyAD) Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Unidad Azcapotzalco, Ciudad México-Alcaldía Azcapotzalco, México, al2201800466@azc.uam.mx.

² Laboratorio de arquitectura bioclimática, Departamento de Medio Ambiente UAM- CyAD Azcapotzalco, Ciudad México-Alcaldía Azcapotzalco, México, hvm@azc.uam.mx.

³ Coordinación del Posgrado en Diseño Bioclimático, UAM- CyAD Azcapotzalco, Ciudad México-Alcaldía Azcapotzalco, México

Resumen

En la comunidad de Cacahuananche Municipio de Arcelia Guerrero se tiene clima cálido húmedo. En los meses de abril y mayo la temperatura está un rango de 40°C y 50°C y una humedad relativa media de 72%. Actualmente las viviendas en esta comunidad, utilizan láminas en los techos; el calor está fuera del rango de confort. El Posgrado Diseño Bioclimático con el título “Análisis de confort higrotérmico en un diseño bioclimático con *bambusoidae Guadua aculeata* para una biblioteca comunitaria en Cachuananche municipio de Arcelia, Guerrero. México” del Posgrado en Diseño Bioclimático UAM-CyAD Azcapotzalco, demuestra científicamente que es posible alcanzar el rango del confort higrotérmico: 20°C-26°C (Martínez, 2020), con las propiedades térmicas del bambú en la biblioteca comunitaria “Xóchitl Tlamatini” (*Sabiduría en una flor. México*).

En esta investigación se ha utilizado una combinación metodológica descriptiva, analítica. Siguiendo la metodología descriptiva, se caracterizó el contexto geográfico-climático de la comunidad de Cacahuananche, municipio de Arcelia Guerrero; para esta primera etapa se caracterizó el clima del lugar donde se construirá la biblioteca, esto se realizó software especializado Meteornom, Climate Consultant, andrewmarsch. Para la parte analítica se realizaron pruebas de conductividad térmica al sistema constructivo el cual incluye el bambú, para ello se consideró una temperatura mayor a 45°C, se

recopilaron datos de conductividad térmica del sistema constructivo con bambú y se procesaron y analizaron en un modelo del edificio en el Software Designbuilder-EnergyPlus, se demostró que el *bambusoidae Guadua aculeata* mantiene la temperatura requerida para alcanzar el confort higrotérmico al interior del edificio. Por lo cual, la presente investigación contribuirá al desarrollo del diseño bioclimático y sustentable, integrando el uso de recursos naturales en los edificios construidos con bambú.

Palabras clave: Bambú, aculeata; conductividad térmica, confort, higrotérmico.

Abstract

In the community of Cacahuananche Municipality of Arcelia Guerrero there is a warm humid climate. In the months of April and May the temperature is in a range of 40° C and 50° C. and an average relative humidity of 72%. Currently, the homes in this community use sheets on the roofs; the heat is outside the comfort range. The Postgraduate Bioclimatic Design with the title “Analysis of hygrothermal comfort in a bioclimatic design with *Bambusoidae Guadua Aculeata* for a community library in Cachuananche municipality of Arcelia, Guerrero. Mexico” scientifically demonstrates that it is possible to reach the range of hygrothermal comfort: 20°C-26°C, with the thermal properties of bamboo in the community library “Xóchitl Tlamatini” (*Wisdom in a flower. México*).

In this research, a descriptive and analytical methodological combination has been used. Following the descriptive methodology, the geographic-climatic context of the community of Cacachuananche, municipality of Arcelia Guerrero, was characterized. For this first stage, the climate of the place where the library will be built was characterized. This was carried out by specialized software Meteornom, Climate Consultant, andrewmarsch. For the analytical part, thermal conductivity tests were performed to the construction system which includes bamboo, for this a temperature higher than 45° C was considered, thermal conductivity data of the construction system with bamboo were collected and processed and analyzed in a model of the building in the Designbuilder-EnergyPlus Software, it was demonstrated that the *bambusoidae Guadua aculeata* maintains the required temperature to achieve hygrothermal comfort inside the building. Therefore, this research will contribute to the development of bioclimatic and sustainable design, integrating the use of natural resources in buildings constructed with bamboo.

Keywords: Bamboo; aculeata; thermal conductivity, comfort, hygrothermal.

Introducción

Después de 15 años el número de bambúes nativos de México se ha incrementado a 56 especies, de las cuales 31 son endémicas de México Otates (*Otatea acumi-nata*) es una especie de bambú nativos de México INECOL, (Ruiz, 2018). Un ejemplo es el zongón, que al ser cortado crece más rápido y se dispersa mejor por medio de sus rizomas en las zonas tropicales de Veracruz, en el municipio de Arcelia en el estado de Guerrero, hay bambú endémico de México: *Bambusoidae Aculeata*, *Bambusoidae Otatea*, *Bambusoidae Aculminata*, dos por idénticas, otras más que se han adaptado son *Bambusoidae Olhami*, *Bambusoidae Phyllostahquis*.

El confort higrotérmico en un edificio recoge tanto la humedad y las temperaturas óptimas para el confort humano. Según Givoni (1969), los parámetros

recomendados para el confort higrotérmico interior de verano, son de 20 a 27 °C; y para Olgyay (2004), hasta los 28°C; además, estos autores coinciden en determinar como límites apropiados de humedad relativa interior, los valores comprendidos entre el 20 y el 80%. **“Análisis del confort higrotérmico en un diseño bioclimático con Bambusoidae Guadua aculeata para una biblioteca comunitaria en Cacachuananche municipio de Arcelia, Guerrero, México”** es una investigación del Arq. Flores Martínez César Ulises en el Posgrado en Diseño Bioclimático, Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (Martínez, 2023), con la cual se obtendrán resultados cualitativos, en un análisis de confort higrotérmico de un edificio construido con bambú y otros materiales naturales; incrementará el uso del bambú y contribuirá al desarrollo del diseño bioclimático y sustentable, integrando el uso de recursos naturales en los edificios construidos con bambú (Martínez, 2020). En la comunidad de Cacachuananche se tiene clima cálido subhúmedo; en los meses de abril y mayo la temperatura está un rango de 37°C - 45°C y una humedad relativa de 27°C. Actualmente las viviendas en esta comunidad utilizan láminas en los techos; el calor está fuera del rango de confort. Con el desarrollo de esta investigación se busca comprobar científicamente que, con las propiedades térmicas del bambú, se puede lograr el confort higrotérmico en los espacios arquitectónicos en una zona con clima cálido húmedo. En esta investigación se ha utilizado una combinación metodológica descriptiva, analítica. Siguiendo la metodología descriptiva, se caracterizó el contexto geográfico-climático de la comunidad de Cacachuananche, municipio de Arcelia Guerrero; para esta primera etapa se caracterizó el clima del lugar donde se construirá la biblioteca, esto se realizó software especializado Meteornom, Climate Consultant. Para la parte analítica se realizaron pruebas de conductividad térmica al sistema constructivo el cual incluye el bambú, para ello se consideró una temperatura mayor a 45° C, se recopilaron datos de conductividad térmica del sistema constructivo con bambú en el laboratorio de termo fluidos del Departamento de Energías, División Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI) de la misma unidad académica, mismos datos se procesarán y analizarán en un modelo del edificio en el Software Designbuilder-Energy Plus.

Objetivo general

Lograr el confort térmico en un espacio arquitectónico de una biblioteca comunitaria, en Cacahuananche municipio de Arcelia Guerrero; en una zona con clima cálido subhúmedo se logran tener temperaturas menores 23°C.

Objetivo específico

Demostrar científicamente que se puede aislar la conductividad térmica en un material compuesto: cal, arcilla, *bambusoidae Guadua aculeata*, cubierta propuesta para la biblioteca comunitaria *Xóchitl Tlamatini* (Sabiduría en una flor, en Mexica), las temperaturas mayores a 40° centígrados no se conducen al espacio interior del proyecto.

Metodología

En esta investigación se ha utilizado una combinación metodológica descriptiva, analítica. Siguiendo la metodología descriptiva, se caracterizó el contexto geográfico-climático de la comunidad de Cacahuananche municipio de Arcelia Guerrero, para esta primera etapa se caracterizó el clima del lugar donde se construirá la biblioteca, esto se realizó software especializado Meteoronom, Climate Consultan. Para este artículo se presenta la primera etapa de la investigación

total de la tesis, para la parte analítica solo se realizó el análisis de conductividad térmica del material compuesto, falta el análisis de balance térmico del edificio procesando los datos térmicos del material compuesto.

La metodología tiene el siguiente desarrollo:

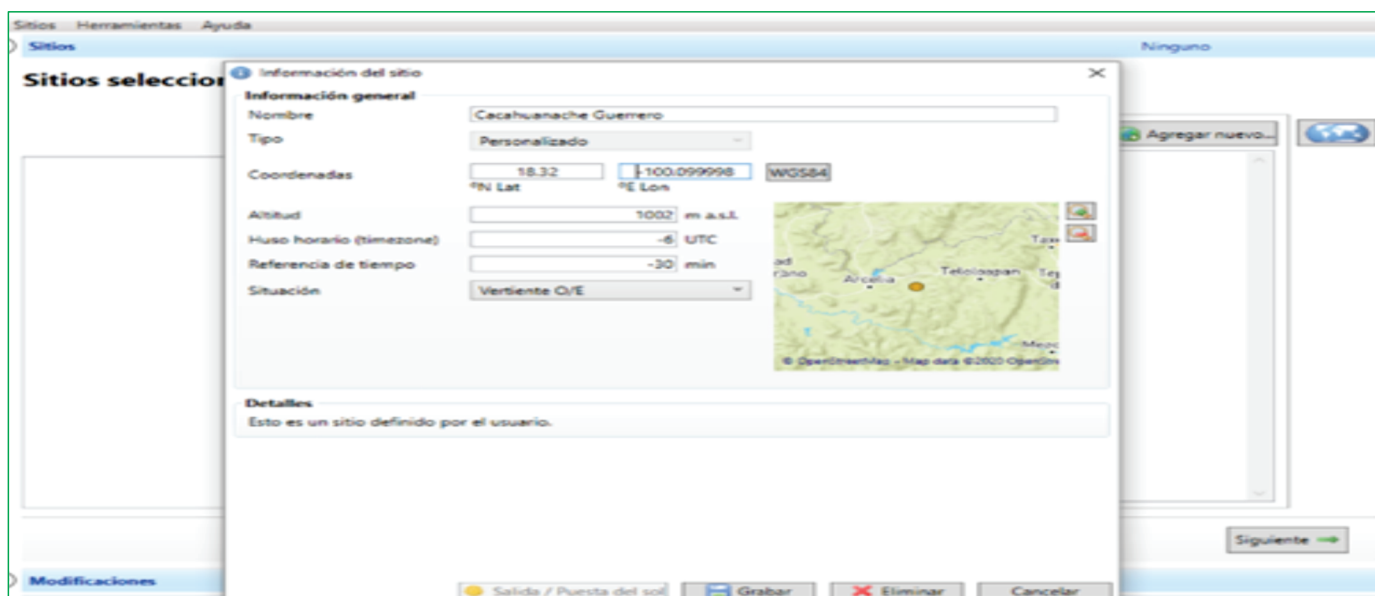
1. Metodología descriptiva
 - 1.1. Clasificación del clima
 - 1.2. Temperatura
 - 1.3. Análisis de asolamiento
2. Prueba de Conductividad térmica
 - 2.1. Descripción del método y especificación de los materiales y espécimen
 - 2.2. Procedimiento de la prueba de conductividad térmica

1.1. Clasificación de clima

Se clasificó el clima de Cacahuananche como cálido subhúmedo Koppen, García (2004) El clima se termino de acuerdo a la clasificación climática Koppen-García (Amaro, 2004). El clima de la comunidad Cacahuananche municipio de Arcelia Guerrero es A W0 (W)(i) g: Cálido húmedo con poca oscilación térmica anual, tipo ganges, no hay canícula; esta clasificación se define de la siguiente forma:

Figura 1.

Ubicación geográfica de Cacahuananche, Arcelia Guerrero, México. Se procesaron las coordenadas geográficas de la Comunidad de Cacahuananche.



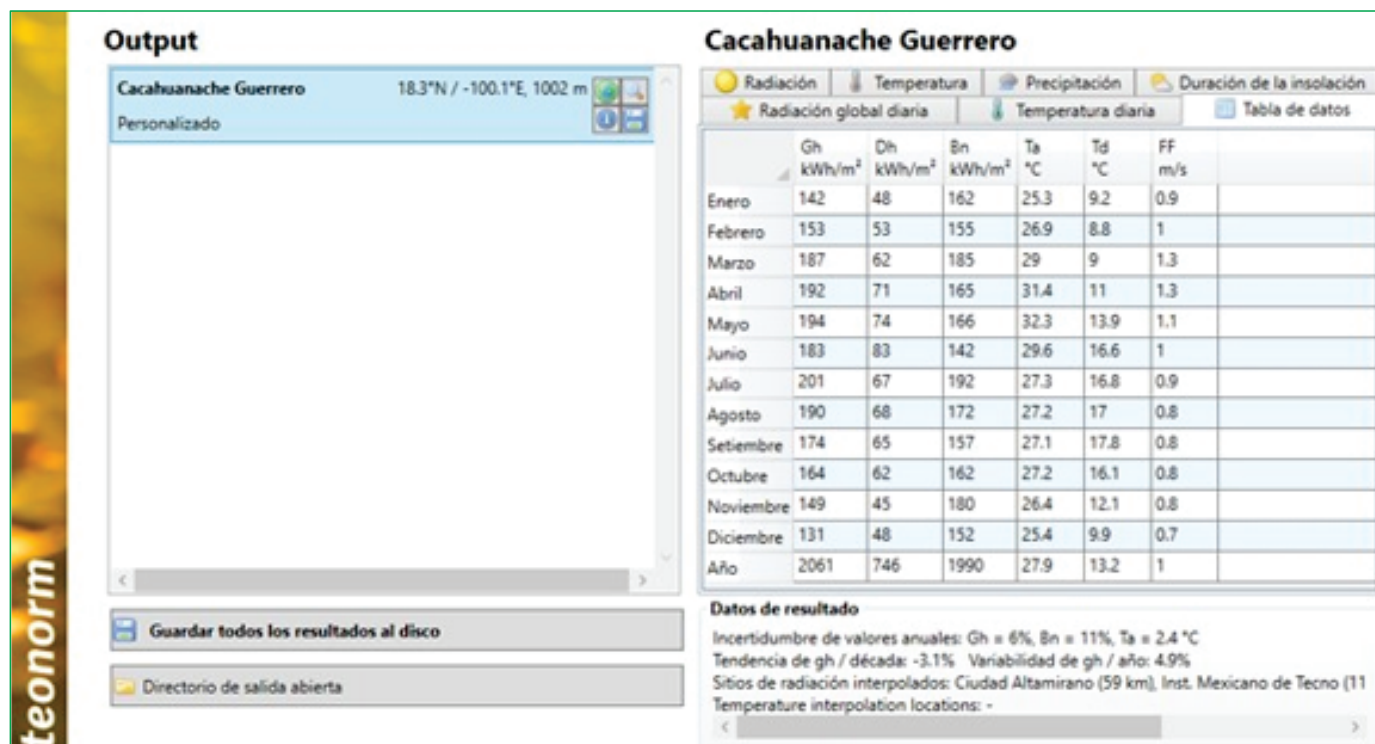
Grupo de clima A: Clima cálido; verano caloroso con una temperatura media anual de 27.8°centígrados, la temperatura del mes más frío es de 25.4°C, mayo tiene la temperatura media más alta de 32.4° centígrados. W0 (W) define al clima sub húmedo con un coeficiente P/T (Precipitación/Temperatura) menor de 43.2, un régimen de lluvias en verano y porcentaje de precipitación invernal menor al 5%. Se generó un documento epw con datos climatológicos de Cacahuanache Guerrero, lugar donde se construirá la biblioteca, esto se realizó con el software especializado Meteornorm, se procesaron Climate Consultant, andrewmarsch. La comunidad Cacahuanache se encuentra en las coordenadas GPS: longitud (dec): -100.126944, latitud (dec): 18.287222.

En la Figura 1 El software Meteornorm nos dice que la comunidad de Cacahuanache se ubica a una altitud de 1,002 m.s.n.m., un huso horario de menos seis horas, una referencia de tiempo de menos treinta minutos y una vertiente O/E lo cual indica una zona de montaña

media. La ubicación de la comunidad de Cacahuanache, se define por el punto naranja entre la zona montañosa de los municipios de Arcelia y Teloloapan, introduciendo las coordenadas geográficas. En esta imagen, el software Meteornorm nos dice que la comunidad de Cacahuanache se ubica a una altitud de 1,002 m.s.n.m, un huso horario de menos seis horas, una referencia de tiempo de menos treinta minutos y una vertiente O/E, lo cual indica una zona de montaña media. La figura 2 muestra datos de las Normales Climatológicas, estación meteorológica del municipio de Arcelia Gro, Estación Meteorológica: 00012008, Altura 414.0 MSNM. Datos procesados de la comunidad de Cacahuanache municipio de Arcelia, Guerrero, el programa considera la información ingresada, para obtener los siguientes datos de resultado, Incertidumbre de valores anuales: GH=6%; Bn=11%; 2.4°C, Tendenciadegh/año 4.9%..Sitios de radiación interpolados, Ciudad Altamirano (59 km), Instituto Mexicano del Techo (11 interpolations temperature locations).

Figura 2.

Generación de documento epw de Cacahuanache en Software Meteornorm.



1.2 Temperatura

En la figura 3, Software Climate consultant, muestra la gráfica de temperatura anual de la comunidad de Cacahuanache, la temperatura media anual es de 27.8°C, la Zona de Confort tiene un límite superior de 24.95°C y 19.95°C. Meses con temperatura media de confort, son los meses marzo, abril y mayo con una temperatura máxima posible arriba de los 43.8°C, el mes con la temperatura máxima extrema se encuentra en mayo con 43.8° C, el mes con la temperatura mínima extrema es el mes diciembre con una temperatura de 14.5°C. Meses con una temperatura en el límite de confort superior (28.95°C) son marzo y junio. La temperatura media más alta es en mayo con una temperatura 32.4°C, el clima en verano es caloroso, el récord de temperatura más alta en el año es de 44°C (figura 3), el mes de mayo tiene este récord, y el récord de temperatura más baja es de 14.5 en diciembre (Meteornom, 2020).

Análisis de carta Psicométrica

La carta psicométrica de la figura 4 del Software la zona de confort está en los 23.95°C y 28.95°C en el bulbo seco (horizontal) como se observa la carta, la mayor parte del año la temperatura es baja por mañanas de julio a octubre en la tarde, no así noviembre, diciembre y enero, que son los meses con temperatura baja en las noches y las mañanas. La estrategia 06: Enfriamiento evaporativo de dos puntos (3063 Hrs) 35.0%. Se necesita enfriar más en las tardes a partir de la 13:00 horas. Durante todo el año las temperaturas son altas, en la gráfica se muestra que la temperatura de bulbo seco va de los 33°C en adelante (SOCIEDAD DE EDUCADORES EN CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, 2021). Se requiere ventilación en los meses de, marzo, abril y mayo, se debe diseñar ventilación cruzada. La gráfica que en las horas de 8 a 12 horas en la mayor parte del año está en confort.

Figura 3.

Gráfica de temperatura, Software Climate Consultan.

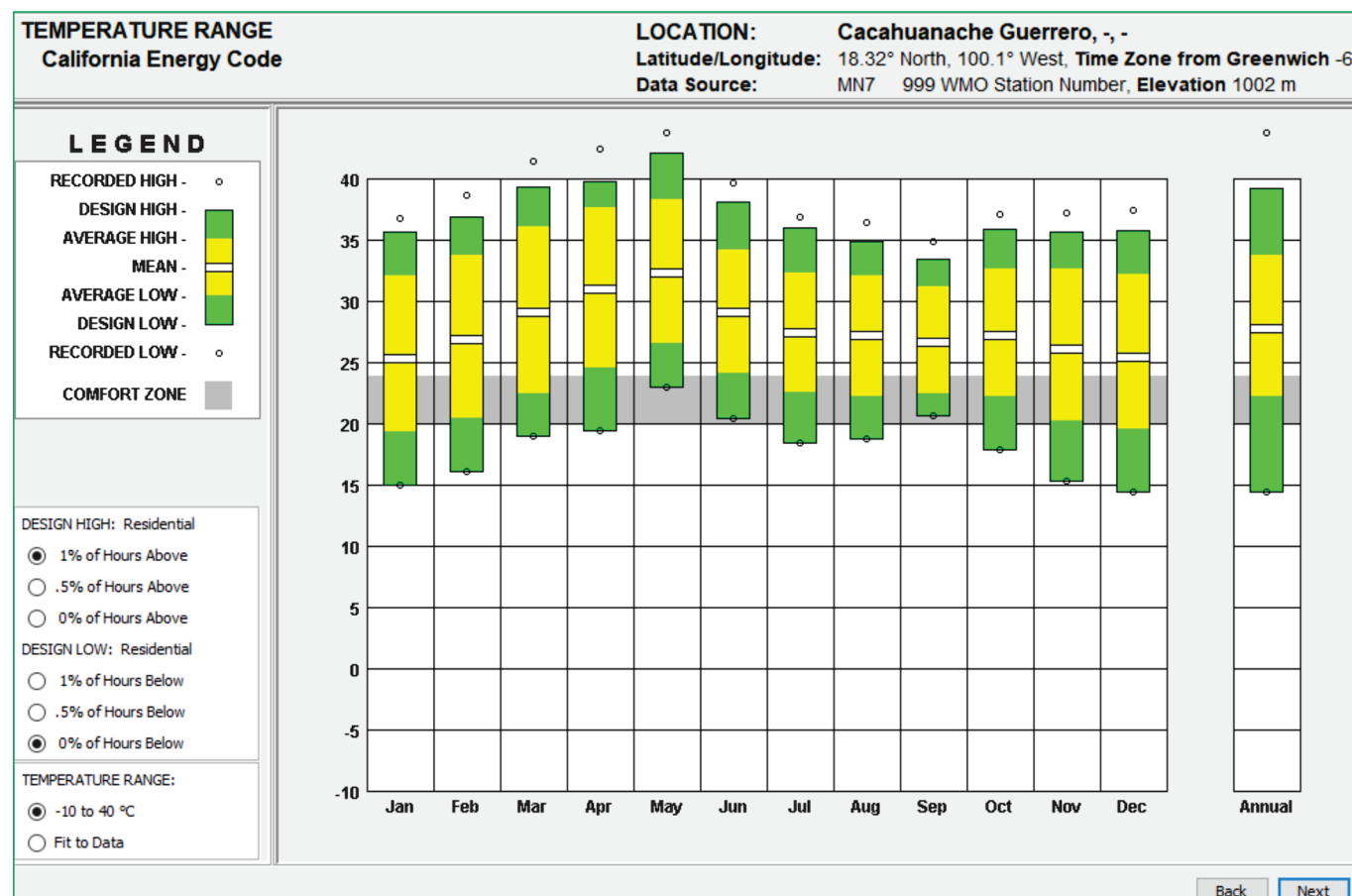
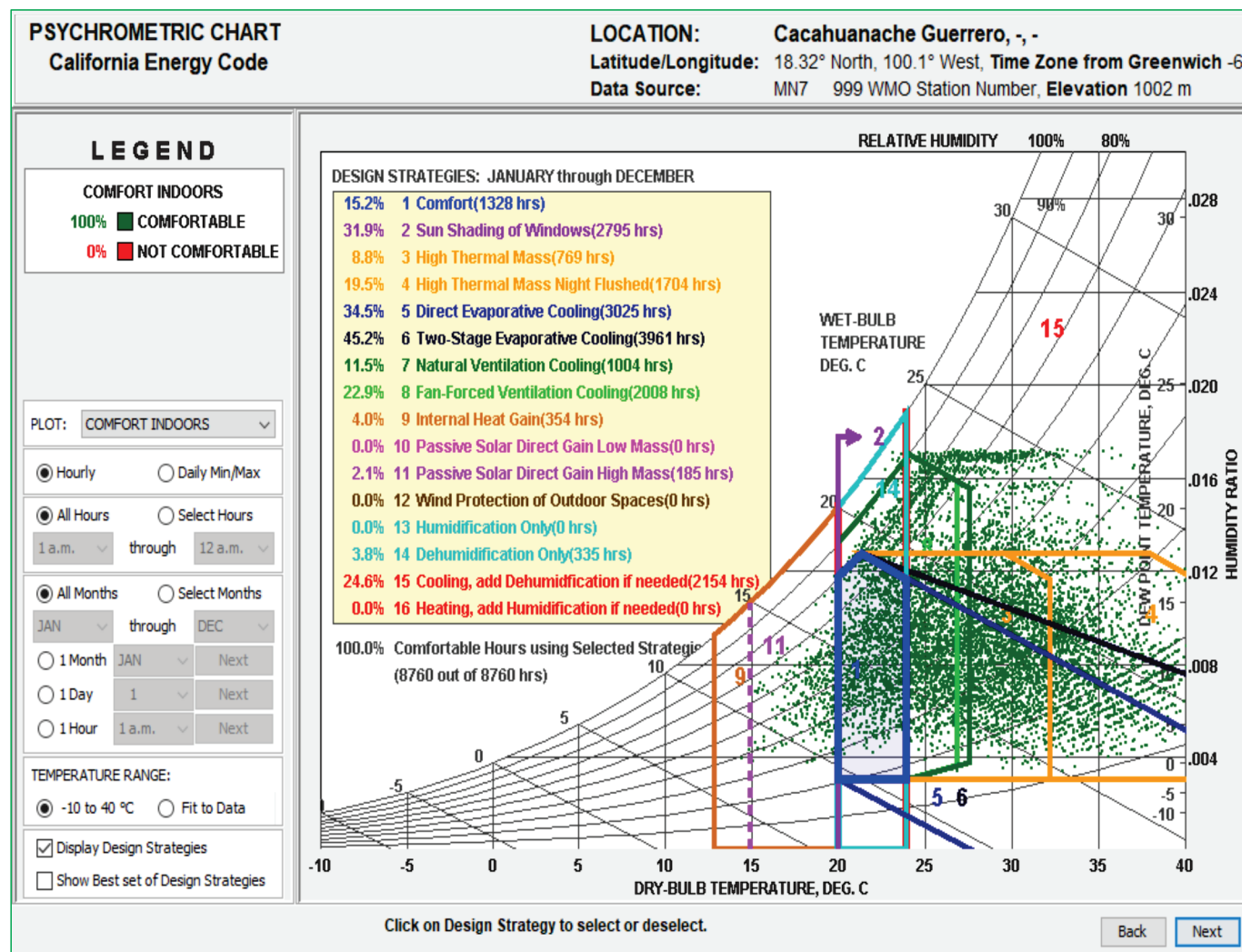


Figura 4.
Carta psicométrica de Cacahuananche, Climate consultan.



1.3 Análisis de asoleamiento

En la figura 5 el asoleamiento y sombreado en la maqueta del proyecto, en octubre de 2022 a las 11:00 a.m., se observa que la sombra del estilete tiene el mismo ángulo de sombreado de la cubierta en la maqueta, el clima es cálido subhúmedo extremoso, por lo cual se optó por el diseño de una cubierta de bambú a doble altura 6 metros para sombrear, en la parte superior de la cubierta se diseñaron unos lucernarios. En esta maqueta la sobra de la cartulina representa iluminación natural. Las áreas sombreadas representan penetración solar para iluminación natural fig.6, el recorrido del sol del 21 de mayo, la cubierta en este modelo se dejó transparente por lo cual, las proyecciones de

los lucernarios en la parte superior de las cubiertas de bambú proyectan sombras del lado este, en realidad es la penetración del sol a través de los lucernarios. Sin aun analizar ciertas horas durante el año, se puede deducir quede 12:00 p.m. a las 15:00 p.m., habrá penetración solar. Se realizan análisis de penetración solar en el 21 de mayo a las 15:00 horas p.m. por ser el mes con las temperaturas más altas, y 21 de diciembre por tener la temperatura más baja., se considera el 21 de mayo para análisis, a las 15:00 p.m., es la hora con mayor temperatura simulado con un modelo del edificio en software Revit-autodesk, las grandes ventanas serán plegadizas con un diseño personalizado con bambú nativo de la comunidad de Cacahuananche.

Figura 5.

Análisis de asoleamiento en software Revit- Autodesk, penetración solar en el interior de la biblioteca.

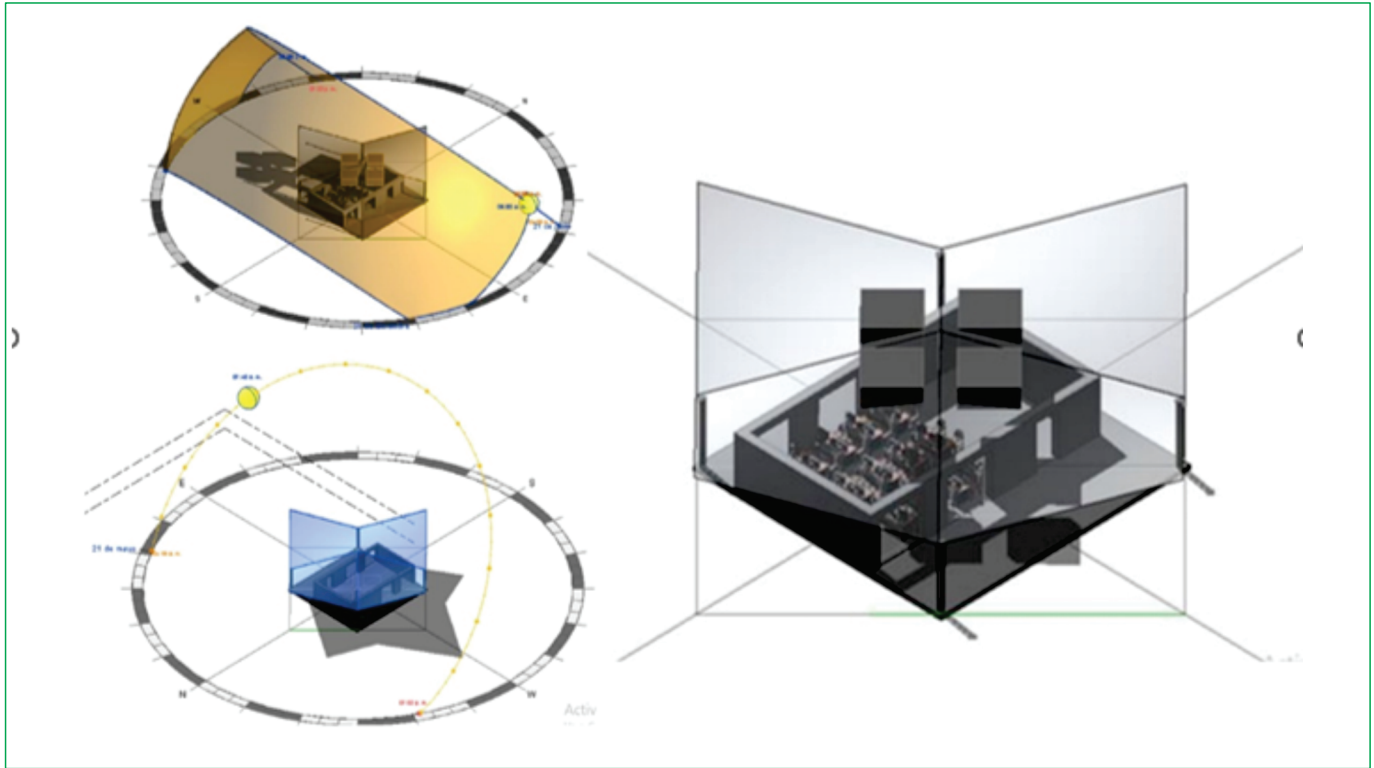
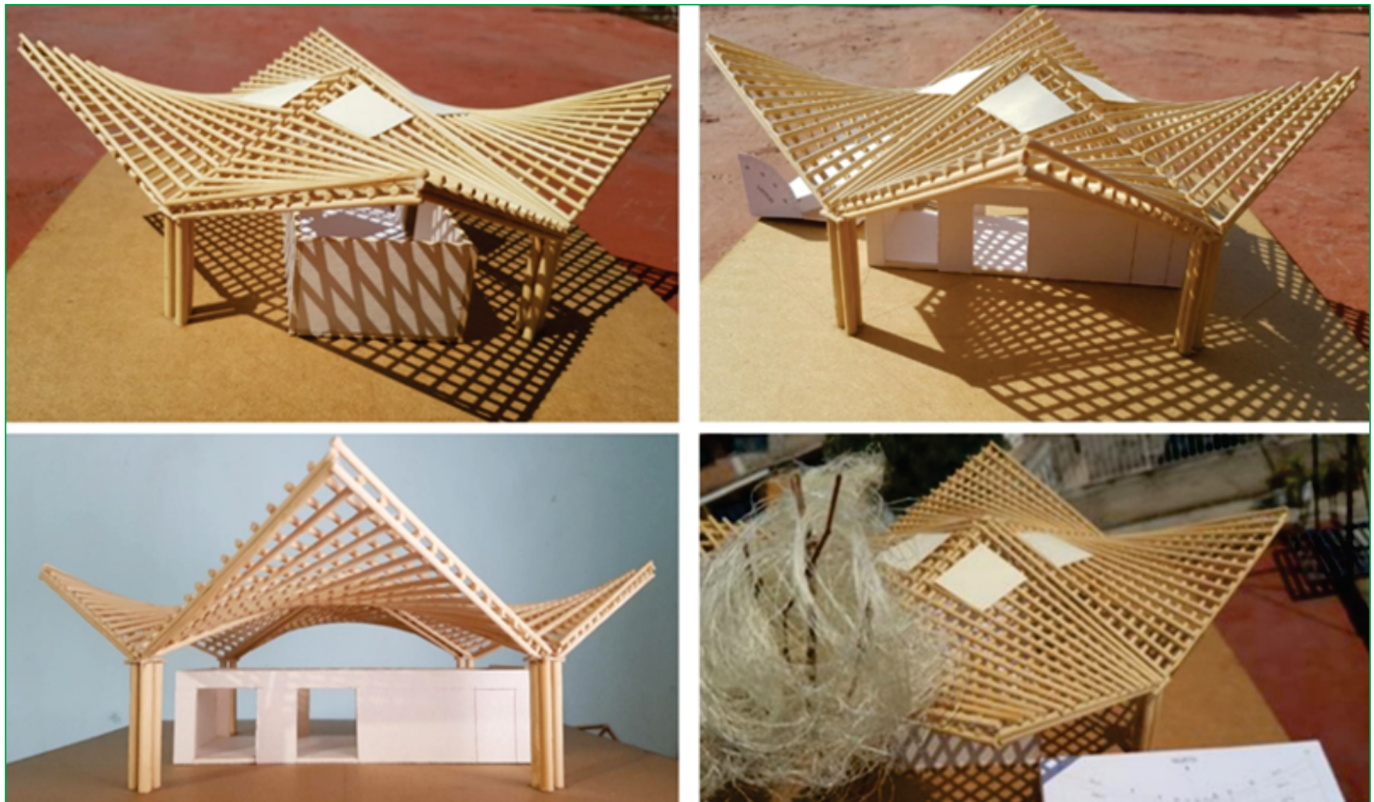


Figura 6.

Maqueta, diseño de estructura en bambú, sobre esta va cubierta de bambú Guadua aculeata. (Martínez, 2020).

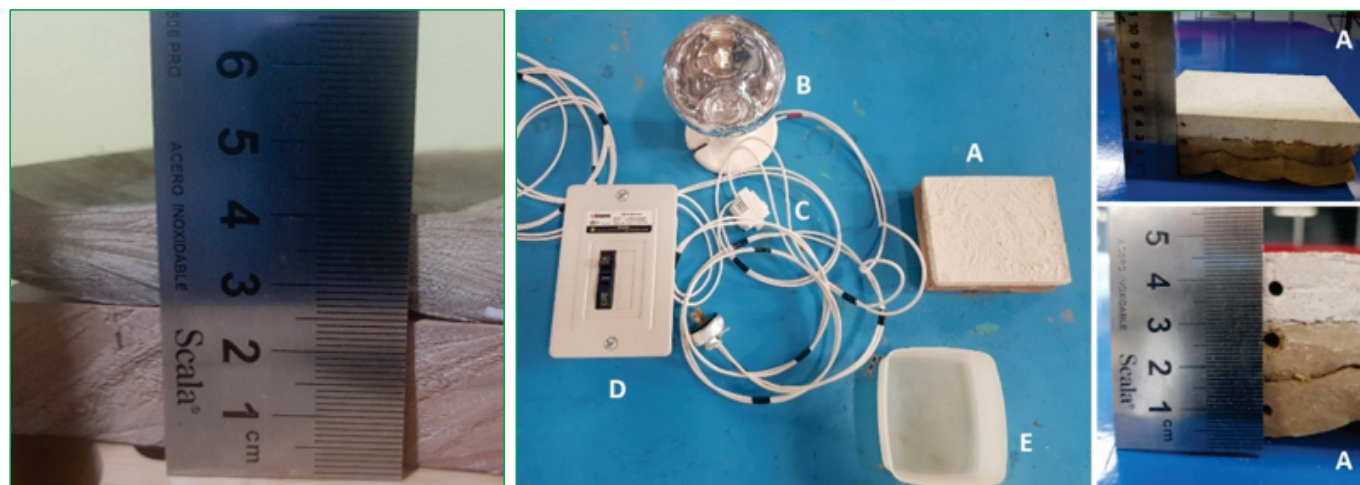


La iluminación natural al interior del edificio con los lucernarios incide en los usuarios del interior del edificio, principalmente en los meses de abril y mayo que son los de mayor temperatura, se proponen dispositivos de bambú, diseño que permite iluminar de forma indirecta o difusa. Será una lámpara de techo colocada en la parte inferior de los tejados. Por ser un clima cálido subhúmedo, se propone una capa de cal como material reflectante, para reflejar los rayos del sol y también para brindar impermeabilización en los meses de lluvia. Se puede aprovechar la radiación del ambiente en la parte superior del techo con lucernarios, y un diseño de techo con bambú para la penetración de la luz natural indirecta. En la fachada sur y oeste hay árboles que impiden la luz solar directa. La mejor orientación en amarillo será hacia el norte, el largo del edificio en la comunidad de Cacahuananche debe estar orientado hacia el norte con un ángulo de

2.5° hacia el este desde el norte, la peor orientación es hacia el sur, por ser un clima agrupado como cálido, húmedo, extremo, debería tener más de sobra. Por este motivo se debe considerar en el proyecto un gran techo y árboles para ganar sombra durante la mayor parte del año (Martínez, 2023). Algunas de las estrategias aquí recomendadas son: una distribución con orientación norte-sur y un eje largo este-oeste, ventilación constante. En locales con galería se recomienda un techo macizo por encima de las 8 horas de retardo térmico. Las aberturas deben ser pequeñas. Considerando las estrategias anteriores, se recomienda utilizar materiales de origen natural de la zona comunitaria de Cacahuananche, estos materiales funcionan mejor con un buen diseño bioclimático. Por diseño Sistema de techo formado por cuatro paraboloides hiperbólicos con tres capas de materiales: bambú *Guadua aculeata*, Arcilla, Cal.

Figura 7, Figura 8.

Espécimen y equipo eléctrico para prueba de conductividad térmica.



2. Prueba de conductividad térmica

2.1 Descripción del método y especificación de los materiales y espécimen.

El estándar ASTM C518 cubre la medición de la conducción térmica en estado estacionario a través de muestras de placas planas utilizando un aparato medidor de flujo de calor (ASTM, 2020). Este método de prueba consiste en medir la conducción térmica en estado estacionario a través de especímenes de placa plana utilizando un aparato medidor de flujo de calor.

Este método de prueba proporciona un medio rápido para determinar las propiedades de transmisión térmica en estado estacionario de aislamientos térmicos y otros materiales con un alto nivel de precisión cuando el aparato ha sido calibrado adecuadamente. Para la prueba se utilizó un espécimen 14x12cm, con paredes 1.5 cm de la especie bambú *Guadua aculeata*, se utilizaron tablas de bambú de 4.5 cm de ancho, esta se tomó de la parte media del cúlmo total del bambú, hay que destacar que la parte más dura, la capa exterior se colocará por la parte inferior

de la cubierta de la biblioteca, esta parte es la más dura en la sección transversal, por lo que se puede observar en la figura 7; este material se estuvo secando a los rayos del sol y sombra por un período de tres meses, fue tratado e inmunizado por inmersión.

La figura 8A muestra el espécimen con sus tres capas de materiales naturales, de la parte superior a inferior está compuesto por: bambú *Guadua Aculeata*, arcilla, cal extraída y cocida de forma artesanal en la comunidad de Cacahuananche, esta es la cubierta sobre la estructura de paraboloide hiperbólico de la biblioteca.

La figura 8B es un foco incandescente tipo reflector para conservar alimentos calientes, modelo BR40/CL, Potencia: 250W, tensión: 127V frecuencia de operación de 60Hz, base: E27 material vidrio espejado, temperatura de color: blanco cálido, ángulo de apertura: 180°, Flujo luminoso: 15,000 lm, Factor de potencia: 1, vida útil: 5,000 horas, protección contra el ambiente: IP50; con este foco se tienen temperaturas por arriba de los 40°C sobre el espécimen.

La figura 8C es un regulador de voltaje de 127 Volts, modelo 7120 de la marca CORSA.

La figura 8D presenta un Interruptor termomagnético para prevenir algún corto circuito.

La figura 8E, es un toper de plástico de 12x12 x5 cm, sobre el cual estará colocado el espécimen. Para determinar la conductividad térmica se utilizaron cinco termopares marca Szzijia - Sensor de temperatura de termopar tipo K de 1m (50 ~ 700 °C) de varilla fina; tres van en el interior de cada capa respectivamente, (Figura 10), y la figura 10 muestra dos termómetros modelo SDL200 marca EXTECH instrumentos con 4 canales de termopar.

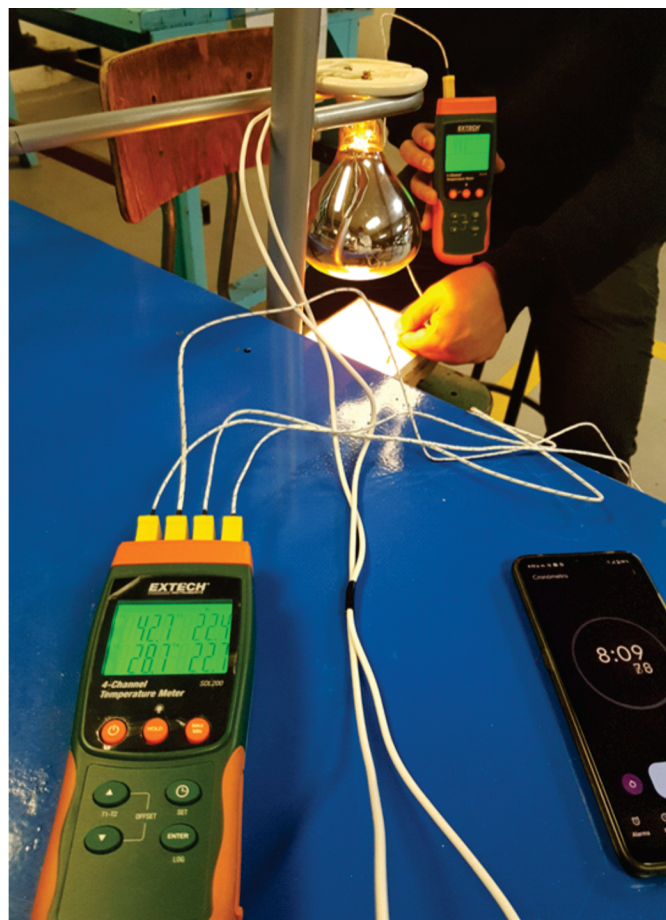
2.2 Procedimiento de la prueba de conductividad térmica

Para el procedimiento de la prueba de conductividad térmica consideramos dos datos climáticos de la comunidad de Cacahuananche Guerrero: el clima cálido subhúmedo Koppen, Garcia (2004) se

deterterminó de acuerdo con la clasificación climática Koppen-García (1973). En la figura 3 el récord de temperatura más alta en el año es de 44° C. Esta prueba se realiza en el laboratorio de termo fluidos del Departamento de Energías, división Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

Figura 10.

Espécimen, foco incandescente, termopares varilla delgada.



La figura 10 muestra dos medidores con las temperaturas, uno de estos registra la temperatura 0, es el foco incandescente con 44°C del mes de mayo, siendo este el más cálido, el termopar TP-1 igual a temperatura 44°C está sobre la parte superior de la capadecal (nivel superior de la cubierta), termopar TP-2 iguala 42.7°C registra la temperatura interna en la cal, el termopar TP-3 igual a 28.7°C registra la temperatura interna en la arcilla, termopar TP- 4 iguala 22.7°C, registra la

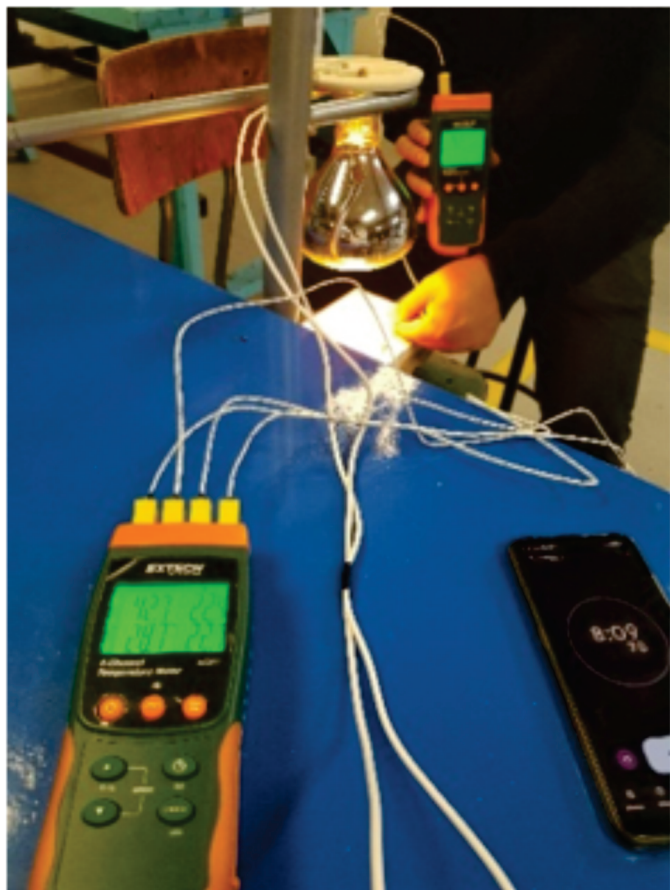
temperatura interna en el bambú *Guadua aculeata*, TP- 5 iguala 22.4°C, registra la temperatura nivel inferior en el bambú *Guadua aculeata* (nivel inferior de la cubierta de bambú), la temperatura 6 es el espacio entre el edificio y la cubierta son seis metros de altura de piso a cubierta. En la figura 12 se muestran dos termómetros con las temperaturas, uno de estos registra la temperatura 0, es el foco incandescente con 48.2°C del mes de mayo, siendo este el más cálido, el termopar TP-1 igual a temperatura 48°C; esta se reguló a ser más alta que la temperatura del mes cálido para probar la conductividad térmica de la cubierta, se dispuso sobre la parte superior de la capa de cal (nivel

superior de la cubierta), termopar TP-2 iguala 42.0°C registra la temperatura interna en la cal, el termopar TP-3 iguala 29.2°C registra la temperatura interna en la arcilla, termopar TP- 4 igual a 22.6°C registra la temperatura interna en el bambú *Guadua aculeata*, TP- 5 iguala 22.1°C registra la temperatura nivel inferior en el bambú *Guadua aculeata* (nivel inferior de la cubierta de bambú).

La temperatura 6 es el espacio entre el edificio y la cubierta son seis metros de altura de piso a cubierta. Estas son pruebas preliminares, se realizaron más con resultados parecidos como se puede evidenciar en la Tabla 1.

Figura 11, Figura 12.

Prueba de conductividad térmica, Laboratorio de Termo fluidos, UAM Azcapotzalco. Ciudad México. 2022.



Resultados y discusión

Tabla 1.
 Resultados de prueba de conductividad térmica, 48.6° centígrados.

Material	No.	T (°C)	Y (mm)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)
Foco incandescente	0	48.6	65.0	48.6	48.6	48.6	48.6
Nivel superior Cal	TP-1	48.6	55.0	48.6	48.6	48.6	48.6
Cal-Interno	TP-2	42.1	47.5	42.0	42.0	42.3	42.1
Arcilla-Interno	TP-3	29.8	32.5	29.6	29.7	30.3	29.5
bambú <i>Guadua aculeata</i> Interno	TP-4	23.3	17.5	23.0	23.2	23.3	23.5
Nivel inferior bambú <i>Guadua aculeata</i>	TP-5	21.9	10.0	22.1	21.5	22.9	21.0
Espacio Interior	6	21.9	0.0	21.9	21.9	21.9	21.9

T= Temperaturas

Y= Espesor y altura a la que se colocó el termopar en milímetros

TP= Termopar

0= Foco incandescente

La tabla 1 muestra temperaturas reguladas a un rango de temperatura superior a la del mes más cálido, que es mayo, se reguló el foco incandescente 0 (Altura 65 mm), hasta alcanzar una temperatura de 48.6°C en las cinco pruebas con temperaturas T, T1, T2, T3, T4, el termopar TP-5 es el Nivel inferior bambú *Guadua aculeata* muestra una temperatura regular con poca variación, como se puede observar para este caso de investigación, el bambú *Guadua aculeata* presenta una Temperatura con poca variación como se puede ver:

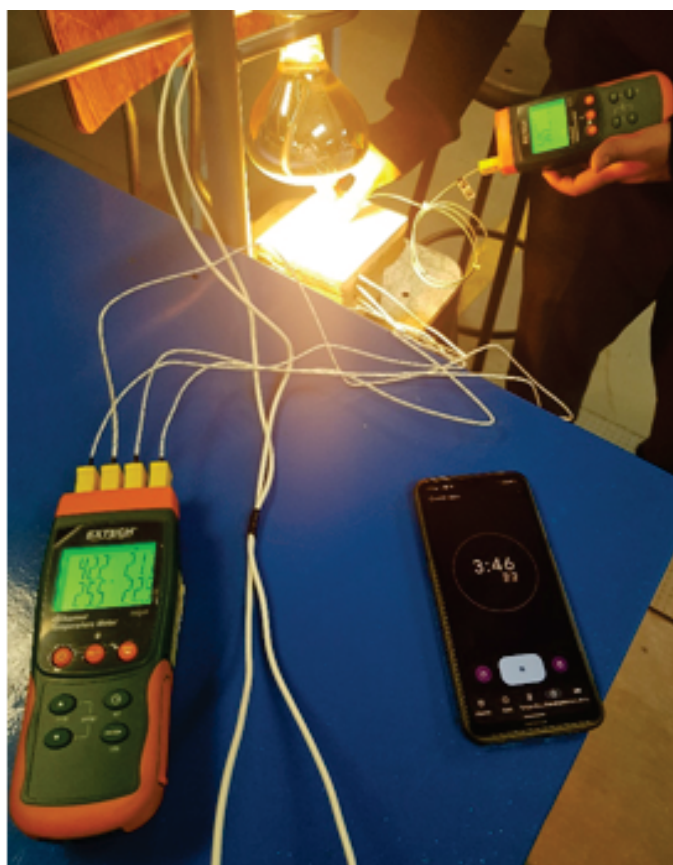
T=21.9° C, T1=22.1°C, T2=21.5°C, T3=22.9°C, T1=21.10 °C.

La temperatura de la cubierta de bambú en su parte inferior es muy regular, con la diferencia de 1°C. No habrá conductividad térmica hacia el interior de la biblioteca.

La figura 12 muestra TP-2 igual a 40.0°C registra la temperatura interna en la cal, el termopar TP-3 igual a la

24.7°C registra la temperatura interna en la arcilla, termopar TP- 4 igual a 22.3°C registra la temperatura interna en el bambú *Guadua aculeata*, TP- 5 igual a 21.6°C registra la temperatura nivel inferior en el bambú *Guadua aculeata* (Nivel inferior de la cubierta de bambú), la temperatura 6 es el espacio entre el edificio y la cubierta, son seis metros de altura de piso a cubierta. La figura 14 muestra dos termómetros con las temperaturas, uno de estos registra la temperatura 0 es el foco incandescente con 50,5 °C del mes mayo siendo este el más cálido, el termopar TP-1 igual a temperatura 50.5 °C está sobre la parte superior de la capa de cal (nivel superior de la cubierta), termopar TP-2 igual a 42.2°C registra la temperatura interna en la cal, el termopar TP-3 igual a 25.5°C registra la temperatura interna en la arcilla, termopar TP- 4 iguala 22.5°C registra la temperatura interna en el bambú *Guadua aculeata*, TP- 5 igual a 21.7°C registra la temperatura nivel inferior en el bambú *Guadua aculeata*. Con esto, aún elevando la temperatura del foco incandescente a 50.5°C, la temperatura del bambú se mantiene en 21.7°C dentro de lo que será espacio interior de la biblioteca cercano al límite inferior del confort higrotérmico; según Givoni (1969), los parámetros recomendados para el confort higrotérmico interior de verano son de 20° a 27 °C; considerado el flujo constate de la ventilación el edificios se mantendrá en confort aún en los meses más cálidos.

Figura 13, Figura 14.
Prueba térmica a 50°grados centígrados.



Conclusión

El uso de tablillas bambú *Guadua aculata* en la cubierta integrado de cal y arcilla presenta una alternativa para reducir el impacto ambiental negativo debido al uso de cemento en la construcción. Se puede obtener aislamiento térmico, lograr tener confort higrotérmico para el usuario en la biblioteca la temperatura del bambú se mantiene en 21.7°C dentro de lo que será espacio interior de la biblioteca cercano al límite inferior del confort. El presente artículo presenta solo algunas pruebas, se realizarán más a cada capa de material por separado para determinar la conductividad térmica de los materiales. Se calculará con fórmula la conductividad térmica de la cubierta de bambú, con arcilla y cal, una vez obtenido estos resultados se podrá procesar en Software Desing Builder-EnergyPlus, modelar, analizar la biblioteca con bambú y visualizar su balance térmico, falta el análisis de balance térmico del edificio procesando los datos térmicos del material compuesto. Esta Investigación fue reconocida por el PENUMA-ONU,

concurso “Innovación para los nuevos estilos de vida sostenibles”, México, Perú, y Colombia (Flores, 2020).

Agradecimientos

Al Director de la Tesis Dr. Héctor Valerdi Madrigal, al Codirector de tesis Mtro. Roberto Gustavo Barnard Amosourrutia del Postgrado en Arquitectura Bioclimática, Ciencias y artes para el diseño Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco México, al dr. Pedro Rosas Quintero, asesor en pruebas de conductividad térmica de Ciencias Básicas e Ingeniería, Departamento de Energía de la Universidad autónoma Metropolitana Azcapotzalco, al dr. Eduardo Sánchez Ruiz por la caracterización taxonómica del bambú *Guadua aculeata*, Ika Bambú empresa de construcción y diseño en bambú por facilitar el bambú *Guadua aculeata* para pruebas. Sobre todo, doy gracias a Dios, a mi familia y amigos de mi bella comunidad Cacahuananche por impulsarme a realizar la presente investigación.

Referencias

- Amaro, E. G. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. En E. G. Amaro, Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. (pág. 77). Ciudad de México, México.: UNAM.ASTM. (2020).
- ASTM International . Recuperado el 21 de Enero de 2023, de <https://www.astm.org>
- Givoni, B. A. (1969). Man, Climate and Architecture. Elsevier Architectural Science Series. Editor Henry J. Cowan; Professor of Architectural Science; University of Sydney. 444-20039-8. *Library of Congress Catalog Card* 69-15822.
- Flores, I. G. (2020). *alephuamazcapotzalco.wordpress.com*. Recuperado el 25 de Enero de 2021, de <https://alephuamazcapotzalco.wordpress.com>.
- Martínez, C. U. (2020). Análisis climático Cacahuananche Municipio Guerrero. Arcelia: UAM.
- Martinez, C. U. (2023). *Análisis de confort higrotérmico en un diseño bioclimático con bambusoidae Guadua aculeata para una biblioteca comunitaria en Cacahuananche municipio de Arcelia Guerrero, México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Ciencias y Artes para el Diseño, Unidad Azcapotzalco.
- Meteornom. (2020). *Meteornom.com*. Recuperado el 17 de Marzo de 2021, de <https://meteonorm.com/en/>
- Olgyay, V. (2004). *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*.
- Ruiz, E. S. (2018). *cienciamx noticias*. Recuperado el 23 de 08 de 2023, de <http://www.cienciamx.com/>
- Sociedad de educadores en ciencias de la construcción, 2021. sbse.org. Available at: [/www.sbse.org/resources/climate-consultant](http://www.sbse.org/resources/climate-consultant)

Estudio de caso de las condiciones de habitabilidad en la periferia urbana del Distrito Capital, caso del barrio Quiba Alta, Bogotá, Colombia

Luis E. Yate¹, Gabriel H. Carvajal², Rosendo Zambrano³, Luis R. Martínez⁴

¹ SENNOVA CTCM Línea de Construcción Sostenible, Distrito Capital, Bogotá, Colombia. leyate@sena.edu.co

² Universidad del Cesar, Ingeniería Ambiental, Bogotá, Colombia. ghcarvajal@sena.edu.co

³ Línea Energías Renovables, SENA, Distrito capital, Bogotá, Colombia. Rzambrano@sena.edu.co

⁴ Laboratorio de suelos y concretos, SENA CTCM, Distrito capital, Bogotá, Colombia.

Resumen

Las dinámicas sociales y los desplazamientos forzados conducen a la formación de asentamientos informales, donde se perciben y agudizan las peores condiciones de habitabilidad y la falta de servicios básicos. Bajo esta premisa y en contexto con estudios realizados sobre el tema, se llevó a cabo la presente investigación, que se enfoca en explorar las condiciones de vida de una vivienda rural popular ubicada en vereda de Quiba Alta del Distrito Capital; para ello se empleó una estrategia metodológica de enfoque cualitativo, abordando la caracterización detallada de la vivienda seleccionada como caso de estudio. Se evidenciaron sus condiciones constructivas, de espacialidad, sus matrices funcionales y las características biofísicas y de esta manera poder realizar un análisis socio-cultural y su correspondencia con la calidad de vida de quienes en ella residen. Entre los resultados destacados, se observó que la vivienda popular, concebida como una objeto social, cultural y económico, busca cumplir con la necesidad básica del ser humano de ocupar o residir en un espacio, aunque la vivienda se considere una unidad de carácter temporal, a causa de las problemáticas sociales, culturales, económicas y políticas, se vuelve de alguna manera en un refugio permanente. Se espera que los resultados emanados del presente estudio ayuden a fortalecer nuevas fuentes y criterios que permitan orientar la construcción de espacios habitacionales sostenibles con una adecuada correlación entre las necesidades internas y el exterior.

Palabras clave: Periferia, habitabilidad, vivienda popular, ruralidad, construcción sostenible.

Abstract

Social dynamics and forced displacement lead to the formation of informal settlements, where the worst living conditions and lack of basic services are perceived and exacerbated. Under this premise and in context with studies carried out on the topic, the present investigation was carried out, which focuses on exploring the living conditions of a popular rural home located in the Quiba Alta neighborhood of the capital district. To do this a qualitative approach methodological strategy was used, addressing the detailed characterization of the home selected as a case study. Its construction conditions, spatiality, functional matrices and biophysical characteristics were evident and this way, a socio-cultural analysis and its correspondence with the quality of life of those who reside there were evident. Among the highlighted results, it was observed that popular housing, conceived as a social, cultural and economic object, seeks to fulfill the basic need of the human being to occupy or reside in a space, although the home is considered a temporary unit. Due to social, cultural, economic and political problems, it somehow becomes a permanent refuge. It is expected that the results obtained will contribute to enriching new sources and criteria that allow guiding the construction of sustainable living spaces with an adequate correlation between internal and external needs.

Keywords: Periphery, habitability, popular housing, rurality, sustainable construction.

Introducción

En la actualidad, nuestro territorio nacional presenta una problemática evidente en cuanto al tema de seguridad en las zonas rurales, sin ánimo de adentrarse en discusiones políticas o culturales, es un hecho indudable que en el marco de la política de “paz total” propuesta por el gobierno en ejercicio, la cual incluye acercamientos y acuerdos con grupos armados al margen de la ley, se percibe un retroceso en la percepción de seguridad ciudadana y en la presencia del estado en los territorios rurales, con lo cual se agudiza las problemáticas de desplazamiento, afianzando el terreno a escenarios donde se padece la inequidad y la desigualdad social, fruto del hacinamiento, que presentan los centros urbanos, que reciben a desplazados y migrantes, sin poder ofrecer una adecuada infraestructura de servicios básicos, lo cual profundiza el desequilibrio social. Este desafío se relaciona de manera directa con la habitabilidad de la vivienda en la periferia de las grandes urbes, en especial de Bogotá, ya que como lo plantea Ernesto Cuellar, “la problemática de asentamientos ilegales se presenta en 13 de las 20 localidades del distrito” (Cuéllar Melo, 2018), por lo cual se infiere que este problema tiene raíces históricas, siendo un fenómeno que en nuestro país data de finales del siglo XIX, que se agudizó a mediados del siglo pasado con el surgimiento de la violencia política y la subsecuente guerra de guerrillas. Con el tiempo esta metamorfosis del territorio ha conducido a instaurar nuevas políticas para el desarrollo territorial, lo que incita al aumento de los conflictos demográficos que propician a la migración de la población rural, hacia los grandes centros industrializados en busca de salvaguarda su vida, de recuperar espacios habitables y mejores oportunidades de empleo.

En la actualidad, los movimientos sociales y el establecimiento de poblaciones migrantes en busca de mejores condiciones de vida pueden resultar en situaciones de desequilibrio, marcadas por el hacinamiento y la falta de servicios básicos. Estos aspectos intensifican la inequidad y la disparidad social, bien lo explica Margalef R., al decir que “Aún con la mejor

voluntad –en virtud de consideraciones más o menos ajenas al simple imperativo biológico- puede ser muy difícil evitar que la dinámica en una especie con las características de la humana, en lo que concierne al acceso a los diversos recursos y al uso de los mismos, no contribuya a engendrar diferencias de poder y calidad de vida entre individuos y grupos de los mismos. Su resultado previsible es que los grupos más beneficiados estarán formados por individuos menos numerosos que los grupos que acaban disponiendo de menos recursos y menos poder.” (Margalef, 2005), con este contexto la administración pública busca implementar acciones que den respuesta a lo planteado en la segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (ONU) donde se abordaron los temas de “vivienda adecuada para todos” y “asentamientos humanos viables en un mundo que se urbaniza rápidamente” (Walker, 2005), pues en esta cumbre, se establece el hecho de en 1996 la mitad de los habitantes del planeta viven en centros urbanos y que más de 1000 millones de personas se encontraban en déficit habitacional digno, y más de 100 millones carecen de ella, y según las proyecciones para 2025, dos tercios de la población mundial vivirán en ciudades. (ONU, 1996).

En los documentos mencionados se consagra el derecho a la vivienda para todos y a asentamientos humanos sostenibles en un mundo que está experimentando un creciente y descontrolado proceso de urbanización. El objetivo es garantizar una vida saludable y productiva en equilibrio con la naturaleza. En el caso de Latinoamérica que busca establecer lineamientos proyectuales que estén en capacidad de brindar respuestas a la problemática concernientes con el desarrollo de la vivienda popular y su habitabilidad, que promuevan calidad de vida y el desarrollo sostenible de las comunidades y su entorno, se requiere de mayor voluntad y una mejor formulación de las propuestas académicas y de las políticas de gobierno, para que la implementación de políticas sociales y ambientales sean parte integral de la planificación del territorio y del progreso económico de los países en desarrollo.

En Colombia, el gobierno ha promulgado y establecido políticas de Estado dirigidas a alcanzar metas y objetivos universales de vivienda digna. Recientemente, la Ley 2079 de 2022 estableció como objetivo "reconocer la política pública de hábitat y vivienda como una política de Estado que diseñe y adopte normas destinadas a complementar el marco normativo dentro del cual se formula y ejecuta la política habitacional urbana y rural en el país, con el fin de garantizar el ejercicio efectivo del derecho a una vivienda y hábitat dignos para todos los colombianos"(Colombia, 2021). De este modo, tanto el Estado como las organizaciones no gubernamentales y las empresas privadas trazan una ruta estratégica para dar prioridad a políticas públicas y programas que benefician principalmente a la población afectada por situaciones como la pobreza, el desplazamiento, la incidencia de desastres naturales, calamidades públicas o emergencias, y/o que reside en áreas de alto riesgo no mitigable. En otras palabras, en Colombia se aborda la ineficacia en la realización del derecho a la vivienda mediante la promulgación de leyes que buscan proporcionar espacios y territorios con condiciones habitables dignas. Sin embargo, esta legislación está lejos de contrarrestar la realidad de las comunidades más vulnerables, cuyos derechos humanos se ven constantemente vulnerados. Esto se debe a que el déficit de vivienda se enfrenta desde una perspectiva cuantitativa, la cual no aborda la complejidad multidimensional de la problemática nacional.

La situación descrita no es ajena a la ciudad de Bogotá, que enfrenta extensos asentamientos informales en áreas rurales y periféricas vulnerables. Estos aspectos son la base que justifica la realización del presente estudio de caso en el barrio Quiba Alta, de la Localidad de Ciudad Bolívar, en el Distrito Capital. Los objetivos propuestos se centran en evidenciar y comprender la 'habitabilidad de la vivienda rural en la periferia', utilizando la observación directa y la participación activa mediante exploraciones en dichos asentamientos, ya que este tipo de viviendas ha surgido debido a la invasión del territorio, desdibujando y

transformando el entorno en asentamientos informales no planificados. Además, estas viviendas se encuentran ubicadas en zonas de riesgo social y ambiental, lo que las convierte en población vulnerable, agudizando las condiciones de pobreza, al aumentar las necesidades básicas insatisfechas y falta de oportunidades por causa del desplazamiento forzado.

Metodología

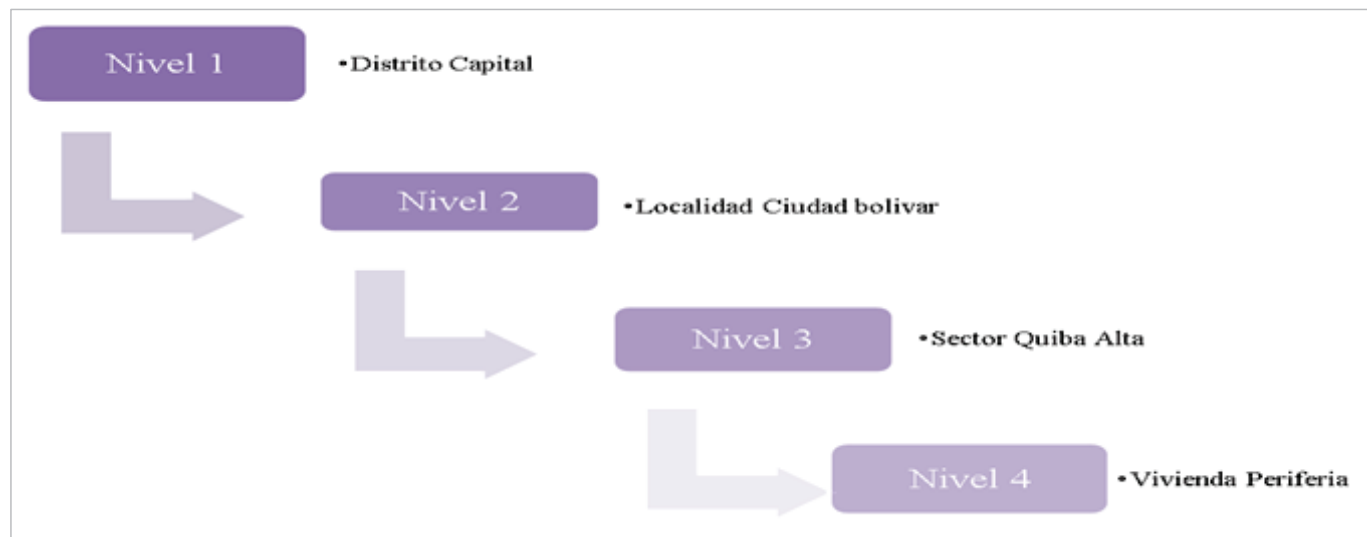
La investigación actual adopta un enfoque descriptivo y exploratorio, basándose en el método inductivo. Se implementó una metodología cualitativa respaldada por la estrategia de estudio de caso, con el propósito de identificar y comprender las características y condiciones de habitabilidad de una vivienda popular. Se busca que estas características sean representativas no solo del asentamiento Quiba Alta, sino también de otras viviendas populares en zonas rurales del distrito con entornos similares.

Para recopilar información, se emplearon fuentes documentales y vivenciales. Las técnicas utilizadas en el trabajo de campo incluyeron entrevistas y observación, como se detalla a continuación:

- Entrevistas a residentes y vecinos de la vivienda objeto de análisis en el barrio Quiba Alta.
- Entrevista al arquitecto de la Secretaría del Hábitat.
- Datos y estadísticas del DANE y la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá.
- Observación directa en el barrio.

En cuanto a la muestra y la unidad principal de análisis, se centran en una vivienda popular periférica ubicada en el Sector rural de Quiba Alta de la localidad de Ciudad Bolívar, en el Distrito Capital de Bogotá. Se trata, por lo tanto, de un caso único con múltiples unidades de análisis Tipo 3, según se indica en la Tabla 2 y se representa en la Figura 1.

Figura 1.
Niveles de Investigación.



Fuente propia, a partir de (Sarabia, 1999).

Revisión de la Literatura

En esta sección se exponen los hallazgos de varios estudios llevados a cabo en el campo de la habitabilidad de la vivienda, destacando factores clave asociados a este tema, ver Tabla 1.

Tabla 1.
Análisis literatura: Conceptos de habitabilidad y vivienda popular. Elaboración propia

Autores	Objetivos de la investigación	Metodología	Resultados obtenidos
Alba Carrasco;	Título: “De la vivienda de interés social al hábitat sostenible: un estudio para Bogotá” (Carrasco Sajai, 2011). Exploración del espacio en la vivienda social y su impacto en la calidad de vida y desarrollo urbano.	Se llevó a cabo análisis del desarrollo de vivienda urbana de iniciativa estatal por medio de 5 proyectos de VIS, en la ciudad de Bogotá.	En resumen, se propone realizar un estudio que interprete los anhelos, aspiraciones y expectativas de los habitantes y de esta manera orientar la acción en el ámbito de la vivienda social mejorando la calidad de vida para que se pueda apreciar y valorar, la utilidad afectiva.
Angélica Patricia Camargo Sierra & Adriana Hurtado Tarazona;	Título: “Urbanización informal en Bogotá: agentes y lógicas de producción del espacio urbano” (Camargo Sierra, 2013). Análisis de cómo ciertas características del diseño influyen en la habitabilidad de la vivienda	Se partió de datos recogidos en investigaciones previas sobre crecimiento de informalidad, se analizó el crecimiento reciente con base en datos del censo de edificaciones realizado por el DANE. Se complementó con datos de estudios de la Caja de Vivienda Popular y expedientes de legalización de la Secretaría Distrital de Planeación, para encontrar las fechas de origen de los asentamientos.	Se examinó la relación de variables independientes de diseño, como dimensiones físicas, conectividad, circulaciones, seguridad, profundidad y vigilancia, con variables dependientes como placer, tranquilidad, significatividad, funcionalidad e intimidad. En este análisis se identifican relaciones con variables como el área del terreno, el nivel de consolidación del entorno y el nivel de dotación.

Óscar A. Alfonso.	Bogotá Inconclusa: Los estragos de la desigualdad y la segregación socioespacial (Alfonso, 2023).	Se utilizó la técnica de rejilla para explorar aspectos que pueden evaluarse objetivamente mediante la valoración del espacio y sus cualidades.	Este análisis se centra en la habitabilidad de las personas que residen en entornos urbanos. La habitabilidad no es un atributo inherente, sino que se crea y construye, esta construcción de la habitabilidad permite fomentar el desarrollo de una calidad de vida adecuada en el espacio urbano.
Ernesto Camilo Cuéllar Melo.	“Proliferación de asentamientos ilegales en Bogotá D.C.” (Cuéllar Melo, 2018). Se realiza un análisis de los desafíos enfrentados por la Alcaldía Mayor de Bogotá y sus instituciones en la formulación de políticas públicas, programas o proyectos para abordar y controlar la ocupación ilegal.	Se realizó una comparación de los modelos representativos utilizados en la toma de decisiones en políticas públicas, basándose en casos específicos y ejemplos que ilustran los fenómenos que afectan los procesos y las condiciones de habitabilidad en Bogotá.	La integración de diversos indicadores en un índice de condiciones de habitabilidad permitió determinar donde se encuentran las condiciones más favorables de habitabilidad en los casos estudiados exhiben características propias de la periferia urbana, donde se ha experimentado un crecimiento rápido y desordenado, lo que conlleva a la coexistencia de actividades urbanas y rurales.
Lizeth Daniela Gelves Espinosa,	Vivienda y Pobreza: Una Relación Intrincada. Marco Conceptual y Caracterización de Bogotá. (Gelves Espinosa, 2011).	Se emplea la encuesta de calidad de vida del 2007 como fuente, específicamente en el caso de Bogotá, con el propósito de examinar algunas de las características clave de la relación entre el déficit de vivienda y las variables de pobreza, tanto cuantitativas como cualitativas.	Al concluir la revisión de este estudio de caso, se destaca la importancia de que la vivienda contribuya a objetivos económicos y sociales, trascendiendo su concepto básico y posibilitando la integración de la población con la ciudad.

Tabla 2.

Diseño del Estudio de Caso. Elaboración propia, con base en: Alonso (Alonso).

1. Tipo 1: Un único caso con una única unidad de observación.
2. Tipo 2: Un único caso con más de una unidad de observación.
3. Tipo 3: Más de un caso con una única unidad de observación.
4. Tipo 4: Más de un caso con más de una unidad de observación

Unidad de Observación (Holística)	Caso único	Caso múltiple o más de un caso
Simple	Tipo 1	Tipo 2
Múltiple (varios aspectos)	Tipo 3	Tipo 4

Cuadro 1. *Diseño de casos, elaborado en base a Alonso, J. C., (Alonso, 2003)*

Se establecieron los siguientes criterios para la selección del caso:

- (1) Que esté ubicado en un sector de asentamiento informal rural en el Distrito Capital, con población por debajo de la línea de pobreza.
- (2) Que las viviendas no satisfagan los requisitos de habitabilidad.
- (3) Que los habitantes estén dispuestos a colaborar con el estudio.

Con base en estos criterios, se seleccionó un caso único en el sector periférico de Quiba Alta, en la zona rural de Ciudad Bolívar, Distrito Capital de Bogotá, categorizado en los estratos 1 y 2, que, de acuerdo con el departamento nacional de estadística, *“Los estratos socioeconómicos en los que se pueden clasificar las viviendas y/o los predios son 6, denominados así: 1. Bajo-bajo 2. Bajo 3. Medio-bajo 4. Medio 5. Medio-alto 6. Alto”* (DANE, 2020). El sector objeto de estudio se caracteriza por la proliferación de asentamientos informales, originados por la llegada de población desplazada a causa de la violencia. En este lugar, las

viviendas no cumplen con las condiciones de habitabilidad, y algunos de sus habitantes accedieron a proporcionar la información necesaria para esta investigación.

Por tanto, este caso permitirá explorar las teorías existentes en el ámbito de la habitabilidad de la vivienda popular.

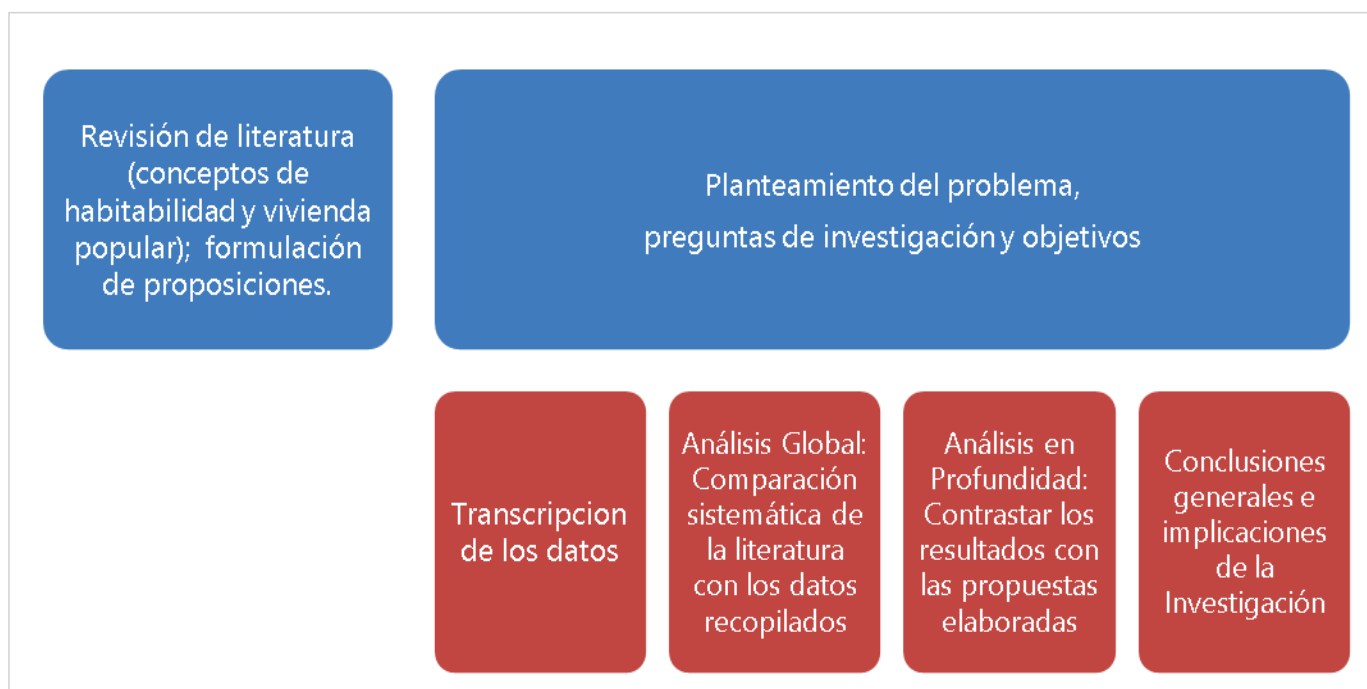
En relación con las condiciones de habitabilidad, las variables estudiadas incluyen:

- Condiciones constructivas.
- Condiciones espaciales.
- Condiciones funcionales.
- Condiciones biofísicas.
- Condiciones socioculturales.
- Calidad de vida de los habitantes.(Moreno Chaparro, 2013)

El proceso metodológico de esta investigación se presenta en el siguiente diagrama:

Figura 2.

Procedimiento metodológico. Elaboración Propia. Basado en Shawn. (Shaw, 1999).



La investigación de campo se llevó a cabo a través de las siguientes etapas:

1. Identificación: etapa donde se define el área objeto de estudio de caso, específicamente el sector de Quiba Alta, en la localidad de Ciudad Bolívar.
2. Visita de Campo: Se realizó una visita al sector, para reconocer la vivienda popular rural seleccionada para el estudio.
3. Compilación de Información: Se verificaron y recopilamos datos cualitativos sobre las condiciones constructivas, las características socioculturales, espaciales y físicas, de la vivienda objeto de investigación.
4. Análisis: La información recolectada se tabuló y procesó para establecer un juicio concluyente sobre las condiciones de habitabilidad de la vivienda seleccionada.

Resultados de la investigación

De conformidad con los objetivos establecidos en este estudio y el análisis de la literatura pertinente sobre asentamientos periféricos urbanos y habitabilidad rural, se puede definir las condiciones de habitabilidad de una vivienda popular como el conjunto de requisitos mínimos que debe cumplir para ser adecuada como lugar de residencia entre los que se incluyen, pero no se limitan a, materiales adecuados, seguridad jurídica de la tenencia, espacio suficiente y acceso a servicios públicos, (UPV, 2017), ya que estos requisitos abarcan también tales como la distribución y proporción de espacios, dotación y equipamiento básico, privacidad, intimidad, higiene, iluminación y ventilación. De igual manera las condiciones físicas comprenden las características arquitectónicas y de urbanismo que configuran la vivienda, incluyendo forma, función, espacio, materialidad y técnicas (Quiroga Martínez, 2009). Por otro lado, los componentes intangibles se refieren a condiciones económicas, socioculturales, familiares y de relación que ocurren en la dinámica

diaria de las viviendas. Por tanto, la gestión adecuada de estos parámetros es el inicio para garantizar que una vivienda cumpla con los estándares de calidad necesarios para permitir un desarrollo adecuado y saludable, contribuyendo así a una calidad de vida digna de sus habitantes.

Es así que se reconoce la importancia de abordar los asentamientos rurales de manera multidisciplinaria, comenzando por una comprensión adecuada del entorno y luego implementando una arquitectura social responsable, como mencionó el arquitecto Alejandro Aravena, creador del conjunto de viviendas Elemental en Chile, *"La arquitectura es dar forma a los lugares donde vive la gente, no es más complicado que eso, pero tampoco más sencillo"* (ESARCO, 2018). Este enfoque se alinea con la perspectiva de Frank Gehry, arquitecto canadiense responsable del Museo Guggenheim en Bilbao, quien sostiene que *"La arquitectura debe reflejar su tiempo y lugar, pero también aspirar a la atemporalidad"*. Para concluir, se comparte la reflexión del arquitecto mexicano Michel Rojkind, realizada en el marco del Foro Boca: *"La arquitectura es un componente más para generar cambios significativos en la sociedad"* (Vielma, 2017).

Características generales de la vivienda popular seleccionada, en el sector de Quiba Alta de la localidad de Ciudad Bolívar, del Distrito Capital.

De acuerdo al censo rural de la Secretaría de Desarrollo Económico de Bogotá, existen 4353 hogares rurales, con una población estimada en 167.887 personas, lo que corresponde al 0,02% de la población total del distrito, 7.907.281 habitantes (Observatorio de Salud de Bogotá, 2023); las localidades de Ciudad Bolívar, Usme y Sumapaz son las de mayor congregación poblacional, con 1368, 1320 y 778 habitantes respectivamente (Secretaría de Desarrollo Económico, 2021).

Sin embargo, como lo establecen Piñeros y Borrero, “tres de cada diez hogares desplazados no tienen acceso a la intervención del Estado o ayuda internacional, dado que no se encuentran registrados o cuyo proceso aún está en trámite”(Mendoza Piñeros, 2012), por lo cual las estadísticas y estudios realizados a la fecha, no cubre la totalidad de hogares presentes en el sector rural o de la periferia del Distrito Capital, más si se tiene en cuenta que este número crece continuamente, esto conlleva a que no haya una respuesta efectiva por parte del estado, para garantizar y asegurar los mínimos vitales para esta población.

Caracterización de las viviendas del sector de Quiba Alta.

- Las viviendas son habitadas por un promedio de 3,4 personas. (UPV, 2017).
- El niveles de educación es muy bajo, por el déficit de cupos escolares en la localidad(Cuervo Pedraza, 2018), el 9,7 % de la población desplazada no sabe leer ni escribir y el 94,5% de los menores no cumplen el ciclo escolar. (UPV, 2017).
- Población de origen campesino principalmente. (UPV, 2017).
- Existe una base muy amplia de niños, niñas y jóvenes y una proporción más alta de mujeres que de hombres en las unidades más adultas, (UPV, 2017).
- En el 83.2% de las familias hay presencia de una víctima de desplazamiento, donde se registra 1,1 eventos victimizantes por persona. (UPV, 2017).

Déficit de vivienda

La población rural del distrito, presenta un alto índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (Feres & Mancero), especialmente en los barrios de asentamientos informales, como es el caso de estudio, el cual evidencia condiciones de pobreza notables.

De acuerdo con el estudio de la ruralidad bogotana-2022, “El déficit de vivienda entendido como el indicador síntesis de las necesidades habitacionales de los hogares, fue de 44,2% en 2021” (Bogotá, 2022), esto se complementa con lo establecido en la encuesta SISBEN III de 2017, “Por localidades, se identificó que

en Ciudad Bolívar el 2,76% de los hogares tienen vivienda con NBI... el 10,08% de los hogares encuestados presentan alguna de las cinco variables que les identifica como Hogar con NBI”, (Garzón Ardila, 2017); tal como se puede apreciar en la Fig. 3, el déficit habitacional en el distrito capital de Bogotá, es del orden del 44,2%, el cual está por encima del déficit nacional que es del 31,0% (DANE, 2021), al desagregar los datos como se muestra en el Cuadro 2, se nota como el déficit habitacional e significativamente más alto en todos los aspectos, lo que indica que se deben replantear las políticas públicas, para los nuevos Planes de Ordenamiento Territorial conocido como POT, por sus siglas, donde se incluya y promueva el derecho a la vivienda digna y se contemple el cumplimiento a la cobertura de las NBI. (DANE, 2018)

Déficit	Distrital	Nacional
Cuantitativo	8,7	7,5%
Cualitativo	35,5%	23,5 %
Total	44,2%	31,0%

Cuadro 2. Comparativa de déficit habitacional. Elaboración propia, a partir de fuentes consultadas (DANE- SDP). Encuesta Multipropósito 2017 y 2021. Cálculos Dirección de Estudios Macro – SDP.

Composición del déficit habitacional en la ruralidad bogotana, 2021 (porcentaje de hogares)

El déficit cualitativo es el indicador de los hogares que residen en viviendas con deficiencias no estructurales, y para las cuales existe la posibilidad de realizar mejoramientos o ajustes que logren alcanzar las condiciones apropiadas de habitabilidad. Es por esto que este indicador cobra relevancia en el sector objeto de estudio, ya que el déficit cualitativo de vivienda presente en la localidad se debe principalmente a que se compone de construcciones informales que invaden los terrenos en situaciones topográficas vulnerables o menos favorables, pues su composición es primordialmente de terrenos áridos y/o erosionados, zonas de colinas irregulares, con gran dificultad para la construcción vertical, estas áreas son comparativamente pobres y propensas a inundaciones periódicas ya que se encuentran por debajo de las cotas de inundación de los cursos de agua, Esto lo explica

Antequera al definir los asentamientos periféricos como barrios ilegales porque surgen sin cumplir los requisitos estatales sobre la constitución de nuevas urbanizaciones (Antequera et al., 2005) . Expuesto esto, se pueden identificar igualmente dos tipologías de asentamientos los de tipo invasión, donde está de por medio la apropiación por vías de hecho, de un terreno público o privado, el cual puede estar incluso dentro de las ciudades, y los asentamientos “piratas”, donde por medio de una transacción de compra-venta obtienen la propiedad del lugar que ocupan, estos generalmente se ubican en la periferia de la ciudad.

La vivienda popular en la zona rural del distrito capital, ha venido creciendo de manera pacífica y pausada, como bien lo establece Carlos Tovar, al exponer que “En Bogotá no ha predominado la formación de los barrios de la ciudad informal por invasión, sino por los procesos de loteamiento derivados de la urbanización pirata”. Debido a esta cualidad estos asentamientos logran más rápidamente su legalización, ya que su crecimiento está más alineado con el cumplimiento normativo de urbanización de los organismos estatales.(Tovar Torres 2007).

Sin embargo, debido a su génesis estos asentamientos carecen de la infraestructura adecuada para acceder a servicios básicos como agua potable, alcantarillado, gas domiciliario y energía eléctrica, igualmente la seguridad jurídica se ve afectada, pues en su mayoría los habitantes de estas viviendas no cuentan con: un documento

registrado que lo identifique como propietario, tampoco se evidencia la existencia de algún tipo de contrato verbal o escrito de arrendamiento, ni mucho menos se cuenta con la sana posesión en el caso de la zona rural; Se establece que los asentamientos rurales del sector de Quiba Alta, Localidad de Ciudad Bolívar, a partir de un análisis de su forma, constitución y organización, se constituye como un asentamiento informal, con características mixtas de invasión y asentamiento “pirata”, por la falta del cumplimiento normativo distrital y regulatorio del ordenamiento territorial Colombiano, su desarrollo ha sido a partir de invasiones de terrenos rurales periféricos al distrito, y de parcelación de terrenos protegidos o con condición de manejo especial, este crecimiento carece de planificación, por lo que en su edificación prima el uso de materiales no aptos o deficientes, los cuales incrementan el riesgo de desastres, por esto se puede inferir claramente que en el sector objeto de estudio, no existen las condiciones adecuadas de habitabilidad, (Bayona, 2005), en cuanto al componente formal arquitectónico de la vivienda, este indica la presencia de espacios físicos inconvenientes y no funcionales, así mismo, las técnicas constructivas emplean materiales inadecuados para la constitución de pisos, paredes, estructuras y cubiertas, lo que incumple los requisitos mínimos de habitabilidad y de satisfacción de necesidades de la población. Se establece la georreferenciación del caso de estudio, teniendo en cuenta que en dicho sector no existe nomenclatura que permita su correcta localización. La información se toma de Google Maps TM.

Figura 3.
Geolocalización del sector de estudio.



Tomada de <https://www.google.com/maps/@4.5447607,-74.17112,13z?hl=es&entry=ttu>.

En la figura 4, se presenta un sitio de referencia de la localidad, el cual corresponde a un desarrollo social y educativo compuesto por una biblioteca y unas aulas para los habitantes del sector, el cual indica claramente el inicio de la ruralidad y de los asentamientos informales

Figura 4.

Biblioteca de la creatividad. Foto de Ivan Triana. (Triana Bohoquez, 2021)



Figura 5.

Contexto del Sector de Quiba Alta, localidad Ciudad Bolívar. Fuente propia.



La figura 5, es un compendio de viviendas situadas en el sector y que se usan como referencia para contextualizar las formas y materiales de construcción presentes en la zona, aquí se evidencia la presencia de construcciones espontáneas y cerramiento de espacios con materiales reciclados e inadecuados para vivienda, las tejas de zinc usadas conforman paredes y cubiertas, al igual que tablones y plástico, la estructura es de madera reciclada y sin ningún tratamiento. La vivienda objeto de estudio se muestra en la figura 6. Los espacios interiores como dormitorio, baño y cocina, son señalados en la figura 7, en ella se evidencia hacinamiento y desorden espacial, de igual manera se muestra el inadecuado cerramiento de cada espacio o sección de la vivienda.

Figura 6.

Vivienda Objeto de estudio. Fuente Propia.



Figura 7. Espacios interiores de la vivienda. Fuente propia.



Las visita al sitio y las actividades familiares se muestran en la figura 8, al igual que se demuestra la falta de infraestructura vial, pues el único acceso es por medio de una camino realizado con escombros.

Figura 8. Entrevista y actividades del núcleo familiar. Fuente Propia.



Condiciones espaciales, funcionales y constructivas de la vivienda

En la Tabla 3 se presenta un resumen de las condiciones espaciales, funcionales y constructivas de la vivienda objeto de estudio. Se elaboró en base a conceptos acopiados de formas o prototipos, más que en estándares de modelos estructurados. Los conceptos encontrados permiten cualificar las diversas variaciones en las características físicas del "espacio construido", el cual no es distintivo de la región, ya que incluye, pero no delimita connotaciones culturales de varias regiones del

país, lo que puede llegar a tipificarse debido al arraigo y repetición cultural (Arango Cano et al., 2018).

Los elementos que se analizaron incluyen la organización en el espacio, la cual está determinada por la jerarquía y disposición de los espacios que en su mayoría se realiza por medio de límites virtuales, definidos por la usanza o función, se observa claramente la falta de los espacios articuladores y las áreas de circulación que definen la estructura en planta de la vivienda.

Tabla 3.

Análisis de las condiciones espaciales, funcionales y constructivas para la habitabilidad en la vivienda popular del caso de estudio.

Variables Dependientes	Parámetros / medida	Resultados
Dimensiones Espaciales mínimas y Proporciones	Superficie útil mínima (m2)	El área no supera los 24 m2.
	Lado mínimo de cada espacio (m)	Los espacios no son del funcionales
	Puntual de cada espacio(m)	Las dimensiones en sus lados no superan los 2,60 m. El mobiliario familiar limita el uso del espacio La altura no supera los 2,25m.
Relaciones Espaciales Interiores	Visuales desde la zona pública a la zona privada.	La visual desde el acceso es nula, En el interior tampoco hay visuales del acceso a las habitaciones.
	Visuales y privacidad en el interior.	las dimensiones de la construcción no permiten un espacio libre, disminuyendo así la privacidad de los habitantes.
Relaciones Espaciales Exterior	Iluminación y ventilación natural directa	El área de las ventanas no supera el 15% del área social, y de servicios(comedor, baño y cocina) El área de la alcoba no alcanza el 15% Solo existe dos ventanas.
	Visuales y Privacidad	No existen visuales hacia las otras viviendas. La visual desde el exterior hacia los espacios interiores de la vivienda es nula.

Elaboración propia. A partir de la revisión sistemática.

En casi la totalidad de los casos, se evidencia el uso de materiales reciclados y de desecho, para la construcción del espacio, el uso de láminas de zinc, láminas de asbesto-cemento desechadas, plástico y tela asfáltica es frecuente para aislar las cubiertas. Los muros se componen en su mayoría de tabloncillos, bloques provenientes de residuos de obras, otra alternativa es el uso de materiales perecederos como bahareque y boñiga de animales, unidos con una mezcla de cemento y cal. En algunos casos, se utilizan medios muros con bloques de cemento sin cumplir con estándares de resistencia. Los mesones de cocina se construyen en concreto sin dosificaciones específicas, y prevalece la existencia de cocinas a base de leña y carbón. Las instalaciones hidrosanitarias, cuando las hay, no cumplen con los requisitos mínimos. Las instalaciones eléctricas son improvisadas, pues provienen de conexiones ilegales, lo que limita el circuito para tomas de corriente y luces, debido a este factor el suministro es intermitente. Se evidencian

técnicas constructivas inadecuadas en estructuras, instalaciones y acabados. Esto lleva a la conclusión de que existe precariedad en la materialidad y en las condiciones físico-espaciales de desarrollo de la vivienda, resultando en condiciones de inhabitabilidad, lo que se traduce en una inadecuada relación entre las necesidades, el entorno y los habitantes.

A partir del análisis, se establece que la estructura de vivienda responde únicamente a la necesidad de habitar, cumpliendo primordialmente la función de actuar como un refugio, sin llegar a ser un espacio habitable digno. En términos de habitabilidad, se comprueban privaciones que están más allá de los contextos físicos, pues debido a las condiciones sociales y los antecedentes de los habitantes, se evidencian modos de vida y hábitos de ocupación, muy dispares, lo que ahonda en la falta de atención del estado y de políticas públicas eficientes para atención de esta población.

Tabla 4.
Condiciones socio-culturales y económicas de la vivienda objeto de estudio.

Variables Dependientes	Parámetros	Resultados
Desarrollo y Consolidación Urbana	disponibilidad de: servicios públicos (energía eléctrica, alumbrado público, y gas domiciliario, alcantarillado y recolección de residuos sólidos) hay acceso a una vía pública pavimentada y dispone de transporte público a menos de 500 metros.	En el sector de estudio la mayoría de viviendas carecen de servicios públicos domiciliarios básicos, y en muchos casos, se evidencian conexiones fraudulentas. No existen vías públicas. El acceso a la movilidad urbana se encuentra a más de 1 kilómetro de distancia a estas viviendas.
Cobertura Social, cultural y económica	Hogares con NBI Inserción laboral Equipamientos complementarios a la vivienda popular	Alto índice de NBI insatisfechas Población mayormente desocupada o con trabajos informales o ilegales. Quienes cuentan con empleo formal tienen su lugar de trabajo ubicado a más de 3 kilómetros del sector.
Psicológica Sentimiento del Habitante	Percepción del espacio de parte de los habitantes Características del espacio interior	Los espacios se confinan en áreas mínimas, desmejorado por la propiedad de mobiliario inadecuado. Los interiores no comunican nada y los residentes experimentan emociones casi ausentes en ellos.
Confort	Características Ambientales Relacionadas con el Entorno Exterior e Interior. Percepción del Aislamiento Térmico. Percepción del Aislamiento Acústico.	La conexión entre interior y exterior se realiza por medio de dos ventanas, que cumplen la función de ventilar naturalmente. El aislamiento térmico, en su mayoría es inexistente, lo cual es suplido por elementos como cobijas y cartón, por su ubicación geográfica hay una alta presencia de vientos y bajas temperaturas durante la noche y la madrugada, en el día la radiación solar es también muy alta, agravado por el uso de materiales que desfavorecen el confort interno de la vivienda. Los materiales no presentan ningún tipo de aislamiento acústico, pues no se logra menguar los niveles de ruido y los sonidos generados por las actividades humanas externas.

Elaboración propia, con base en datos recolectados.

Resultados

El estudio permitió generar un análisis en torno a la habitabilidad para las personas que están en una vivienda en entornos rurales del Distrito Capital de Bogotá, donde la habitabilidad no es transmitida, sino establecida y se construye a partir de estándares que abarcan circunstancias mínimas como aislamiento acústico, térmico y condiciones minúsculas de salubridad. Lo que en caso de darse facilitaría el desarrollo de una calidad de vida dentro del espacio rural del sector de Quiba Alta.

En la revisión de este caso de estudio, se destaca que la vivienda debe contribuir a objetivos económicos o

sociales, de modo que vaya más allá de su mero concepto y posibilite la integración de la población con la comunidad, permitiendo inferir que poseer una vivienda propia otorga al ser humano una posición diferente en la sociedad, al experimentar la sensación de ser propietario de un bien.

La localidad objeto de estudio exhibe características particulares de la periferia urbana, ya que experimenta un crecimiento rápido y desorganizado, generando la coexistencia de actividades tanto urbanas como rurales.

El análisis de la correlación entre las variables de diseño independientes, como dimensiones físicas, conectividad,

circulaciones, seguridad, profundidad y relación con el entorno, con las variables dependientes de agrado, control, significancia, operatividad, funcionalidad y privacidad, en relación con la habitabilidad, permitió evidenciar que en primer lugar se busca suplementar la necesidad de refugio, seguido de la necesidad de privacidad y vigilancia, para luego enfocarse en dimensiones como la funcionalidad y el confort.

Conclusiones

El estudio permitió conocer de primera mano la relación entre el contexto social y el desarrollo del territorio en la periferia, y como no solamente el factor económico se erige como eje fundamental de la ilegalidad y el bajo desarrollo social de la localidad, el análisis del contexto ambiental y cultural de los habitantes de la localidad permite inferir que los espacios interiores de las viviendas, no manifiestan nada de las raíces de sus habitantes y que los sentimientos de frustración y de dolor por la pérdida de su territorio, los hacen sentir que están siendo objeto de injusticias, tanto ahora como en el pasado, lo que contribuye a aumentar la sensación de victimización y por ende la violencia, generando un panorama nada halagüeño para los residentes.

Las condiciones espaciales, funcionales y constructivas de la vivienda popular deben ser el fundamento en la creación del hábitat, y no limitarse simplemente a la construcción de "una caja cerrada con aberturas". Además de garantizar una funcionalidad adecuada, se debe reflexionar sobre quienes ocupan el espacio, considerando sus percepciones, su cultura y su modelo de subsistencia económica. De esta manera, las soluciones deben ser confortables y fomentar la formación de comunidades resilientes, en lugar de solo entornos urbanizados, con disparidades sociales que exacerban los conflictos.

Desde la perspectiva arquitectónica, la habitabilidad en la vivienda popular se presenta como un desafío presente en el diseño, con tiene como objetivo satisfacer las necesidades y aspiraciones específicas de los residentes en condiciones positivas y dignas. La propuesta arquitectónica debe ser coherente con el contexto y el entorno, contribuyendo a generar calidad de vida en los desarrollos sostenibles del territorio.

Este proceso implica la convergencia de voluntades políticas, sociales, económicas y ambientales en la planificación del hábitat. En este contexto, las políticas públicas destinadas al sector de vivienda social rural deben enfocarse en la mejora de las condiciones de habitabilidad y el fomento del desarrollo sostenible, como se ejemplifica en el "caso de estudio de la vivienda popular rural en el sector de Quiba Alta de la localidad de Ciudad Bolívar en el Distrito Capital de Bogotá". Esto implica garantizar soluciones que no solo sean cuantitativas, sino también cualitativas, respondiendo a los procesos tanto individuales como colectivos. Se debe comenzar desde los sectores menos favorecidos y vulnerables de la población, buscando desarrollar la mejor propuesta para el hombre actual y futuro. En última instancia, es importante resaltar la expresión popular significativa: "Tener casa no es riqueza, pero no tenerla es la mayor pobreza".

Siglas

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

ONU: Organización de Naciones Unidas

SDE: Secretaría de Desarrollo Económico

SDHT: Secretaría Distrital del Hábitat y Territorio

SDP: Secretará Distrital de Planeación

UPV: Unidad Para Víctimas

Referencias

- Alfonso, Óscar A. (2023). *Bogotá Inconclusa: Los estragos de la desigualdad y la segregación socioespacial*. Universidad Externado.
- Alonso, Juan Carlos. (2003). *El estudio de caso simple: un diseño de investigación cualitativa*. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales.
- Antequera, Josep, González, Ernesto, & Ríos Osorio, Leonardo Alberto. (2005). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un modelo por construir. Antequera, Josep; González, Ernesto; Ríos, Leonardo." *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un modelo por construir*". *Sostenible?*, maig 2005, núm. 7, p. 93-118.
- Arango Cano, Vanessa, Briceño Pineda, Diva Alexandra, & Niño Corredor, Rigoberto. (2018). Diseño de propuesta para la construcción de Vivienda de Interés Social en barrios populares cercanos a las centralidades de Bogotá: Una propuesta de ciudad sostenible. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15996/1/1.%20Proyecto%20de%20construcci%C3%B3n%20de%20VIS%20en%20Bogot%C3%A1.pdf>
- Bayona, Hernando Carvajalino. (2005). Hábitat popular y programas de mejoramiento: intervenir escenarios en proceso de consolidación. *Revista invi*, 20(53), 108-33.
- Bogotá, Alcaldía Mayor de. (2022). *Caracterización socioeconómica de la población rural bogotana a partir de la Encuesta Multipropósito*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá Retrieved from https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/caracterizacion_socioeconomica_de_la_poblacion_rural_bogotana_em.pdf
- Camargo Sierra, Angélica Patricia & Hurtado Tarazona, Adriana. (2013). Urbanización informal en Bogotá: agentes y lógicas de producción del espacio urbano. *Revista invi*, 28(78), 77-107.
- Carrasco Sajai, Alba. (2011). *De la vivienda de interés social al hábitat sostenible: un estudio para Bogotá*.
- Colombia, Congreso de. (2021). *Ley 2079 de 2021*. Bogotá: Gestor Normativo Retrieved from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=160946>.
- Cuéllar Melo, Ernesto Camilo. (2018). Proliferación de asentamientos ilegales en Bogotá DC. <https://doi.org/https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.38001>.
- Cuervo Pedraza, Olga Milena. (2018). *Acceso Escolar de la Población Víctima del Conflicto Armado Residente en Bogotá. Análisis a partir del Enfoque de Acción sin Daño*, Universidad Nacional de Colombia].
- DANE. (2018). *Necesidades básicas insatisfechas (NBI)*. Retrieved from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>.
- DANE. (2020). *Estratificación socioeconómica*.: Gov.co Retrieved from <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-informacion/estratificacion-socioeconomica>.

- DANE. (2021). *Boletín-tec-deficit-hab-2021*. Retrieved from <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/Boletín-tec-deficit-hab-2021.pdf>.
- ESARCO. (2018). Esarco Arquitectura e Ingeniería. Proyectos y Obras. *Artículos sobre Arquitectura e Ingeniería - Esarco.es*. <https://esarco.es/arquitectura/>
- Feres, Juan Carlos, & Mancero, Xavier. (2001). *El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina*. Cepal.
- Garzón Ardila, Luz Yanira (2017). *Encuesta Sisben III, Boletín 91*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá Retrieved from https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/final_caracterizacion_diciembre_2017.pdf
- Gelves Espinosa, Lizeth Daniela. (2011). Vivienda sostenible como la norma y no la excepción.
- Margalef, Ramón. (2005). El marco ecológico para iluminar la sociedad actual. *Boletín CF+ S(28)*.
- Mendoza Piñeros, Andrés Mauricio. (2012). El desplazamiento forzado en Colombia y la intervención del Estado. *Revista de economía institucional*, 14(26), 169-202.
- Moreno Chaparro, Bryan Alexander. (2013). *Espacio residencial y relaciones sociales estudio en dos proyectos estatales de vivienda en Bogotá*.
- Observatorio de Salud de Bogota, OSB. (2023). Demografía y Salud de Bogotá Región. https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/datos-de-salud/bogota-region/ds_bogotaregion/
- ONU. (1996). Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos: Hábitat II <https://www.un.org/es/conferences/habitat/istanbul1996> .
- Quiroga Martínez, Rayén. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. Cepal.
- Sarabia, Francisco. (1999). Metodología para la investigación en marketing y dirección de empresas. *Madrid, Pirámide*.
- Secretaría de Desarrollo Económico. (2021). *Ruralidad en Bogotá*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá Retrieved from <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/desarrollo-economico/en-bogota-4353-hogares-estan-en-la-ruralidad>
- Shaw, Eleanor. (1999). A guide to the qualitative research process: evidence from a small firm study. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 2(2), 59-70.
- Tovar Torres , Carlos Alberto. (2007). Ciudad informal colombiana. *Bitácora urbano territorial*, 11(1), 53-93.
- Triana Bohoquez, Ivan Eduardo (2021). Biblioteca de la creatividad. Google maps. <https://www.google.com/maps/place/Biblioteca+de+la+Creatividad/@4.5119511,->

74.1627158,3a,75y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipPLXVHfge96fOuhtnTbHN8HbXsU1IFKdFHoPHyT!2e10!3e12!6shttps:%2F%2Fh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipPLXVHfge96fOuhtnTbHN8HbXsU1IFKdFHoPHyT%3Dw216-h100-k-no!7i1386!8i640!4m7!3m6!1s0x8e3fa1e9c5b34eb1:0x3e1750aa91e01e98!8m2!3d4.5119511!4d-74.1627158!10e5!16s%2Fg%2F11p3jd2mgr?entry=ttu

UPV, Unidad Para Víctimas. (2017). *Reporte de Caracterización*. Bogotá Retrieved from <https://www.unidadvictimas.gov.co/es/reportes/37398/>

Vielma, Vanessa. (2017). Entrevista: El Foro Boca, de voz de Michel Rojkind y Bjarke Ingels. *ArchDaily Colombia*. <https://www.archdaily.co/co/884850/entrevista-el-foro-boca-de-voz-de-michel-rojkind-y-bjarke-ingels>.

Walker, Peter R. (2005). Human settlements and urban life: A United Nations perspective. *Journal of Social Distress and the Homeless*, 14(1-2), 65-71.

Revisión de estudios que facilitan el desarrollo sostenible de la periferia urbana de la ciudad de Bogotá: una visión general de las revisiones sistemáticas

Luis E. Yate¹, Gabriel H. Carvajal², Rosendo Zambrano³, Luis R. Martínez⁴

¹ SENNOVA CTCM Línea de Construcción Sostenible, Distrito Capital, Bogotá, Colombia. leyate@sena.edu.co

² Universidad del Cesar, Ingeniería Ambiental, Bogotá, Colombia. ghcarvajal@sena.edu.co

³ Línea Energías Renovables, SENA, Distrito capital, Bogotá, Colombia. Rzambrano@sena.edu.co

⁴ Laboratorio de suelos y concretos, SENA CTCM, Distrito capital, Bogotá, Colombia.

Resumen

El objetivo del presente artículo era llevar a cabo un análisis de las disertaciones, estudios, intervenciones o propuestas académicas destacadas en el ámbito de los desarrollos urbanos y rurales en el Distrito Capital, con el objetivo de ofrecer una visión general de las revisiones sistemáticas, (Valencia Correa, 2022), sobre estudios que puedan influir positivamente en las políticas públicas del distrito y promover el uso sostenible de la periferia de la ciudad de Bogotá. Como resultado del análisis, cuatro publicaciones académicas, dos tesis de maestría y un análisis de caso cumplieron los parámetros de inclusión propuestos en la metodología. Los estudios o intervenciones con mayor proyección para su implementación fueron: *Hábitat Popular y Programas de Mejoramiento: Intervenir Escenarios en Proceso de Consolidación* (Bayona, 2005); *Espacio Residencial y Relaciones Sociales: Estudio en dos proyectos estatales de vivienda en Bogotá* (Moreno Chaparro, 2013); *Urbanismo Sostenible en Proyectos de Vivienda en Bogotá y Sabana* (Gómez Suárez, 2016); *Diseño de Propuesta para la Construcción de Vivienda de Interés Social en Barrios Populares Cercanos a las Centralidades de Bogotá: Una propuesta de ciudad sostenible* (Arango Cano et al., 2018); *La cualificación de la periferia urbana y el espacio público: Una reflexión desde las políticas públicas de Bogotá*, (Ramos Ceballos, 2008). Estas publicaciones podrían haber generado efectos en el medio ambiente y en la economía de las comunidades objeto de estudio. No se tiene información sobre su rentabilidad ni sobre cómo han influido en las disparidades en el ámbito de la ciudad.

Palabras clave: Sostenibilidad; periferia urbana; revisión sistemática, desarrollo.

Abstract

The objective of this article was to carry out an analysis of the dissertations, studies, interventions or academic proposals highlighted in the field of urban and rural developments in the Capital District, with the purpose of offering an overview of the systematic reviews on studies that can positively influence the public policies of the district and promote the sustainable use of the periphery in Bogotá. As a result of the analysis, four academic publications, two master's theses and one case analysis met the inclusion parameters proposed in the methodology. The studies or interventions with the greatest projection for implementation were: *Popular Habitat and Improvement Programs: Intervene Scenarios in the Consolidation Process* (Bayona, 2005); *Residential Space and Social Relations: Study in two state housing projects in Bogotá* (Moreno Chaparro, 2013); *Sustainable Urbanism in Housing Projects in Bogotá and Sabana* (Gómez Suárez, 2016); *Proposal Design for the Construction of Social Interest Housing in Popular Neighborhoods Near the Centralities of Bogotá: A proposal for a sustainable city*, (Arango Cano et al., 2018), and *The qualification of the urban periphery and public space: A reflection from the public policies of Bogotá*, (Ramos Ceballos, 2008). These publications could have generated effects on the environment and the economy of the communities under consideration. There is no information about their profitability or how they have influenced disparities at the city level.

Keywords: Sustainability; urban periphery; systematic review, development.

Resumen

Introducción

En el año 2022 se conmemoran cinco décadas desde la celebración de la Cumbre sobre Medio Ambiente Humano en Estocolmo en 1972. A raíz de este evento, se reconoció la necesidad de equilibrar los avances sociales y económicos con la protección del medio ambiente. Previo a la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, se solicitó un análisis de la situación mundial, dando lugar al conocido "Informe Brundtland", publicado en 1987 y nombrado en honor a su directora, la Dra. Gro Harlem Brundtland, (Brundtland, 1987). Este informe pionero fue el primero en identificar la importancia de integrar el desarrollo económico, la gestión y protección de los recursos naturales, así como la equidad e inclusión social. El informe dejó dos hitos que siguen siendo relevantes en la actualidad. Uno de ellos es la Declaración de Principios, que reúne 27 iniciativas para impulsar una nueva forma de cooperación entre Estados, sectores y personas en la protección del medio ambiente; el otro referente es el Plan de Acción conocido como "Agenda o Programa 21", que, aunque no es vinculante si se convierte en la guía para promover el desarrollo sostenible.

Además, el informe definió el desarrollo sostenible como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades", (Kates et al., 2008) . Aunque esta definición es ambigua, como lo han sido todas las definiciones posteriores, es la más ampliamente aceptada y utilizada.

De manera más reciente, la Organización de Naciones Unidas, ONU, por medio de la Agenda de Desarrollo Post-2015 presentó un marco integrado de desarrollo sostenible, el cual ha servido como base para la creación de la Agenda 2030, que engloba los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, establecidos por la ONU en septiembre de 2015, (ONU, 2013).

Esta estructura incorpora los valores fundamentales de los derechos humanos, la igualdad y la sostenibilidad, abarcando cuatro dimensiones clave: desarrollo social inclusivo y desarrollo económico inclusivo, sostenibilidad y

medio ambiente; y paz y seguridad. La salud y la vivienda constituyen tanto un resultado como una condición primordial para las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible establecidas.

El empleo de materiales sostenibles y fuentes de energía limpia puede ser considerado como una acción que incide en la dimensión de "sostenibilidad y medio ambiente" dentro del marco de las cuatro dimensiones, (González Medina et al., 2021; Hammond & Institute, 1995) . Establecer entornos seguros que incorporen la preservación del entorno y utilicen de manera adecuada los recursos naturales y la energía sostenible puede ser visto como un "facilitador" en este contexto multidimensional; estos "facilitadores" pueden ser establecidos como indicadores de cumplimiento para cada una de las cuatro dimensiones, al mismo tiempo que contribuyen al respaldo de todas las demás dimensiones, (Hák et al., 2016; undp.org, 2012).

Facilitar un acceso adecuado a tecnologías constructivas y sistemas de producción de energía modernos, renovables y de bajas emisiones en los hogares y comunidades puede contribuir a los objetivos a largo plazo de sostenibilidad, al mismo tiempo que favorece la salud. En el contexto específico de la construcción en las zonas periféricas de grandes centros urbanos, (Gelves E., 2022; Gómez Orea & Gómez Villarino, 2014; Mellado Sepulveda, 1986), es esencial considerar la georreferenciación de materiales y reemplazar la combustión ineficiente de combustibles fósiles y biomasa como madera, residuos de cultivos, estiércol animal y carbón vegetal, que se utiliza con fines energéticos y que se ha convertido en una de las principales causas del cambio climático. La condiciones de salubridad de los habitantes de las viviendas en la periferia urbana se ve agravada por la contaminación del aire dentro de ellas, (Moreno Chaparro, 2013), a menudo causada por modos ineficientes de producción, distribución y consumo de energía, lo que se traduce en crecientes riesgos para la salud y el medio ambiente, (World-Bank, 2023), (Walker, 2005), (Hák et al., 2016), (Soto-Moreno & Ballester-Díez, 2013) . Cerca de 3,5 millones de muertes anuales y el 4,3% de los años de vida ajustados por discapacidad o AVAD, a nivel mundial en 2010 podrían atribuirse a la contaminación del aire en los hogares causada por

biomasa rudimentaria y estufas de carbón. Otros 3,3 millones de muertes al año podrían deberse a la contaminación del aire exterior (Lim et al., 2012), siendo los niveles de exposición más altos en las ciudades en desarrollo. Por lo tanto, está claro que el uso de materiales sostenibles y el consumo racional de energía, (Alvis Guzmán et al., 2008), tienen impactos significativo tanto en el medio ambiente como en la salud.

El presente análisis de la literatura académica, abarca el período entre 1992 y 2022, para ello se llevó a cabo una revisión sistemática, y fue realizado en el marco del proyecto SGPS-11074-2023 "Construcción de Prototipo Habitacional Rural con Biomateriales bajo Estándares de Casa Pasiva". El cual fue desarrollado por el grupo de investigación en construcción sostenible de SENNOVA del Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera del SENA Regional Distrito Capital.

El propósito de esta revisión es ofrecer al público en general, así como a los aprendices del centro, un marco de referencia y evidencia que respalde los impactos positivos de profundizar y aplicar los principios de construcción sostenible. Asimismo, busca hacer referencia a las políticas y programas gubernamentales, así como a otros sectores como agricultura y medio ambiente, y su influencia en la formación y en la salud. El objetivo principal de esta revisión general fue utilizar la mejor evidencia disponible para informar sobre estudios que faciliten el uso sostenible del territorio urbano y de la periferia del Distrito Capital. Se buscó específicamente que estas intervenciones propusieran un impacto positivo en el desarrollo tanto urbano como rural de los habitantes de estos asentamientos (Alfonso Roa, 2023; Mahecha-Ramírez, 2016; Méndez H et al., 2014; Rúa Rodríguez, 2014; Sepúlveda, 2008; Uribe Castro, 2011). Las preguntas consideradas en este análisis fueron: ¿Cuál es el impacto en las desigualdades territoriales? ¿Qué evidencia existe sobre su aplicabilidad y rentabilidad? ¿En qué dimensiones del marco integrado se observa afectación según el estudio y de qué manera?

Medidas de elegibilidad usadas para la inclusión en la revisión: medidas de incidencia, prevalencia y/o impacto en la comunidad objeto de análisis; profundización en las

desigualdades territoriales y aplicabilidad de las soluciones propuestas.

Metodología

Esta visión general se llevó a cabo mediante una metodología de revisión sistemática (Goñi & Goin, 2006), que permitió la localización y evaluación de estudios, disertaciones, intervenciones y propuestas académicas publicadas. Se optó por el uso de revisiones sistemáticas debido a que son artículos científicos integradores cuya aplicación es ampliamente aceptada en disciplinas del ámbito de la salud, (Quiroga Martínez, 2009). Esto se debe a que siguen un método explícito para resumir la información disponible sobre un tema o problema específico, (Beltrán, 2005). Se redactó y registró un antes de realizar las búsquedas (Linares-Espinós et al., 2018).

Criterios de inclusión para estudios.

La selección de estudios se llevó a cabo siguiendo los siguientes criterios de inclusión:

Tipos de estudios: Revisiones sistemáticas de estudios sobre eficiencia energética y de eficacia de biomateriales, que abarcan revisiones de ensayos controlados, ya sean individuales o grupales, estudios seriados del antes y el después de un caso, y estudios observacionales analíticos de casos y controles y estudios cruzados. También se consideraron estudios seccionales. La revisión incluyó evaluaciones económicas, abarcando la perspectiva de costo-efectividad, costo-utilidad y costo-beneficio, así como revisiones sistemáticas de propuestas económicas, (Valencia Correa, 2022). Los tipos de participantes abarcaban desde individuos hasta grupos, comunidades, países o regiones, tanto en países desarrollados como en desarrollo.

Tipos de publicaciones: Las disertaciones, estudios, intervenciones o propuestas académicas incluyen programas, políticas, estrategias, cursos de acción y legislación para facilitar el uso sostenible de biomateriales y de la energía, en territorios de la periferia urbana. Para clasificarse como "sostenibles" (Jirón, 1998), las publicaciones deben apuntar, explícita o implícitamente a impactar positivamente en al menos dos dimensiones del

marco integrado, por ejemplo, el desarrollo económico inclusivo y el desarrollo social inclusivo o la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico inclusivo.

Tipos de comparaciones: No se incluyó ninguna intervención, otra intervención o práctica actual.

Tipos de medidas de resultado: Los resultados primarios incluyeron: medidas a nivel de grupo, comunidad, región y país, con respecto a la incidencia, prevalencia o innovación en temas de construcción, infraestructura, servicios básicos insatisfechos, protección ambiental, uso de nuevos materiales, técnicas constructivas, costos relacionados a la construcción, huella de carbono, solución a las desigualdades socioeconómicas, espacialidad y diseño, (Uribe Castro, 2011).

Período de lengua y estudio: Se incorporaron publicaciones en inglés y español, abarcando el periodo desde enero de 1992 hasta diciembre de 2022. Se realizó una búsqueda e inclusión tanto de literatura convencional como de literatura gris, revisada por pares.

Fuentes de revisiones sistemáticas y evaluaciones económicas.

Se realizó una búsqueda exhaustiva en 24 bases de datos y 14 sitios web. Las bases de datos buscadas para revisiones sistemáticas fueron: Construdata, Google Académico, Dialnet, CEPAL, DANE, Scielo, Redalyc.org, DOTE, Ideas, OpenLibra, DOAJ, Scopus, Latindex, ERIC, World Wide Science, RefssekTM, IEEE Xplore, Digitalia Hispánica, Emis, Elibro.net ScienceDirect, GreenFILE, Construction and Building Abstracts, CBA por sus siglas en inglés, EconLit y PubMed.

Los sitios web buscados fueron fuentes especializadas en revisiones sistemáticas o temas relevantes como: USGBC o U.S. Green Building Council, el World Green Building Council, 3IE - International Initiative for Impact Assessment {Iniciativa Internacional para la Evaluación de Impacto}, Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental, Energy.gov, Architecture 2030, Renewable Energy World, Rocky Mountain Institute {RMI}, Smart Cities World, Worldwatch Institute, SolarPowerWorld, GreenBiz, Energía Sostenible del Programa de las Naciones Unidas

para el Desarrollo y Google. También se realizaron búsquedas en las bibliografías de todas las revisiones sistemáticas incluidas.

Para las evaluaciones económicas, se realizaron búsquedas en dos bases de datos especializadas: EconLit y NHS Economic Assessment Database.

Estrategia de búsqueda

Las búsquedas fueron realizadas del 14 de agosto al 15 de septiembre de 2023. Se realizaron búsquedas en las bases de datos utilizando áreas que conjuguen las palabras clave enumeradas en la Tabla 1, en el título y/o resumen, excepto que se indique lo contrario. Las áreas de palabras clave se unieron utilizando "Y". Las búsquedas se limitaron a humanos y fechas de publicación entre el 01 de enero de 1992 y el día en que se realizó cada búsqueda. En la Tabla 1 se muestra un ejemplo de estrategia de búsqueda para Greenfile utilizando la interfaz EBSCOHost, propiciada por la plataforma de bibliotecas en línea del SENA. Los resultados se descargaron en EndNote, versión 2022. Se eliminaron los duplicados.

Detección, recopilación y análisis de datos.

Uno de los autores de la revisión {LY}, realizó y revisó las búsquedas según los criterios de selección. Se recuperó el texto completo de cualquier artículo que pudiera ser relevante para un examen más detenido. Dos revisores {LY y GC} aplicaron de manera independiente los criterios de inclusión a estos artículos. Los desacuerdos sobre la elegibilidad de los estudios se resolvieron mediante discusión y consenso.

Un revisor {LY} extrajo todos los datos pertinentes de los artículos seleccionados utilizando un formato estándar. Un segundo revisor {GC} verificó los datos extraídos. Cualquier discrepancia se resolvió a través de discusión y consenso. La información extraída de las revisiones sistemáticas abarcó objetivos, criterios de inclusión, fecha de búsqueda, número de estudios incorporados, región de los estudios, detalles de las publicaciones analizadas, las dimensiones del marco integrado, (Goñi & Goin, 2006), que los estudios individuales buscaron afectar implícita o explícitamente, resumen de los hallazgos en relación con la construcción sostenible y el uso de energías limpias, impacto en las

dimensiones clave del desarrollo sostenible, impacto en desigualdades socioeconómicas, impacto en los derechos humanos, limitaciones de la revisión sistemática, lagunas en la investigación y factores críticos de éxito de los estudios o publicaciones, (Sánchez-Meca & Botella, 2010).

Los resultados de las publicaciones incluidas y su calidad metodológica fueron sintetizados mediante tablas y un resumen narrativo. No se llevó a cabo un metanálisis debido a la heterogeneidad de los estudios incluidos, en términos de tipos de publicaciones estudiadas y resultados medidos.

Evaluación de la calidad metodológica

La evaluación de la calidad de los estudios se llevó a cabo

utilizando la escala Assessment of Multiple Systematic Reviews, (Ciapponi, 2009; Shea et al., 2009), una herramienta diseñada para evaluar revisiones sistemáticas en el ámbito de la salud, pero adaptada para el tema en cuestión, (De Uña Martin, 2022, 2023). En este resumen, las revisiones que obtuvieron puntuaciones AMSTAR de 8 a 11 fueron consideradas de alta calidad, aquellas con puntuaciones de 4 a 7 se categorizaron como de calidad media, y las que obtuvieron puntuaciones de 0 a 3 se clasificaron como de baja calidad. Estos límites son comúnmente empleados en los resúmenes de revisiones sistemáticas. La evaluación de la calidad de la revisión se utilizó para interpretar los resultados sintetizados en este resumen y para fundamentar las conclusiones de este estudio.

Tabla 1.

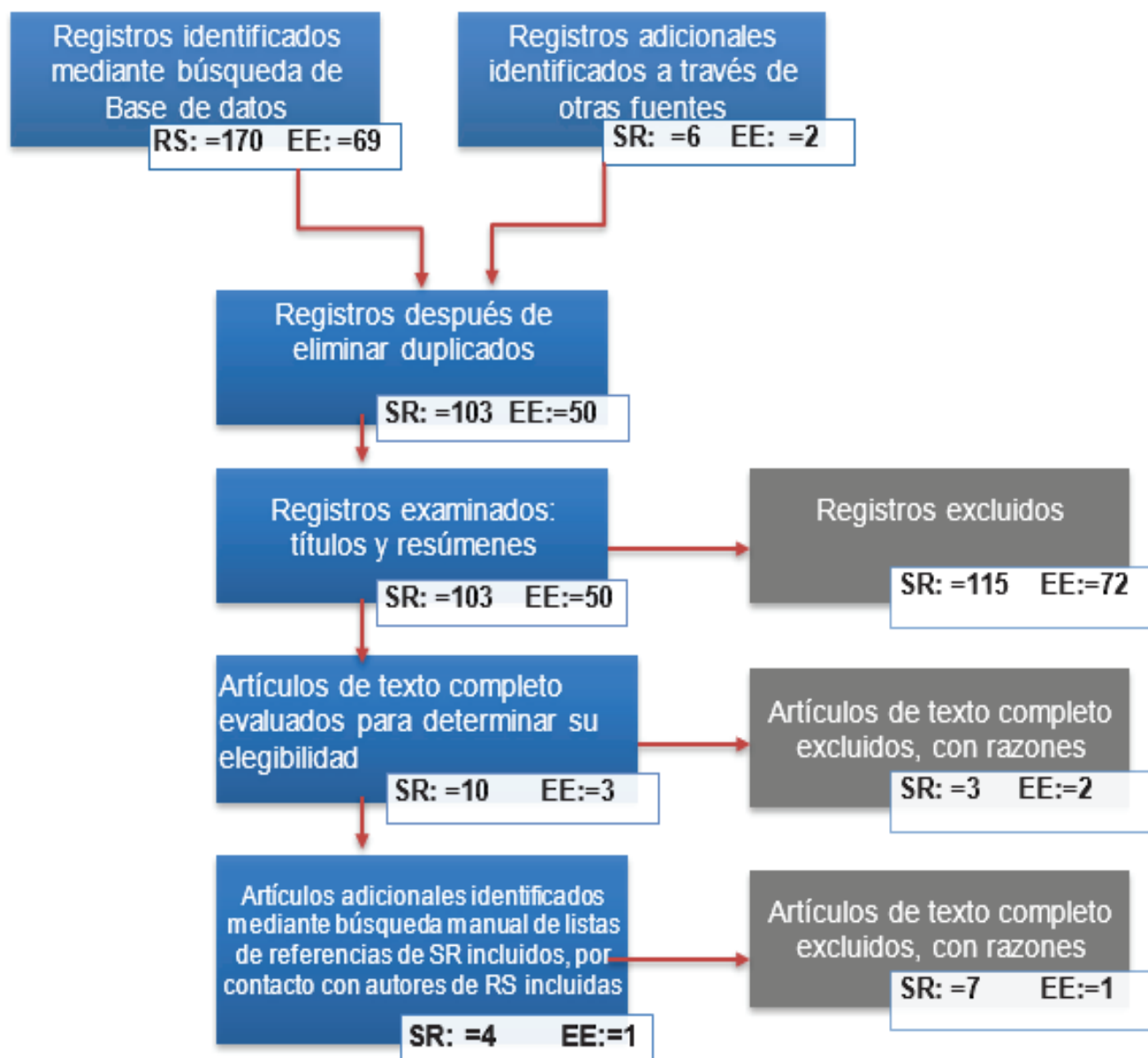
Cuadro de palabras clave para la búsqueda.

Área de palabras clave:	Detalles
<i>Construcción sostenible</i>	"construcción renovable" O "conservación de recursos naturales" O "prevención y control de calentamiento global / efecto de invernadero / cambio climático" O "energía renovable" O "energías limpias" O "energía solar" O "energía / calor eficiente" O "construcción pasiva" O "biomateriales" O "emisiones de carbono" O "gases de efecto invernadero" O "invasión periferia" o construcción espontanea" O "construcción vernácula" O "permacultura" O "desarrollo sostenible"
<i>Resultados</i>	"Enfermedad respiratoria" O "incidencia" O "prevalencia" O "morbilidad" O "salud" O "calidad del aire" O "contaminación del aire" O partículas O "material particulado" O "monóxido de carbono" O "infraestructura ineficiente / inexistente" O "necesidades insatisfechas" O "miseria" O "pobreza absoluta"
<i>Revisiones sistemáticas</i>	"revisiones sistemática" o "metanálisis"
<i>Cadena de búsqueda de ejemplo para GreenFile</i>	("construcción sostenible" o "energía renovable" o "energía alternativa" o "conservación de energía" O "construcciones pasivas" o "energía renovable" o "emisiones cero de carbono" o "gases de efecto invernadero*" o electricidad" o "calor eficiente*" – título o resumen Y TI ~"revisión sistemática" o "metanálisis"~" Y TI ~"necesidades insatisfechas" o "miseria" o "pobreza absoluta" o "cordón de miseria" O "infraestructura ineficiente" o servicios inexistentes"
<i>Limitadores- Fecha de publicación</i>	19920101-20221231

La tabla clarifica los tipos de cadena de búsqueda de muestra para la revisión de estudios que facilitan el desarrollo sostenible de la periferia urbana de la ciudad de Bogotá, entre 1992 y 2022 Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de estudio.

Figura 1.

Registros identificados, incluidos y excluidos en la búsqueda de revisiones sistemáticas (Shea et al.) y evaluaciones económicas (EE).



La figura 1 muestra el diagrama de flujo de la revisión de estudios que facilitan el desarrollo sostenible de la periferia urbana de la ciudad de Bogotá, 1992 – 2022. **Fuente:** Elaboración propia, a partir de los datos del estudio. Diagrama de flujo adaptado de Moher, et al. (Moher et al., 2009).

Resultados

Se incluyeron 18 estudios publicados entre 1992 y 2022, con predominio del idioma español; son revisiones sistemáticas de estudios observacionales y casos prácticos sin metaanálisis con una muestra que va desde 6 a 76 estudios. En relación con la financiación, la mayoría de los estudios indicaron que no contaron con este tipo de apoyo. En lo que respecta a la evaluación de la calidad metodológica, 3 estudios fueron considerados de calidad media-alta, 2 fueron clasificados como de baja calidad y dos revisiones sistemáticas fueron evaluadas como críticamente bajas.

Proceso

Los artículos examinados revelaron un sesgo en la presentación de informes sobre sus estudios, subrayando la necesidad de implementar medidas para mejorar la conformidad con las pautas de presentación establecidas y las herramientas de evaluación metodológica. Para esta revisión general, se incluyeron cinco revisiones sistemáticas y una evaluación económica que cumplieron con los criterios de inclusión. El proceso de selección para las

revisiones sistemáticas, junto con las cifras en cada etapa, se ilustra en la Figura 1. Tres artículos fueron excluidos en la etapa de revisión del texto completo debido a la falta de medición o intento de medición de resultados socioeconómicos o contaminación del aire. Además, se localizaron dos revisiones sistemáticas adicionales mediante la búsqueda de bibliografías de las revisiones sistemáticas incluidas, una a través de contacto por correo electrónico con el autor de una revisión incluida y otra por recomendación de los autores. Sin embargo, al evaluar el texto completo de estos siete artículos, todos fueron excluidos debido a la falta de cumplimiento con los lineamientos de revisión sistemática.

El proceso de selección para las evaluaciones económicas y los números en cada etapa también se presentan en la Figura 1. Tras el examen detenido del texto completo, se excluyeron dos artículos por no cumplir con los lineamientos. Además, se excluyó una evaluación económica recomendada por los autores de este estudio, ya que se trataba de una revisión narrativa de análisis de costo-efectividad que se centraba en la elección del método de análisis en lugar del impacto social o el costo.

Tabla 2.
Conexión con las dimensiones clave del marco integrado.

Intervención		Número de revisiones sistemáticas y evaluaciones económicas (EE) (Shea et al., 2009)	Desarrollo Económico inclusivo	Sostenibilidad Ambiental	Desarrollo Social inclusivo	Paz y seguridad
1.	Hábitat Popular y Programas de Mejoramiento: Intervenir Escenarios en Proceso de Consolidación; (Bayona, 2005)	1 RS [10]	✓	✓	✓	✓
2.	Espacio Residencial y Relaciones Sociales: Estudio en dos proyectos estatales de vivienda en Bogotá; (Moreno Chaparro, 2013)	2 RS [11,13]	✓	✓	✓	✓
3.	Urbanismo Sostenible en Proyectos de Vivienda en Bogotá y Sabana; (Gómez Suárez, 2016)	1 RS ^b [15]	✓	✓	✓	✓
4.	Diseño de Propuesta para la Construcción de Vivienda de Interés Social en Barrios Populares Cercanos a las Centralidades de Bogotá: Una propuesta de ciudad sostenible; (Arango Cano et al., 2018)	2 RS [12,11]	✓	✓		✓
5.	La cualificación de la periferia urbana y el espacio público: Una reflexión desde las políticas públicas de Bogotá; (Ramos Ceballos, 2008)	1 RS ^a . [16]	✓		✓	

Publicaciones estudiadas y su posible conexión con el marco integrado de sostenibilidad donde se incluye la revisión de estudios que facilitan el desarrollo sostenible de la periferia urbana de la ciudad de Bogotá, entre 1992 y 2022. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del estudio.

^a Los impactos potenciales en las dimensiones clave pueden ser negativos o positivos.

^b Esta RS no identificó ninguna intervención en infraestructura energética como parte de la mejora de los barrios marginales.

Particularidades de los estudios revisados y evaluación de la calidad.

Los tipos de estudios y publicaciones investigadas y su posible relación con las cuatro dimensiones clave del marco integrado para el desarrollo sostenible, se presentan en la Tabla 2. Las puntuaciones AMSTAR variaron entre 3 y 10. Dos revisiones sistemáticas obtuvieron calificaciones elevadas, con puntuaciones entre 8 y 11: [1 y 3]; otras dos tuvieron calificaciones de calidad media, con puntuaciones de 4 a 7: [2 y 4]; mientras que una fue calificada como de baja calidad, con una puntuación de 3: [5].

Eficacia

Las intervenciones más prometedoras identificadas en este contexto, en cuanto a su impacto en la construcción de comunidades resilientes y la mejora de la periferia urbana fueron:

- *Hábitat Popular y Programas de Mejoramiento: Intervenir Escenarios en Proceso de Consolidación;* (Bayona, 2005)
- *Espacio Residencial y Relaciones Sociales: Estudio en dos proyectos estatales de vivienda en Bogotá;* (Moreno Chaparro, 2013)
- *Urbanismo Sostenible en Proyectos de Vivienda en Bogotá y Sabana;* (Gómez Suárez, 2016)
- *Diseño de Propuesta para la Construcción de Vivienda de Interés Social en Barrios Populares Cercanos a las Centralidades de Bogotá;* (Arango Cano et al., 2018)
- *Una propuesta de ciudad sostenible; La cualificación de la periferia urbana y el espacio público: Una reflexión desde las políticas públicas de Bogotá.* (Ramos Ceballos, 2008).

El impacto de estas intervenciones en la salud y las desigualdades no se conocen ya que ningún estudio evaluó esto directamente.

Tabla 3.

Detalles de las intervenciones estudiadas, calidad y resultados.

Intervención	Nivel de desarrollo de la región	Calidad de la Revisión sistemática (Shea et al.)	Impacto en la vivienda y/o salud	Rentabilidad
<i>Hábitat Popular y Programas de Mejoramiento: Intervenir Escenarios en Proceso de Consolidación</i> (Bayona, 2005)	En Desarrollo	1 mediano	<i>Disminución en el déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda, Facilitando la utilización de terrenos vacíos de propiedad individual de familias que actualmente pagan alquiler o residen en viviendas provisionales. Asimismo, se consideran los primeros pisos y terrazas, que podrían mejorar estructuralmente, brindando la oportunidad de mejorar el inventario existente y, al mismo tiempo, permitir la construcción de nuevas viviendas dentro de estos barrios, ya sea para la venta o el alquiler.</i> (Sabogal Aguilar & Hurtado Aguirre, 2009)	<i>Se ve a mediano plazo, pues las familias lo que buscan principalmente es el mejoramiento de la vivienda, o en su defecto fundir la placa de 1 y 2 piso, con la proyección de ampliación.</i>

<i>Espacio Residencial y Relaciones Sociales: Estudio en dos proyectos estatales de vivienda en Bogotá; (Moreno Chaparro, 2013)</i>	<i>En Desarrollo</i>	<i>2 medianos</i>	<i>Este proyecto genera un efecto beneficioso en diversos aspectos de la salud al promover áreas de convivencia ciudadana mediante zonas verdes contiguas y al mostrar respeto por los ecosistemas circundantes. Esto se refleja positivamente, en particular, en la reducción de síntomas asociados a enfermedades respiratorias debido a una disminución de la contaminación del aire en el interior de las viviendas.</i>	<i>Se logra en el largo plazo al lograr alcanzar la valorización de la vivienda en el sector.</i>
<i>Urbanismo Sostenible en Proyectos de Vivienda en Bogotá y Sabana; (Gómez Suárez, 2016)</i>	<i>En Desarrollo</i>	<i>1 alto</i>	<i>No se encontraron pruebas</i>	<i>NA</i>
<i>Diseño de Propuesta para la Construcción de Vivienda de Interés Social en Barrios Populares Cercanos a las Centralidades de Bogotá: Una propuesta de ciudad sostenible; (Arango Cano et al., 2018)</i>	<i>En Desarrollo</i>	<i>1 alto, 1 bajo</i>	<i>Se puede potenciar la mejora de la salud en general, la salud respiratoria y la salud mental tanto en adultos como en niños, según estudios de alta calidad en el caso de individuos con condiciones inadecuadas de calefacción y enfermedades respiratorias crónicas. Asimismo, aquellos estudios con participantes de bajos ingresos, aunque de calidad inferior, mostraron una mayor probabilidad de informar mejoras en la salud.</i>	<i>Se impulsa la revitalización de las áreas centrales de la ciudad, lo que resulta en un aumento de los ingresos per cápita en el sector.</i>
<i>La cualificación de la periferia urbana y el espacio público: Una reflexión desde las políticas públicas de Bogotá; (Ramos Ceballos, 2008)</i>	<i>En Desarrollo</i>	<i>NA</i>	<i>NA</i>	<i>Por lo general, no implica grandes costos, es eficiente desde una perspectiva social. Se requieren datos más precisos.</i>

Visión general de la revisión de estudios que facilitan el desarrollo sostenible de la periferia urbana de la ciudad de Bogotá, 1992 – 2022. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del estudio.

Dimensiones del marco integrado impactadas

Además de los impactos en la infraestructura, dos revisiones sistemáticas exploraron otros aspectos sociales relacionados con intervenciones en el ámbito de la construcción sostenible, (Alba Carrasco, 2011; Carrasco Sajai, 2011). Una revisión sistemática de calidad media evaluó los efectos sociales adicionales derivados de la implementación de materiales constructivos alternativos y la introducción de electricidad proveniente de sistemas solares fotovoltaicos, (Antequera et al., 2005). Los autores señalaron que los programas que incorporaban este tipo de energía limpia, argumentaban que la iluminación contribuía a la sensación de seguridad,

facilitaba el estudio nocturno de los niños y aumentaba la productividad de los adultos. Asimismo, la electricidad posibilitaba el uso de dispositivos modernos de comunicación y entretenimiento. Sin embargo, los autores también destacaron que las evaluaciones indicaban que estas suposiciones podían confirmarse, aunque no de manera uniforme ni siempre, (Eirin et al., 2022).

Una revisión sistemática abordó los impactos sociales de las medidas implementadas en el entorno rural mediante eficiencia energética, (Mahecha Ramírez, 2016; Moller, 2010). Dentro de esta revisión, tres estudios experimentales evaluaron las ausencias

escolares y laborales relacionadas con enfermedades, observándose reducciones estadísticamente significativas después de las mejoras en el sistema de calefacción. Asimismo, un estudio cuantitativo, aunque no experimental, sugirió que la mejora de la temperatura para tener hogares más cálidos, estaba asociada con un mayor uso residencial con fines de hospedaje, (Méndez H et al., 2014) . En cuanto a los resultados económicos, dos revisiones sistemáticas informaron al respecto, (Bautista Agudelo & Rojas Meza, 2022; Rico Bulla & Barrantes Cicua, 2017) . Un análisis sistemático de calidad media sobre la introducción de energía para iluminación y cocinas mejoradas y/o combustibles más limpios para cocinar concluyó que el uso de energía y los ingresos están asociados en una dirección de causalidad bidireccional (Moller, 2010).

Implicaciones para la política

La introducción de prácticas de construcción sostenible en países en desarrollo debe llevarse a cabo de manera que no agrave las desigualdades sociales. Existe evidencia que sugiere que estas iniciativas pueden beneficiar inicialmente a las clases más favorecidas y no necesariamente a los sectores más desfavorecidos, (Bravo Borda, 1999; Gelves E., 2022; Gómez Orea & Gómez Villarino, 2014; Paniagua Ríos & Vélez Pliego, 2022); de manera que solo por medio de la expansión gradual a lo largo del tiempo que se vuelven más equitativas . En este sentido, podrían ser necesarias medidas financieras para evitar la ampliación de brechas socioeconómicas, (Rúa Rodríguez, 2014).

Los hogares en áreas rurales enfrentan diversas incertidumbres, como altos costos de materiales, escasez de combustible, carencia de infraestructura, falta de suministros, disminución de ingresos familiares y aumentos en tarifas de transporte. Estas adversidades imponen cargas innecesarias a las ya precarias economías familiares, (Alfonso, 2023), contribuyendo a problemas como la migración, el hacinamiento y el deterioro de la salud, (Soto-Moreno, 2013, 80-89). La sustitución de materiales contaminantes en la construcción, así como la mejora de fuentes de energía y electrodomésticos vinculados a la energía, podría

mejorar las condiciones de vivienda y reducir lo que se conoce como "apilamiento de energía". La adopción de nuevos métodos constructivos y el acceso a energía no siempre se rige por motivaciones puramente económicas; factores socioculturales, como el deseo de modernidad, la aspiración a un estilo de vida urbano o la simple conveniencia, también desempeñan un papel crucial. Las decisiones colectivas también ejercen influencia en la adopción de nuevas fuentes de energía (Eirin et al., 2022).

Además de los beneficios para la salud y el bienestar general, la implementación de construcciones sostenibles o mejoradas, así como el uso de combustibles más limpios, tiene un impacto positivo en el medio ambiente al reducir significativamente los niveles de partículas y monóxido de carbono dentro de las viviendas, (undp.org, 2012). No obstante, se requiere un mayor esfuerzo en el desarrollo y prueba de nuevos materiales georreferenciados, con costos más bajos, pero con propiedades similares o superiores a los materiales constructivos actuales. Igualmente, es fundamental fomentar el acceso a fuentes de energía limpia y la adopción de energía doméstica limpia en todas las comunidades (Quiroga Martínez, 2009). Además, se debe trabajar más en garantizar que los comportamientos, como la explotación de recursos naturales y el almacenamiento y consumo de energía, no contrarresten los posibles impactos positivos al implementar construcciones sostenibles.

Solo a través de estos esfuerzos integrales se podrán obtener los máximos beneficios para las comunidades marginadas en términos de salud y vivienda digna, reduciendo los niveles de contaminación del aire por partículas domésticas dentro de las directrices de la Organización Mundial de la Salud, (Soto-Moreno, 2013, 80-89). En el caso de los países desarrollados, las medidas para la adopción de construcción sostenible y eficiencia energética tienen el potencial de reducir las desigualdades sociales, especialmente si se orientan hacia los más necesitados, como aquellos que viven en hogares contruidos con materiales contaminantes, con sistemas de calefacción inadecuados o inexistentes, personas de bajos ingresos o aquellos que sufren

enfermedades respiratorias crónicas debido a la contaminación,(Gelves E., 2022; Goñi & Goin, 2006).

Sectores involucrados. Uno de los objetivos originales de esta revisión general era determinar la participación de qué sectores sería crucial para el sector de la construcción sostenible en la promoción del uso de biomateriales y sistemas de energía limpia. Desafortunadamente, ninguno de los estudios incluidos especificó qué sectores estuvieron involucrados en las intervenciones. Con el fin de

facilitar el desarrollo de políticas, los revisores dedujeron qué sectores estaban implicados a partir de las afiliaciones de los investigadores y las organizaciones de financiación. La información resultante se presenta en la Tabla 4 para fomentar la discusión, aunque está sujeta a debate. La colaboración intersectorial en el diseño, implementación y evaluación de intervenciones relacionadas con la construcción sostenible y el uso de energías limpias probablemente genere beneficios significativos para todas las partes involucradas.

Tabla 4.

Sectores involucrados en las intervenciones estudiadas, calidad y resultados (Feres & Mancero, 2001).

Intervención	Energía	Salud	Medio Ambiente	Económico	Vivienda	Transporte	Gobierno Local	Desarrollo Internacional
Hábitat Popular y Programas de Mejoramiento: Intervenir Escenarios en Proceso de Consolidación;. (Bayona, 2005)	✓	✓		✓	✓		✓	✓
Espacio Residencial y Relaciones Sociales: Estudio en dos proyectos estatales de vivienda en Bogotá; (Moreno Chaparro, 2013)	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Urbanismo Sostenible en Proyectos de Vivienda en Bogotá y Sabana; (Gómez Suárez, 2016)	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Diseño de Propuesta para la Construcción de Vivienda de Interés Social en Barrios Populares Cercanos a las Centralidades de Bogotá: Una propuesta de ciudad sostenible; (Arango-Cano et al., 2018)	✓	✓	✓			✓	✓	
La cualificación de la periferia urbana y el espacio público: Una reflexión desde las políticas públicas de Bogotá(Ramos, 2008)	✓	✓		✓	✓		✓	

La tabla 4 presenta una visión general de la revisión de estudios que facilitan el desarrollo sostenible de la periferia urbana de la ciudad de Bogotá, 1992 – 2022. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del estudio.

Implicaciones para la investigación

Se requiere una mayor investigación en el ámbito de la construcción sostenible, la implementación de casas pasivas y la protección del medio ambiente, especialmente en los tipos de intervenciones donde no existen revisiones sistemáticas ni evaluaciones económicas. Esta investigación debe adoptar un enfoque multidisciplinario, aprovechando colaboraciones con financiadores, implementadores e investigadores, siendo rigurosa y diseñada de manera integral con grupos de control creíbles. Además, se debe medir una variedad de resultados sociales, económicos, de salubridad y acceso a educación e infraestructura, abarcando aspectos culturales y ambientales, así como considerar el impacto en la paz y la seguridad del territorio (Jordán Fuchs et al., 2003). También se insta a medir las desigualdades en salud, realizar evaluaciones del proceso concurrente para garantizar una implementación adecuada y sin consecuencias no deseadas, llevar a cabo un seguimiento a largo plazo para asegurar la sostenibilidad de los efectos y evaluar la rentabilidad de estas desarrollos y políticas. (Bejarano Ávila, 1998).

La ausencia de investigación sobre el impacto de la construcción sostenible en la periferia urbana de la ciudad de Bogotá, no implica necesariamente que la eficacia de estas intervenciones no se haya medido en absoluto. Es plausible que se hayan evaluado otros resultados, como los ambientales o económicos. Alternativamente, el impacto podría haberse medido a través de estudios primarios que no fueron objeto de revisión sistemática.

Limitaciones

Es crucial destacar que esta revisión general presenta fortalezas significativas, en particular al emplear una metodología de revisión sistemática de alta calidad (Méndez H et al., 2014). La heterogeneidad en los tipos de intervención y las poblaciones estudiadas en las revisiones sistemáticas incluídas impidió la realización de un metanálisis. Por lo tanto, no fue factible evaluar cuantitativamente el sesgo de publicación en esta revisión, y tampoco existen métodos claros disponibles para evaluarlo cualitativamente (Rúa Rodríguez, 2014).

Es importante señalar que solo tres estudios fueron publicados antes de 1990, mientras que las demás

revisiones sistemáticas incluídas en este resumen son recientes, abarcando desde 2005 hasta 2022. Esto sugiere que se ha abarcado la mayor parte de la literatura relevante. No obstante, una limitación de este estudio es la falta de evaluaciones económicas, ya que la única evaluación económica que cumplió con los criterios de inclusión se basa en gran medida en la opinión de expertos, podría ser susceptible a conflictos de intereses y no es aplicable al territorio objeto de estudio (Carrillo-Rodríguez & Toca, 2013; Uribe Castro, 2011).

Conclusiones

En la actualidad, se dispone de abundante literatura y estudios que evidencian la urgencia de aplicar de manera ágil, meticulosa y eficiente los conocimientos y avances alcanzados en las últimas dos décadas en relación con nuevos materiales y técnicas de construcción. Este esfuerzo se dirige a abordar estudios que ayuden a comprender la creciente problemática del hábitat rural y el uso del suelo en la periferia de la ciudad de Bogotá, (Viviescas, 2000), con lo cual poder implementar estrategias sostenibles que impacten en las comunidades que se forman de manera espontánea en dicho territorio. Sin embargo, estos impactos demandan un enfoque multidisciplinario que considere las condiciones socioeconómicas, políticas y ambientales actuales del territorio distrital (Maldonado & Navarro; Martínez, 2008). No obstante, para que estos impactos sean positivos, es esencial llevar a cabo un seguimiento riguroso y exhaustivo; lo cual es crucial para evitar agudizar las desigualdades sociales y económicas en las comunidades intervenidas. Por lo cual se debe concertar estas intervenciones con la comunidad para no exacerbar las desigualdades presentes, para ello se debe considerar el contexto, el comportamiento humano y los factores culturales para que los posibles beneficios para las comunidades de la periferia se realicen de manera adecuada en la vida real, asimismo, se debe tener precaución para no propiciar la urbanización de los territorios rurales, transformando el desarrollo sostenible del territorio en futuros centros económicos de vivienda (Morollón & Jaramillo, 2009). La colaboración entre diferentes sectores como el agropecuario, salud y económico

probablemente dará como resultado mayores beneficios para todos los involucrados. Resulta imperativo tener presente y evaluar los posibles impactos sobre las desigualdades sociales en futuros estudios primarios y revisiones sistemáticas.

Agradecimientos

Este trabajo se llevó a cabo utilizando los recursos proporcionados para la investigación por SENNOVA-CTCM. La entidad no tuvo influencia en los métodos ni

en el contenido de la investigación. Agradecemos a los revisores que evaluaron de manera crítica una versión anterior y más amplia de este manuscrito, proporcionando comentarios muy útiles.

Conflicto de intereses: Ninguno declarado.

Descargo de responsabilidad: Los autores son los únicos responsables de las opiniones expresadas en el manuscrito, que pueden no reflejar necesariamente la opinión o política de SENNOVA y del SENA CTCM.

Referencias

- Alfonso Roa, O. A. (2023). *Bogotá Inconclusa*. Universidad Externado de Colombia. <https://www.digitaiapublishing.com/a/131032>
- Alvis Guzmán, N., Alvis Estrada, L., Castro Ávila, R. F., & Correa Reyes, J. (2008). Pobreza y vulnerabilidad social en Colombia. *Panorama económico*, 16, 209-233. <https://hdl.handle.net/11227/4021>
- Antequera, J., González, E., & Ríos Osorio, L. A. (2005). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un modelo por construir. *Antequera, Josep; González, Ernesto; Ríos, Leonardo. "Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un modelo por construir". Sostenible?, maig 2005, núm. 7, p. 93-118.*
- Arango Cano, V., Briceño Pineda, D. A., & Niño Corredor, R. (2018). Diseño de propuesta para la construcción de Vivienda de Interés Social en barrios populares cercanos a las centralidades de Bogotá: Una propuesta de ciudad sostenible. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15996/1/1.%20Proyecto%20de%20construcci%C3%B3n%20de%20VIS%20en%20Bogot%C3%A1.pdf>
- Bautista Agudelo, J. Y., & Rojas Meza, Y. P. (2022). Análisis de la relación entre contabilidad y desarrollo sostenible; caso sector industrial sabana occidente de Bogotá.
- Bayona, H. C. (2005). Hábitat popular y programas de mejoramiento: intervenir escenarios en proceso de consolidación. *Revista invi*, 20(53), 108-133.
- Bejarano Ávila, J. A. (1998). Desarrollo sostenible: un enfoque económico con una extensión al sector agropecuario.
- Beltrán, O. A. (2005). Revisiones sistemáticas de la literatura. *Revista colombiana de gastroenterología*, 20(1), 60-69.
- Bravo Borda, D. (1999). Hacia la metropolización de la Sabana de Bogotá: por una planificación del desarrollo sostenible. In: D' Vinni Editorial Ltda.
- Brundtland, G. H. (1987). Our common future—Call for action. *Environmental conservation*, 14(4), 291-294.
- Camargo Sierra, A. P. H. T., Adriana. (2013). Urbanización informal en Bogotá: agentes y lógicas de producción del espacio urbano. *Revista invi*, 28(78), 77-107.

- Carrasco Sajai, A. (2011). *De la vivienda de interés social al hábitat sostenible: un estudio para Bogotá*.
- Carrillo-Rodríguez, J., & Toca, C. E. (2013). Desempeño sostenible en Bogotá: construcción de un indicador a partir del desempeño local. *EURE (Santiago)*, 39(117), 165-190.
- Ciapponi, A. (2009). Novedades en el reporte (PRISMA) y en la evaluación de la calidad (AMSTAR) de las revisiones sistemáticas y los meta-análisis. *Evidencia, actualización en la práctica ambulatoria*, 12(4).
- De Uña Martin, B. (2022). Herramienta De Medicion Amstar Para Evaluar Revisiones Sistemáticas. *Trabajosfinal.es*. <https://trabajosfinal.es/herramienta-evaluacion-revision-sistemica-amstar/>
- Eirin, M. S., Messina, D., Contreras Lisperguer, R., & Salgado, R. (2022). Estudio sobre políticas energéticas para la promoción de las energías renovables en apoyo a la electromovilidad.
- Feres, J. C., & Mancero, X. (2001). *El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina*. Cepal.
- Gelves E., L. D. (2022). Vivienda sostenible como la norma y no la excepción. In. Bogotá.
- Gómez Orea, D., & Gómez Villarino, M. t. (2014). Marco conceptual para la ordenación territorial y reflexiones sobre el proceso ecuatoriano en la materia. IX Simposio nacional de desarrollo urbano y planificación territorial.
- Gómez Suárez, V. J. C. (2016). Urbanismo sostenible en proyectos de vivienda en Bogotá y Sabana.
- González Medina, J. P., Arango Ruiz, S. A., Fonseca Fino, D. F., Urbina Vanegas, D. C., & Galvis Ardila, L. A. (2021). *Cinco experiencias hacia la sostenibilidad desde la universidad*. Sello Editorial Unipiloto. <https://search-ebscohost-com.bdigital.sena.edu.co/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=3189620&lang=es&site=ehost-live>
- Goñi, R., & Goin, F. (2006). Marco conceptual para la definición del desarrollo sustentable. *Salud colectiva*, 2, 191-198.
- Hák, T., Janoušková, S., & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological indicators*, 60, 565-573.
- Hammond, A. L., & Institute, W. R. (1995). *Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development* (Vol. 36). World Resources Institute Washington, DC.
- Jirón, L. A. C. (1998). Definición de un marco teórico para comprender el concepto del desarrollo sustentable. *Rev invi*, 13, 33.
- Jordán Fuchs, R., Simioni, D., & degli Affari Esteri, I. M. (2003). *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Cepal.
- Kates, R. W., Parris, T. M., & Leiserowitz, A. A. (2008). What is sustainable development? Goals, indicators, values, and practice. *The development economics reader*, 367-387.
- Lim, S., Vos, T., Flaxman, A., Danaei, G., Shibuya, K., & Adair-Rohani, H. (2012). Una evaluación comparativa del riesgo de la carga de enfermedad y lesión atribuible a 67 factores de riesgo y grupos de factores de riesgo en 21 regiones, 1990–2010: un análisis sistemático para el Estudio de la Carga Global de Enfermedad 2010. *Lancet*, 380 (9859), 2224-2260.

- Linares-Espinós, E., Hernández, V., Domínguez-Escrig, J., Fernández-Pello, S., Hevia, V., Mayor, J., Padilla-Fernández, B., & Ribal, M. (2018). Metodología de una revisión sistemática. *Actas Urológicas Españolas*, 42(8), 499-506.
- Mahecha-Ramírez, C. J. (2016). Transformaciones territoriales: Una categoría para explicar las dinámicas de conformación territorial. *Bitácora Urbano Territorial*, 26(2), 113-120.
- Maldonado, A. M., & Navarro, M. Á. G. Desarrollo desigual en la periferia: turismo alternativo como opción de desarrollo sostenible. Libro de Actas Akten Liburua Conference Proceedings.
- Martínez, M. E. P. (2008). La adaptabilidad de pobladores y asentamientos rurales en áreas de conurbación: El caso de la ciudad de Bogotá (Colombia). *Cuadernos de desarrollo rural*, 5(60), 61-86.
- Mellado Sepulveda, O. (1986). El espacio en la vivienda social y calidad de vida. *Revista invi*, 1(2), 10-34.
- Méndez H, L. A., Hincapié T, M. A., & Agudelo R, C. F. (2014). Los macroproyectos de interés social nacional y su impacto frente al ordenamiento territorial: el caso de Ciudad Verde. VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá, junio 2014,
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group*, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, 151(4), 264-269.
- Moller, R. (2010). Principios de desarrollo sostenible para América Latina. *Ingeniería de recursos naturales y del ambiente*(9), 101-110.
- Moreno Chaparro, B. A. (2013). *Espacio residencial y relaciones sociales estudio en dos proyectos estatales de vivienda en Bogotá*.
- Morollón, F. R., & Jaramillo, E. A. (2009). Retos para el crecimiento equilibrado de la ciudad Bogotá. El declive del centro y el desamparo de la periferia meridional. *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research* (16), 43-69.
- ONU, A. G. (2013). Resolución aprobada por la Asamblea General el 19 de septiembre de 2016.
- Paniagua Ríos, J., & Vélez Pliego, F. (2022). Sostenibilidad y gobernanza ambiental. Análisis crítico del discurso de desarrollo sostenible planteado en la política pública sobre calidad del aire en Bogotá (2010-2020). *Trabajo social*, 24 (2), 181-214.
- Quiroga Martínez, R. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. Cepal.
- Ramos Ceballos, O. L. (2008). La cualificación de la periferia urbana y el espacio público: una reflexión desde las políticas públicas de Bogotá. *Territorios*(18), 207-227.
- Rico Bulla, Y. A., & Barrantes Cicua, L. J. (2017). Economía de la aglomeración y su incidencia en la calidad de vida en Bogotá DC, desde la perspectiva de los Índices de Pobreza Multidimensional (IPM) y Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), años 2011-2015.

- Rúa Rodríguez, J. A. (2014). *Urbanismo sostenible: un enfoque desde la planificación*. Universidad de la Salle.
- Sabogal Aguilar, J., & Hurtado Aguirre, E. (2009). La historia se repite: una visión del desarrollo y del desarrollo sostenible. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 17(1), 195-216.
- Sánchez-Meca, J., & Botella, J. (2010). Revisiones sistemáticas y meta-análisis: Herramientas para la práctica profesional. *Papeles del psicólogo*, 31(1), 7-17.
- Sepúlveda, S. (2008). *Gestión del desarrollo sostenible en territorios rurales: métodos para la planificación*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Shea, B. J., Hamel, C., Wells, G. A., Bouter, L. M., Kristjansson, E., Grimshaw, J., Henry, D. A., & Boers, M. (2009). AMSTAR is a reliable and valid measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *Journal of clinical epidemiology*, 62(10), 1013-1020.
- Soto-Moreno, J. A., & Ballester-Díez, F. (2013). Contaminación del aire de interiores en hogares en situación de pobreza extrema en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 15(1), 80-89.
- undp.org. (2012). *El Futuro que Queremos para Todos*.
https://www.un.org/en/development/desa/policy/untaskteam_undf/unttreport_sp.pdf
- Uribe Castro, H. (2011). Los asentamientos ilegales en Colombia: las contradicciones de la economía-mundo capitalista en la sociedad global. *Latinoamérica. Revista de estudios latinoamericanos*(53), 169-200.
- Valencia Correa, N. M. d. P. (2022). Experiencias en la construcción de revisiones sistemáticas. *Fondo Editorial Biogénesis*.
- Viviescas, F. (2000). *Por el desarrollo sostenible de Bogotá y la Sabana: una aproximación crítica al Plan de Ordenamiento Territorial (POT)*. FESCOL.
- Walker, P. R. (2005). Human settlements and urban life: A United Nations perspective. *Journal of Social Distress and the Homeless*, 14(1-2), 65-71.
- Winchester, L. (2006). Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe. *EURE (Santiago)*, 32(96), 7-25.
- World-Bank. (2023). *Benefits of Reduced Air Pollution*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1831-8>

Estudio de caso arquitectónico sobre vulnerabilidad sísmica en vivienda de dos pisos en Usme, Bogotá-Colombia

Jessid Camilo Rodríguez Paez¹, José Alejandro Barrios Quiroga², Karen Daniela González Neiza³, Cristian Andrés Abril Baquero⁴, Dubán Ferley Esteban Mogollón⁵, Nevardo Hernández Babativa⁶.

¹jessid.rodriguez@soy.sena.edu.co, ²jabarrios874@soy.sena.edu.co, ³kdgonzalez605@soy.sena.edu.co, ⁴kdgonzalez605@soy.sena.edu.co

⁵dfesteban@sena.edu.co, ⁶nehernandezb@sena.edu.co

^{1,2,3,4,5,6} Grupo de Investigación SENNOVA CTCM SENA, Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera, Soacha, Colombia.

Resumen

El presente artículo está centrado en el estudio de caso de una vivienda ubicada en la Localidad Usme y el desconocimiento de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), por parte de los maestros de obra al momento de la construcción de una edificación. Para esto se utilizaron diversas metodologías como lo son los levantamientos tradicionales y digitales. Se realizó un estudio que tuvo como objetivo realizar la evaluación de vulnerabilidad sísmica de una vivienda de esta localidad, basada en los diferentes procesos constructivos actuales, identificando así los factores que llevan a la comunidad a la construcción de las edificaciones sin considerar medidas sísmicas adecuadas. De esta forma se obtuvieron diversos resultados en los cuales, en primer lugar, se evidencia la mala aplicación de la norma en los procesos constructivos al momento de edificar la vivienda y en segundo lugar se logró una serie de productos en los cuales se evidencia la correcta ejecución de la NSR – 10. Dicho esto, el estudio de caso nos da una clara imagen del estado de estas, gracias a la evaluación de grado de vulnerabilidad sísmica, se pudieron identificar los factores críticos en donde se tienen el mayor nivel de riesgo.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, Construcciones empíricas, NSR-10, Sismo, Maestros de obra.

Abstract

This article is focused on the case study of a house located in the Usme district and the lack of knowledge of the Colombian Standard for Earthquake Resistant Design and Construction (NSR-10) by the masonry men at the time of construction of a building. For this purpose, several methodologies were used, such as traditional and digital surveys. A study was carried out with the objective of evaluating the seismic vulnerability of a house in this locality, based on the different current construction processes, thus identifying the factors that lead the community to construct buildings without considering adequate seismic measures. In this way, several results were obtained in which, firstly, the misapplication of the standard in the construction processes at the time of building the house is evidenced and secondly, a series of products in which the correct execution of the NSR - 10 is evidenced. That said, the case study gives us a clear picture of the state of these, thanks to the evaluation of the degree of seismic vulnerability, it was possible to identify the critical factors where they have the highest level of risk.

Keywords: Seismic vulnerability, Empirical constructions, NSR-10, Earthquake, masonry men.

Introducción

La NSR-10 o Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente, establece los requisitos y criterios para el diseño y construcción de edificaciones en Colombia teniendo en cuenta su resistencia sísmica (AIS, 2010). En el país los sismos representan una amenaza latente debido a su ubicación en una región geodinámica activa y la interacción de placas tectónicas que generan una actividad sísmica constante (la Nazca, la Sudamericana y la del Caribe), lo que convierte a la comprensión y aplicación de la NSR-10 en un asunto de máxima relevancia. (SGC, 2018).

Dentro de los diversos estudios de vulnerabilidad realizados anteriormente en el país, se evidencia un desconocimiento notorio en la aplicación de la norma en la construcción de viviendas, uno de los ejemplos más claros es el estudio “Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de Ciudad Bolívar, evaluadas por el método cualitativo” en el cual, se tomaron como muestra 300 viviendas, y en donde, la población dio a conocer las características constructivas y su posible respuesta ante un evento sísmico.

Como resultado de este estudio, se determinó que el 76% de las viviendas de la población estudiada es altamente vulnerable y que el 56% de ellas pueden representar un riesgo para las personas, antes de que ocurra un sismo. También se observó que el nivel de daños puede estar correlacionados con otros eventos como lo pueden ser el comportamiento de los suelos, interacción con la mala calidad estructural, constructiva y el deterioro progresivo de los elementos estructurales y arquitectónicos que afectan el comportamiento y la funcionalidad de estas edificaciones (Muñoz Prieto, 2007).

Es el caso de Usme, que se caracteriza por su alto crecimiento poblacional y destaca el número de edificaciones construidas empíricamente por los maestros de obra sin seguir alguna normativa sísmica,

haciendo de estas altamente vulnerables ante un evento de gran magnitud. Los inmuebles a menudo carecen de diseños estructurales y se edifican sin seguir las normas técnicas, es así como detectamos una falencia de conocimiento y conciencia sobre estos riesgos, lo que podría generar consecuencias desastrosas en caso de un terremoto significativo en la zona.

En consecuencia, el equipo del Semillero de Investigación vinculado al Sistema de Investigación, Innovación Y Desarrollo Tecnológico (SENNOVA) del Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera (CTCM) del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Bogotá - Distrito Capital, conformado por instructores, investigadores y aprendices, tuvieron como objetivo realizar la evaluación de vulnerabilidad sísmica de una vivienda de esta localidad, basada en los diferentes procesos constructivos actuales, identificando así los factores sociales, económicos y culturales que llevan a la comunidad a la construcción de las edificaciones sin considerar medidas sísmicas adecuadas.

Antecedentes del proyecto

SENA APP Construcción, es una colección de cartillas que, complementadas con una APP móvil, son el resultado del trabajo conjunto de un equipo interdisciplinario de investigadores, instructores y aprendices asociados al proyecto de investigación “Cartillas y APP Móvil SENA APP - Construcción. Vulnerabilidad sísmica e interpretación de planos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas de uso residencial” (ver figuras 1 y 2) , desarrollado en el Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera de Bogotá; Buscan fortalecer el aprendizaje y las competencias en el área de la construcción, mediante herramientas visuales e interactivas de fácil acceso y de forma gratuita, alineándose a su vez a la acelerada intervención de la tecnología y a las transformaciones en los métodos y técnicas de enseñanza - aprendizaje que demanda la cuarta revolución industrial y beneficiará tanto a los aprendices como a todos los actores del sector productivo del área en el país (Barragán et al, 2022).

Figura 1.
Interfaz de inicio SENA APP CONSTRUCCIÓN.



Fuente: SENA APP CONSTRUCCIÓN.
Nota: Tomado de Blog SENA APP CONSTRUCCIÓN
(<https://senaappconstruccion.blogspot.com/>)

Figura 2.
Portada principal de cartilla de Vulnerabilidad Sísmica.



Fuente: (Barragán et al, 2022).
<https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/7859>

Metodología

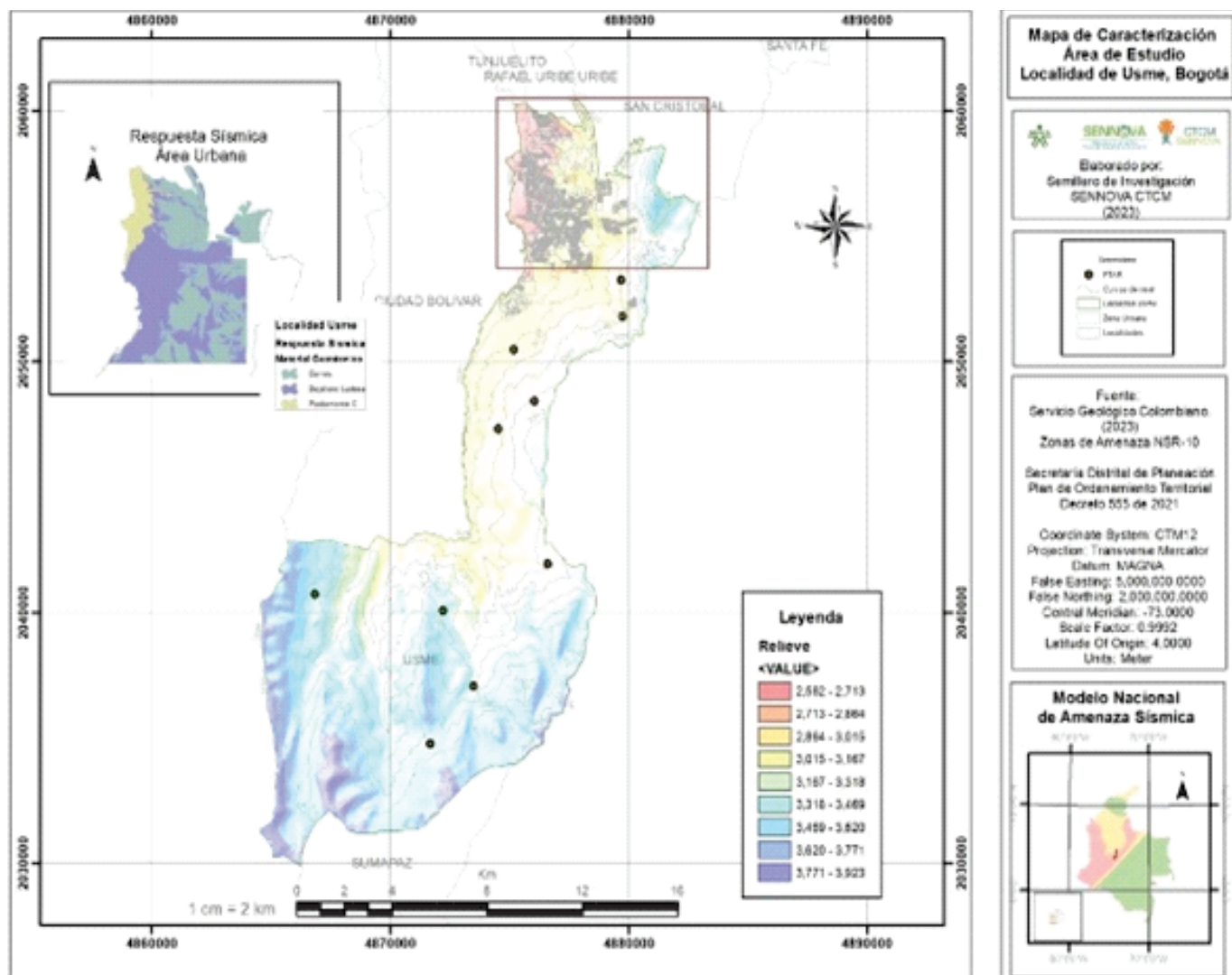
Tras la creación de la cartilla titulada “*Vulnerabilidad en viviendas de 1 y 2 pisos, basada en la NSR-10 Título E ubicada en Bogotá - Colombia, Volumen 1*”, elaborada en un trabajo conjunto de investigadores, instructores y aprendices del Centro de Tecnologías para la Construcción y la Maderas, del Servicio Nacional de Aprendizaje, es así que se quiso poner en práctica la investigación por medio de un estudio de una vivienda para de esta localidad.

Microzonificación o área de estudio.

Según el IDIGER (2018), Usme es la 4 localidad con mayor riesgo sísmico de la ciudad de Bogotá, por esta razón la microzonificación de respuesta sísmica del suelo para esta, se identifican tres zonas geotécnicas: Depósitos de ladera, piedemonte y Cerros.

Tal como se muestra en la figura 3, la geología local es esencial al momento de realizar el estudio ya que varios sectores de la Localidad de Usme se encuentran en alto grado de vulnerabilidad sísmica debido a su compleja topografía, el grado de vulnerabilidad es variable dependiendo del tipo de estructura ya que la mayoría de las construcciones corresponden a inmuebles sin la debida construcción técnica, con tipología de muros no confinados portantes no dan cumplimiento a la normatividad vigente sobre sismo resistencia y seguridad. Para algunas instituciones funcionan en edificios que fueron diseñados y contruidos dando cumplimiento con la Norma NSR-10 y otras algunas de ellas que, aunque siendo edificaciones de varias décadas ya han sido reforzadas para dar cumplimiento a la normatividad vigente.

Figura 3.
Mapa de caracterización, área de estudio localidad de Usme, Bogotá.



Nota: Mapa de caracterización (geología). Fuente propia.

Encuesta realizada al propietario de la vivienda

Se realizó una encuesta al propietario, con el fin de desarrollar un análisis cualitativo con respecto al estado actual de la vivienda, evidenciando así problemas arquitectónicos, estructurales y los deficientes procesos constructivos implementados al construir la residencia; de igual forma, se tomaron los puntos de vista para trabajar en el estudio y determinar el estado y el grado de vulnerabilidad de esta. Dicho esto, con los datos suministrados se

trabajó en una propuesta arquitectónica donde contemplo el uso de la Norma NSR-10 Título E y así darle una mejor retrospectiva a la vivienda.

Enfoque social

Este enfoque tuvo como finalidad analizar el como se compone el núcleo familiar actualmente, cuantas personas lo integran y que rol cumple cada uno de ellos, además se tuvo en cuenta el tiempo que llevan viviendo y el costo en que adquirieron la propiedad.

Enfoque general sobre el estado de la vivienda

Este apartado de la encuesta tuvo como propósito escuchar el punto de vista del propietario referente al estado actual de la vivienda, esto con el objetivo de dar a conocer las falencias y deficiencias con que cuenta la estructura y la arquitectura de la edificación, de igual forma saber sobre la antigüedad o año de construcción de la edificación.

Enfoque hacia el taller de marroquinería

Este enfoque tuvo como propósito determinar las actividades principales que se ejecutan en el taller de marroquinería adicional que áreas se utilizan para cada uno de los procesos y cuantas personas trabajan dentro del taller y si cumple con los espacios mínimos para cada una de las máquinas utilizadas, y de igual forma analizar si este mismo afecto directamente a la estructura de la vivienda.

Enfoque hacia la propuesta arquitectónica

Esta parte de la encuesta se obtuvo según la opinión del propietario y la evaluación realizada junto con los parámetros establecidos en la norma el se debe construir la vivienda estableciendo los espacios que lleva la vivienda, estableciendo cada una de las áreas habitables y las zonas de trabajo buscando así la independencia de cada una.

Levantamiento Tradicional

El levantamiento arquitectónico tradicional es la representación de espacios de un inmueble construido de forma manual, es decir una muestra gráfica, la cual llamaremos boceto o plano. Para esta actividad se implementan herramientas de dibujo técnico, tales como: (la cinta métrica, flexómetro, lápiz, papel, escuadras), las cuales nos brindan mayor facilidad a la hora de plasmar el levantamiento de la vivienda de forma tradicional (ver figura 4).

Figura 4.

Toma de medidas de la vivienda de forma tradicional.



Nota: Toma de medidas de la vivienda ubicada en la localidad de Usme. Fuente propia.

Por lo general los métodos tradicionales son los que se ven más afectados por las variables como irregularidades geométricas, anomalías estáticas del piso u otras características atípicas de la edificación, lo que lo hace rudimentario y poco preciso en comparación con la tecnología implementada en los métodos modernos, todo esto a causa de que el levantamiento tradicional depende mucho de la habilidad del mismo usuario para realizar un croquis adecuado a medida que avanza la toma de medidas del espacio (Romero, 2022).

Levantamiento Digital (BIM)

BIM (Building Information Modeling) se define como una metodología de trabajo colaborativo para la gestión de proyectos de construcción, mediante la integración, centralización y gestión de la información a través de modelos digitales. BIM actúa como una fuente confiable para la toma de decisiones, facilitando y optimizando el desarrollo de todas las etapas del ciclo de vida del activo, desde la planificación y diseño, hasta la construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras (Pedraza *et al*, 2023).

Levantamiento Digital (Faro Focus S)

Los Scanner 3D están diseñados específicamente para mediciones tanto en interiores como en exteriores en industrias como arquitectura, ingeniería, construcción, seguridad pública e investigaciones forense, o diseño de productos. Todos los dispositivos capturan información del mundo real que se usa en mundo digital para analizar, colaborar y tomar decisiones, encaminadas a mejorar y mantener la calidad general del proyecto y el producto, además de una mayor

distancia, precisión angular y alcance, la función de compensación en *in situ* de los escáneres garantiza mediciones de alta calidad, mientras que los puertos para accesorios externos y la funcionalidad HDR hacen que el escáner sea extremadamente flexible (Faro, 2021).

Resultados y Discusión

El comparativo entre métodos tradicionales y tecnológicos en el área de la construcción, referente a este levantamiento arquitectónico nos aporta herramientas para examinar la efectividad de estos dos procedimientos.

En la figura 5, se evidencia el mal estado y la inconsistencia de la estructura de la vivienda, un ejemplo claro es el sótano en el cual, ciertas columnas no tienen continuidad hasta el segundo piso, hay fisuras en las vigas y columnas por la humedad, no tiene un sistema de drenaje para poder extraer el agua proveniente del terreno.

En el primer piso demolieron parte de un muro estructural importante para la estabilidad de la vivienda siendo reemplazado por un anclaje en tubo metálico, para de esta forma poder darle acceso a uno de los ambientes del taller de marroquinería que funciona en la edificación. Se finalizó en el segundo piso constatando la falta de vigas de amarre para darle soporte a las cerchas de la cubierta haciendo de esta altamente vulnerable ante un vendaval o algún otro evento natural, también se observó fisuras en los muros arquitectónicos y la no continuidad de algunas columnas.

Figura 5.
Estado actual de la vivienda.



Nota: El sótano presenta un nivel crítico de humedad por lo cual produce un daño estructural evidente, cerchas sin sus respectivas vigas de amarre, deterioro en los muros de la fachada externa. Fuente propia.

Boceto aproximado del volumen del inmueble y registro de tiempos y medidas tomadas *in situ*

En este ejercicio se ejecutó con el fin de realizar una comparativa entre los instrumentos de medida que se utilizaron en el levantamiento arquitectónico que se llevó a cabo en la edificación. Dentro de la recolección de medidas y toma de datos de forma tradicional, se

tomaron tiempos en donde se inició a las 11:18 am y se culminó a la 01:02 pm.

En consecuencia, se realizó una planimetría a mano alzada del inmueble, tal como se evidencia en la figura 7, el cual permitió comprender mejor la distribución de áreas, al igual que cortes y fachadas para analizar las alturas y niveles que posee el inmueble.

Figura 6.
Planos a mano alzada del estado actual de la vivienda.



Nota: Planos de planta planta, cortes y fachadas elaborados a mano alzada del estado actual de la vivienda. Fuente: Propia.

Modelo 3D analítico del inmueble en su estado actual

Los bocetos o dibujos elaborados a mano alzada nos dan una perspectiva de las dimensiones de la vivienda. Más llanamente, el diseño 3D hecho en Revit, que es una herramienta versátil en la cual, se puede realizar un análisis estructural como arquitectónico del estado de la edificación de la localidad de Usme, los cuales se muestran en la Figura 8.

Figura 7.
Modelo y diseño de la vivienda en su estado actual.

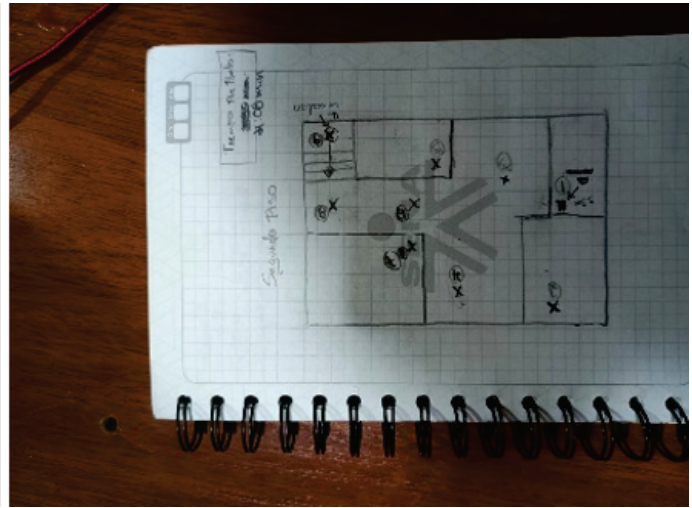
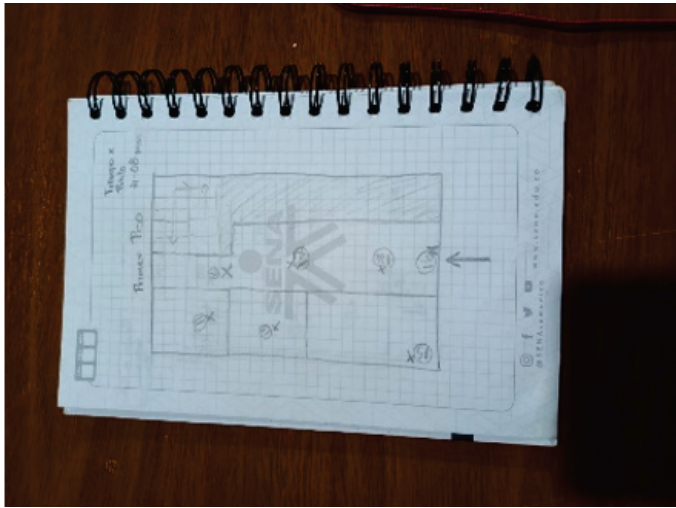


Nota: Modelado 3D, cortes, fachadas y planos de planta elaborados en Revit de la vivienda en su estado actual. Fuente: Propia.

Modelado y Nube de puntos Scanner 3D

Para realizar el levantamiento con el scanner 3D Faro Focus, en primer lugar, se realizó un boceto de plano de la vivienda para establecer los puntos en donde se va a ejecutar cada levantamiento con el equipo, para que de este modo no haya ningún inconveniente al momento de realizar el procesamiento de datos y no queden levantamientos sueltos en el registro de la nube de puntos.

Figura 8.
Boceto de puntos para el levantamiento con el Scanner 3D.



Fuente: Propia.

Para el correcto procesamiento de datos dentro del programa Scene, se determinó muy bien el lugar en donde cada levantamiento se llevaría a cabo, por consiguiente, se realiza la respectiva limpieza de cada una de las imágenes en la nube de puntos eliminando puntos blancos, intersecciones, objetos no deseados, personas o animales, superficies reflectantes, entre otros.

Figura 9.
Imágenes tomadas con el scanner 3D Faro.



Fuente: Propia.

Evaluación de grado de vulnerabilidad sísmica

De acuerdo con la visita técnica, se tomó como evidencia el formato Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica del Grupo de Investigación en Implementación Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas tomando como referencia el Estudio de Vulnerabilidad de la AIS (Asociación de Ingeniería Sísmica), basado en la Norma NSR-10 y así determinar

los daños estructurales y arquitectónicos que tiene la vivienda según los datos que se tomaron de la misma.

Por consiguiente, la AIS (2001), tomo como referencia 4 aspectos importantes para determinar que una vivienda califique como vulnerable intermedia o alta es suficiente que presente deficiencias en cualquiera de los aspectos mencionados a continuación:

Aspectos Geométricos.

Los aspectos geométricos son una parte clave en el estudio, ya que se identificaron deficiencias en la mayor parte de la edificación, haciendo de esta una vivienda altamente vulnerable a un evento sísmico. Dentro de la vivienda se pudieron identificar los problemas en cada una de las plantas, así mismo, como irregularidades en su altura y falta en cantidad de muros en ambas direcciones los cuales hacen que la placa de contra piso sea menos resistente y tenga en el riesgo de fractura en su estructura. Ver figura 10.

Aspectos Constructivos.

Estos aspectos se centran en los materiales, técnicas de construcción y estándares aplicados en la edificación de estructuras, y tienen un impacto significativo en su capacidad para resistir eventos sísmicos. Algunos aspectos constructivos importantes incluyen:

Materiales de Construcción: La calidad y resistencia de los materiales utilizados, como el concreto, acero, madera, entre otros, son críticos para la resistencia sísmica. La selección adecuada de materiales puede influir en la capacidad de absorción de energía y resistencia a la deformación.

Uniones y Conexiones: La forma en que se unen los elementos estructurales es esencial. Las uniones y conexiones deben diseñarse para resistir fuerzas sísmicas y permitir cierta flexibilidad sin comprometer la integridad de la estructura.

Detalles de Construcción: Los detalles constructivos como la calidad de la soldadura, amarres de refuerzo, anclajes y la instalación correcta de elementos estructurales, son críticos para la integridad sísmica de una estructura.

Refuerzos Sísmicos: La inclusión de refuerzos sísmicos como muros de corte, sistemas de contraventeo, amortiguadores sísmicos, entre otros, es clave para mejorar la capacidad de una estructura para resistir terremotos.

La evaluación de estos aspectos constructivos permite determinar la capacidad de una estructura para resistir eventos sísmicos y sugiere posibles mejoras o medidas correctivas para aumentar su seguridad y reducir su vulnerabilidad ante terremotos. Ver figura 10.

Aspectos Estructurales.

Los aspectos estructurales son componentes cruciales ya que estos se centran en cómo la configuración y el diseño de una estructura influyen en su capacidad para resistir y responder a fuerzas sísmicas. Algunos aspectos estructurales importantes incluyen:

Sistema Estructural: El tipo de sistema estructural utilizado como marcos, muros de carga, sistemas de contraventeo, entre otros, afecta la capacidad de la estructura para disipar la energía sísmica y redistribuir las cargas.

Rigidez y Flexibilidad: La distribución adecuada de la rigidez y flexibilidad dentro de la estructura es clave. Zonas rígidas pueden concentrar tensiones, mientras que la flexibilidad controlada puede ayudar a disipar la energía del terremoto.

Capacidad de Deformación: Las estructuras deben ser capaces de deformarse sin colapsar durante un terremoto. El diseño debe permitir cierta capacidad de deformación controlada para absorber energía.

Redundancia Estructural: La redundancia estructural implica tener múltiples rutas de carga para resistir fuerzas sísmicas. Esto puede incluir elementos estructurales adicionales para mantener la integridad de la estructura en caso de fallo en algún componente.

Detalles de Refuerzo: La calidad y diseño del refuerzo como la distribución de barras de acero en concreto armado o la colocación de elementos estructurales adicionales para fortalecer puntos críticos. Ver figura 10.

Aspectos del Entorno y Suelos

La respuesta de una estructura ante un terremoto está influenciada por las características del terreno y el entorno circundante. La composición y las propiedades del suelo tienen un impacto directo en la propagación y amplitud de las ondas sísmicas. Los suelos blandos tienden a amplificar las ondas sísmicas, lo que puede

aumentar la vulnerabilidad de las estructuras construidas sobre ellos.

La variación de las capas del subsuelo puede afectar la manera en que las ondas sísmicas viajan a través de ellas. Por ejemplo, la presencia de capas de roca dura debajo de suelos blandos puede influir en la forma en que las ondas se comportan y afectan a las estructuras. Ver figura 10.

Por lo anterior, la TAIU (2011), estableció que estos materiales están conformados por bloques rocosos heterométricos de composición predominante de anfibolitas, poseen un grado de meteorización de moderado a alto, presentando sus bordes saprolitizados y el núcleo relativamente fresco y los fragmentos más pequeños están prácticamente alterados en su totalidad. La matriz que los envuelve posee características de un material arcillo limoso de baja plasticidad y de colores claros.

Figura 10.
Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica de la vivienda de la localidad de Usme

GRUPO DE INVESTIGACION EN IMPLEMENTACION TECNOLOGIA EN VIP
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

EVALUACION DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA

PROPIETARIO:	1030559876	Jose Eduardo Talero Vargas	
DIRECCION:	Calle 98 A Sur No 0 este - 20		
CHIP:	#N/D	BARRIO:	La Orquidea
LOCALIDAD:	Usme	UPZ:	#N/D

Escala				Calificación	0,634
0,86	al	1,00	MUY ALTO		
0,62	al	0,86	ALTO	Grado de Vulnerabilidad	ALTO
0,44	al	0,62	MEDIO		
0,34	al	0,44	BAJO		
0,00	al	0,34	MINIMO		

¿Cuál es el tipo de cubierta que tiene la vivienda?

ASPECTO A EVALUAR	OBSERVACIÓN	calificación			
		Max	Eva	% Aspecto	% Total ponderada
ASPECTOS GEOMÉTRICOS (G) 20%					
Irregularidad en planta	1	40%	40%	60%	12%
Irregularidad en altura	2	0%	0%		
Cant. muros en las dos direcciones	3	60%	20%		
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS (C) 20%					
Cimentación	1	10%	10%	10%	45%
Calidad de la construcción en ...					
Columnas de confinamiento	2	45%	30%		
Vigas de confinamiento	3	20%	8%		
Losas de entrepiso	2	0%	0%		
Parapetos y antepechos	3	5%	2%		
Cubierta	2	10%	5%		
Escalera	1	0%	0%		
Características de la mampostería					
Unidades de mampostería (material)	2	1%	1%		
Unidades de mampostería (perforación)	2	1%	1%		
Muro (calidad y características juntas)	3	6%	2%	4%	
Muro (calidad de la unidad y su traba)	3	2%	1%		
ASPECTOS ESTRUCTURALES (E) 40%					
Combinación de sistema estructural	1				21%
Tipo de sistema estructural predominante	2				
Evalúe dependiendo del tipo de sistema estructural seleccionado					
Continuidad estructural	1	2%	2%	2%	
Muros en la vivienda					
Espesor de muros	2	5%	3%		
Confinamiento de los muros	1	10%	10%	18%	
Anclaje entre muro y estructura	1	5%	5%		
Columnas o elementos verticales de confinamiento en la vivienda					
Area transversal del elemento	3	14%	5%		
Refuerzos longitudinales	4	7%	2%		
Refuerzo transversal o estribos	4	7%	2%		
Ubicación de los elementos	1	13%	13%		
Vigas o elementos horizontales de confinamiento en la vivienda					
Area transversal del elemento	2	6%	3%		
Refuerzos longitudinales	4	3%	1%	5%	
Refuerzo transversal o estribos	4	3%	1%		
Cubierta y vigas o elementos de amarre o corona					
Cubierta (peso)	3	2%	1%		
Cubierta (estructura y amarre)	2	8%	4%	9%	
Existencia de vigas de amarre	1	3%	3%		
Amarre de la cubierta	2	2%	1%		
Entrepiso					
Peso de losa de entrepiso	2	3%	2%		
Apoyo de la placa	3	3%	1%	3%	
Características de los vanos					
Area del vano del total del muro	2	2%	1%		
Longitud horizontal del vano	2	1%	1%	2%	
Distancia del muro adyacente al vano	2	1%	1%		
ASPECTOS DEL ENTORNO Y SUELOS (ES) 20%					
Suelo - zona de riesgo sísmico	0	2	0%	0%	82%
Suelo - microzonificación	0	5	10%	2%	
Grado de inclinación del terreno	0	1	40%	40%	
El suelo de la fundación	2	20%	10%		
Características de la cimentación	0	1	30%	30%	16%

Observaciones adicionales:
La vivienda presenta irregularidades, presenta fisuración en algunos de sus elementos estructurales, además de combinación en los tipos de mampostería. Actualización al reglamento, completar el sistema de cimentación en la parte del patio, establecer sistema de muros confinados, terminar los muros interiores (con un solo tipo de mampostería, se puede escoger el que predomine porcentualmente en la vivienda, para evitar demoler) y la viga de corona para montar una nueva cubierta.

Documento elaborado por el Ing. Sergio Valbuena basado en el formato NP4 de la CVP y del formato para determinar el índice de vulnerabilidad de la AIS



Foto N°1 Fachada



Foto N°2 Detalle de la Vivienda



Foto N°3 Fachada de la Vivienda

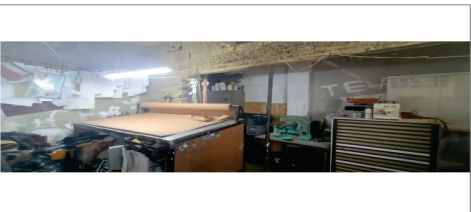
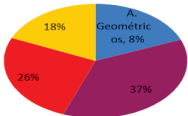


Foto N°4 Detalle de la Vivienda



Nota: La vivienda presenta irregularidades, muestra fisuración en algunos de sus elementos arquitectónicos y estructurales, además de combinación en los tipos de mampostería. Fuente: AIS (Asociación de Ingeniería Sísmica).

Según Safina Melón (2003), El resultado de un estudio de vulnerabilidad está condicionado a la manera concreta como se haga la descripción de la acción sísmica y del daño sísmico, quienes destacan como los elementos fundamentales para la caracterización de la vulnerabilidad sísmica. Para caracterizar la acción sísmica, generalmente se emplean parámetros simples como la intensidad macro sísmica, la aceleración del terreno y en ocasiones el espectro de respuesta. Debe reconocerse que el conocimiento de la acción sísmica es pobre, particularmente en zonas de sismicidad moderada o baja y en zonas con grandes sismos pero con grandes períodos de recurrencia, por lo que conviene contar con metodologías que permitan estimar daños a partir de parámetros de la acción sencillos (intensidad, aceleración pico, etc.) y progresivamente desarrollar métodos que tengan en cuenta una estima más realista de la acción, tipo parámetros espectrales, acelero gramas reales o artificiales, que tengan en cuenta el contenido frecuencia y la duración del evento, entre otros.

Es por eso que (Martínez, 2022) reconociendo sus características y precedentes, debido a que la edificación fue construida antes de la norma NSR-10, presentan una incertidumbre de la calidad de los materiales, ya que pueden perder sus propiedades con el paso del tiempo y no existe un registro de la cantidad de acero de refuerzo suministrado en su construcción inicial.

Prototipo del estado actual y propuesta arquitectónica de la vivienda

Como resultado se obtuvo las maquetas, figuras 11 y 12, las cuales son una representación a escala de la

misma, diseñadas para mostrar sus características principales de manera visual y táctil, según la representación se comunicó la idea de cómo se encuentra la vivienda actualmente con sus principales características y la distribución de espacios dentro de la edificación.

Así mismo en la propuesta arquitectónica se plasmó según la NSR-10 como debió quedar construida la vivienda y de igual forma se tuvo presente la opinión del propietario para que también tuviese mayor participación al momento de proyección de la propuesta.

Figura 11.
Maqueta de la vivienda en el estado actual.



Nota: Maqueta de la vivienda en Escala 1:50. Fuente: Propia.

Modelo y planos en el Software Revit, paquete de planos principales

Dentro del estudio, la propuesta arquitectónica se realizó el modelado con su respectivo paquete de planos de como debió quedar la vivienda con los

Figura 12.
Maqueta de propuesta arquitectónica de la vivienda.



Nota: Maqueta propuesta arquitectónica de la vivienda en Escala 1:50. Fuente: Propia.

procesos constructivos adecuados, dando cumplimiento a la NSR-10, mejorando la distribución de los espacios dentro del taller marroquinería e independizando en su totalidad las áreas de trabajo con las áreas habitables.

El sótano dentro de la propuesta se le dará mayor

utilidad convirtiéndolo en oficina y bodega para el aprovechamiento de espacios de esa área que actualmente no tiene ninguna función y si está afectando gravemente la estructura de la vivienda. Ver figura 13.

Figura 13.
Maqueta de propuesta arquitectónica de la vivienda.



Nota: Propuesta Arquitectónica de la vivienda de la localidad de Usme elaborada en REVIT.

Conclusiones

El desconocimiento en la aplicación de la NSR-10 en la construcción de viviendas vulnerables es notorio, ya que se omiten partes fundamentales en los procesos constructivos al momento de la edificación, esto por falta de capacitación de los maestros de obra que ejecutan los proyectos, tanto así que las expone a ser altamente vulnerables ante cualquier evento y ponen en riesgo la integridad de las personas que las habitan.

Otro factor relevante es la economización o ahorro de material al momento de la construcción de la obra, se utilizan recursos de segunda mano o de mala calidad los cuales no tiene la firmeza para aguantar las cargas de la vivienda y de algún evento externo.

El estudio de caso en la localidad de Usme nos da una clara imagen del estado de estas, gracias a la evaluación de

grado de vulnerabilidad sísmica, se pudieron identificar los factores críticos en donde se tienen el mayor nivel de riesgo.

Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial al pro-pietario de la vivienda el señor José Eduardo Talero por permitir al equipo a realizar el estudio en la vivienda, al Coordinador Académico Leonardo Esguerra y el Instructor Jorge Enrique Leiva por aporte de conocimiento en el lugar del levantamiento, al equipo de investigadores que nos guiaron en cada parte del proceso y aportaron su conocimiento y al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA CTCM) como apoyo financiero para la ejecución de los proyectos del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Referencias

- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2023). AIS 410-23: *Evaluación y reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de mampostería*. Bogotá – Colombia. https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/anexo-tecnico-dec-1401_2023.pdf
- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2001). *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería*. Bogotá – Colombia. https://www.desenredando.org/public/libros/2001/cersvm/mamposteria_lared.pdf
- AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2010). *Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente, NSR-10*. <https://asosismica.org.co>
- Barragán, J.A., Avellaneda, E., Moya, B.S., Borré, E., Herrera, D., Acosta, J.E., Borré, M.A., Salazar, E., Hernández, N. (2022). SENA APP CONSTRUCCIÓN - *Vulnerabilidad en viviendas de 1 y 2 pisos, basada en la NSR-10 Título E ubicadas en Bogotá - Colombia*. (SENA, Vol. 1). SENA. <https://senaappconstruccion.blogspot.com/p/cartillas-interactivas.html>
- Build Change. (2015). *Manual de evaluación y reforzamiento sísmico para reducción de vulnerabilidad en viviendas*. Bogotá – Colombia. https://buildchange.org/wp-content/uploads/2016/04/15-11-05-BC_Manual-de-Evaluacion-y-Reforzamiento.pdf

- Córdoba Ramírez, A. Gutemberg Cortes, F. H. & Restrepo Casallas, K. L. (2022). Guía metodológica para la construcción de viviendas de interés prioritario rural (VIPR) bajo los estándares de la NSR-10 título E. Trabajo de grado. Universidad La Gran Colombia. Facultad de Ingeniería Civil. Programa Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/7522/Cordoba_Alexis_Gutemberg_Fanny_Restrepo_Karen_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Faro. (2021). Escáneres láser para aplicaciones de corto, mediano y largo alcance. <https://downloads.faro.com/index.php/s/HkNcPD2H2aetAp3?dir=undefined&path=%2FSpanishLatin%20-%20Espa%C3%B1ol&openfile=135185>
- Guamán Galindo, D.F. (2018). Levantamiento con escáner laser terrestre: Observatorio Astronómico Muisca de Moniquirá – Villa de Leiva. Monografía. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Bogotá – Colombia. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7690/GuamanGalindoDanielFernando2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IDIGER (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos Sísmicos y Cambio Climático). (2021). Caracterización General del escenario del Riesgo Sísmico. Ficha de Caracterización. <https://www.idiger.gov.co/documents/220605/1331145/Escenario+de+Riesgo+S%C3%ADsmico.pdf/7e1e4211-1b9b-42c0-91ff-4424bd98824d>
- Maldonado Rondón, E., & Chío Cho, G. (2005). Identificación de las zonas sísmicamente más vulnerables en la ciudad de Bucaramanga. *Revista UIS Ingenierías*, 4(2), 99–116. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/1961>
- Martínez Lozano, J.N. (2021). Estudio de Vulnerabilidad sísmica y patológica estructural del edificio Niza en la ciudad de Villavicencio, Meta, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Santo Tomas. Facultad de Ingeniería Civil. Villavicencio – Meta. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/45177>
- Muñoz Prieto, W. (2006). Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de Ciudad Bolívar evaluadas por el método cuantitativo. *Revista Científica*, 9, 241-260. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Centro de Investigación y Desarrollo Científico. Bogotá, Colombia. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/361>
- Pedraza Hernández, J.P. Hernández Flórez, A.F. & Alba Quintero, A. (2023). Guía metodológica para la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en empresas de ingeniería en Colombia: enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial. Guía Metodológica. Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Facultad de Ingeniería. Programa Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos. Bogotá – Colombia. <https://repository.escuelaing.edu.co/handle/001/2586>
- Rivera Rivera, Y. A. & Toro-Beltrán, M. F. (2021). Índice de vulnerabilidad en las edificaciones informales en Bogotá localidad de Suba Barrio Rincón. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá - Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/93f2ac30-3c9d-4dad-a9ca-7219619f9f62/content>.
- Rodríguez Suárez, E. J. & Castro-Sosa, J. S. (2015). Caracterización de las condiciones estructurales en viviendas residenciales del Barrio Ciudad Jardín Sur en Bogotá según NSR-10. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/3affae7-6794-4338-b480-a67b656172cd/content>

- Romero Corredor, L.S. (2022). Evaluación técnica y económica de métodos de levantamiento arquitectónico análogos y digitales. Trabajo de grado. Universidad la Gran Colombia. Facultad de Arquitectura. Bogotá – Colombia.
https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/7540/ROMERO_LUIS_2022%28TRABAJO%20DE%20GRADO%20%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Safina Melón, S. (2003). Vulnerabilidad Sísmica de edificaciones esenciales. Tesis de Grado. Universidad Politécnica de Cataluña. Facultad de Ingeniería. Cataluña – España.
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6226/14CAPITULO5.pdf?sequence>
- SGC (Servicio Geológico Colombiano). (2018). Evaluación y monitoreo de actividad sísmica.
<https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/geoamenazas/Paginas/actividad-sismica.aspx>
- TAIU (Institución Universitaria, Tecnológico de Antioquia). (2011). Estudio de vulnerabilidad sísmica y patológico de la Institución Universitaria, Tecnológico de Antioquia. Estudio. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Medellín, Antioquia.
https://www.tdea.edu.co/images/tdea/galeria/planeacion/estudio_vulnerabilidad_sismica.pdf

Planeación de una construcción bioclimática: una opción de vivienda rural en el Distrito Capital

Luis E. Yate¹, Gabriel H. Carvajal², Rosendo Zambrano³, Luis R. Martínez⁴

¹ SENNOVA CTCM Línea de Construcción Sostenible, Distrito Capital, Bogotá, Colombia. leyate@sena.edu.co

² Universidad del Cesar, Ingeniería Ambiental, Bogotá, Colombia. ghcarvajal@sena.edu.co

³ Línea Energías Renovables, SENA, Distrito capital, Bogotá, Colombia. Rzambrano@sena.edu.co

⁴ Laboratorio de suelos y concretos, SENA CTCM, Distrito capital, Bogotá, Colombia.

Resumen

El propósito fundamental de este artículo es exhibir formas de construir con elementos bioclimáticos, buscando divulgar los beneficios de las construcciones bioclimáticas. Para lograrlo, se presenta el proyecto “Construcción de Prototipo Habitacional rural, con biomateriales bajo estándares de CASA PASIVA; Para evaluar eficiencia climática y ahorro energético” en el Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera del SENA, a los aprendices de Tecnólogo en Dibujo y Modelado Arquitectónico, a quienes se les propone realizar un desarrollo de vivienda social rural sostenible, que implemente conceptos de construcción pasiva. En este contexto, se identifican los recursos y factores condicionantes que marcaran el desarrollo de la construcción de la edificación, se listan y evalúan los proyectos y modelos internacionales desarrollados y propuestos por la industria de la construcción, para desarrollar una metodología de planificación y control por etapas encaminada a reducir el uso de materiales no renovables, para optimizar así los procesos productivos, con esta metodología se implementan conceptos relacionados con el ahorro y la eficiencia energética, el almacenamiento de energía, los impactos medioambientales, entre otros, en el proceso de construcción. Además, se llevará a cabo un análisis comparativo entre diversas fuentes de energía, incluyendo las convencionales y las renovables. Entre las tecnologías empleadas se destacan la captación solar pasiva y activa, ventilación de fachada sur, muros a base de biomateriales, aislamientos reflectivos, aislamiento de ventanas y cubiertas, climatización mixta, uso de biomasa (Alavedra P, 1998), así como la planeación de una monitorización integral de la edificación para la adecuada recopilación de datos en tiempo real.

Palabras clave: Eficiencia energética, Bioclimática, edificaciones verdes, Energía solar, Biomasa

Abstract

The fundamental purpose of this article is to exhibit ways of building with bioclimatic elements, seeking to disseminate the benefits of bioclimatic constructions. To achieve this, the project “Construction of a rural Housing Prototype, with biomaterials under PASSIVE HOUSE standards, is presented; To evaluate climate efficiency and energy savings” at the SENA Construction and Wood Technologies Center, to the Technologist apprentices in Architectural Drawing and Modeling, who are proposed to carry out a development of sustainable rural social housing, which implements concepts passive construction. In this context, the resources and conditioning factors that will mark the development of the construction of the building are identified, the international projects and models developed and proposed by the construction industry are listed and evaluated, to develop a planning and control methodology by stages aimed at reducing the use of non-renewable materials, to optimize production processes, with this methodology concepts related to energy savings and efficiency, energy storage, environmental impacts, among others, are implemented in the construction process. In addition, a comparative analysis will be carried out between various energy sources, including conventional and renewable ones. Among the technologies used, passive and active solar collection, ventilation of the south façade, walls based on biomaterials, reflective insulation, insulation of windows and roofs, mixed air

conditioning, use of biomass (Alavedra P, 1998), as well as monitoring planning stand out. integral of the building for the adequate collection of data in real time.

Keywords: Energy Efficiency, Bioclimatic, Green Building, Solar Energy, Biomass

Resumo

O objetivo fundamental deste artigo é expor formas de construção com elementos bioclimáticos, buscando divulgar os benefícios das construções bioclimáticas. Para isso é apresentado o projeto “Construção de Protótipo de Habitação Rural, com biomateriais sob padrões de CASA PASSIVA; Avaliar a eficiência climática e a poupança energética” no Centro de Construção e Tecnologias da Madeira do SENA, aos Tecnólogos aprendizes em Desenho e Modelação Arquitectónica, a quem se propõe realizar um desenvolvimento de habitação social rural sustentável, que implemente conceitos de construção passiva. Neste contexto, são identificados os recursos e condicionantes que marcarão o desenvolvimento da construção do edifício, são elencados e avaliados os projetos e modelos internacionais desenvolvidos e propostos pela indústria da construção, para desenvolver uma metodologia de planejamento e controle por etapas visando na redução do uso de materiais não renováveis, na otimização dos processos produtivos, com esta metodologia são implementados no processo construtivo conceitos relacionados à economia e eficiência energética, armazenamento de energia, impactos ambientais, entre outros. Além disso, será realizada uma análise comparativa entre diversas fontes de energia, incluindo convencionais e renováveis. Entre as tecnologias utilizadas, captação solar passiva e ativa, ventilação da fachada sul, paredes à base de biomateriais, isolamento reflexivo, isolamento de janelas e telhados, climatização mista, utilização de biomassa (Alavedra P, 1998), bem como estande de planejamento fora do monitoramento abrangente do edifício para coleta de dados adequada em tempo real.

Palavras-chave: Eficiência energética, Bioclimática, edifícios verdes, Energia solar, Biomassa.

Introducción

El consumo de energía en el sector de vivienda y servicios tiene una importancia significativa a nivel global, estimándose que representa más del 30% del consumo final de energía, según García Cuenca (García Cuenca D, 2018). En todos los países, se han implementado medidas para controlar la creciente demanda energética, como en el caso de España, que introdujo el Código Técnico de la Edificación con el objetivo de mejorar el control y reducir el consumo energético.

Por lo tanto, la aplicación de criterios de sostenibilidad en la construcción de edificaciones, con la capacidad de captar y ahorrar energía, se convierte en una tarea prioritaria para todos los involucrados en proyectos de construcción, no obstante el uso de la arquitectura bioclimática no es una novedad, ya que muchas viviendas tradicionales y construcciones vernáculas se basan en principios bioclimáticos, actualmente es poco común debido a las cambiantes tendencias arquitectónicas que priorizan la forma sobre la función.

A pesar de la existencia de proyectos que se promocionan como bioclimáticos, hay escepticismo sobre su verdadera funcionalidad, generando dudas sobre hasta qué punto una vivienda puede considerarse verdaderamente bioclimática (CEPAL, 2017). Se observa la creación de un mercado en torno al sello "categoría bioclimática", que a menudo se limita a viviendas con aleros como elemento de aislamiento pasivo y algunas incorporaciones de energías renovables. Es crucial destacar que, aunque el término de construcción bioclimática puede ser relativamente nuevo como concepto textual, sus fundamentos constructivos no lo son. Desde los romanos con las cubiertas ventiladas hasta los árabes con sus célebres techos y patios con agua, la construcción bioclimática tiene raíces históricas evidentes, como se puede observar en construcciones centenarias en Marruecos con muros de adobe ventilados o en las eficientes chozas fabricadas con mezclas de estiércol de vaca y barro en el Caribe colombiano (CONSTRUIBLE, 2021).

Este artículo presenta los avances realizados en el proyecto "Construcción de Prototipo Habitacional rural, con biomateriales bajo estándares de CASA PASIVA; Para evaluar eficiencia climática y ahorro energético". Este proyecto busca proponer una solución a la vivienda rural con estándares de "Energía Convencional Cero" o "Bioclimático", contemplando la construcción de una vivienda de dos plantas con biomateriales, con una superficie aproximada de 64 m² en el Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera (CTCM). Esta edificación representa la culminación de investigaciones previas que incluyen desarrollos en biomateriales y estudios de materiales autóctonos, así como nuevas técnicas de construcción.

La propuesta se enmarca en el contexto de la edificación sostenible, integrando acciones alineadas con tres pilares fundamentales: económico, medioambiental y social (CONSTRUIBLE, 2021). Este trabajo continúa las investigaciones previas realizadas por el grupo de construcción sostenible de SENNOVA CTCM; los objetivos del proyecto incluyen la implementación de conceptos relacionados con el ahorro y la eficiencia energética en dispositivos de transformación entre diversas fuentes de energía, almacenamiento energético, impactos medioambientales, entre otros. Además, se busca realizar un análisis comparativo entre distintas fuentes de energía, demostrando empíricamente la viabilidad y beneficios de las fuentes renovables en comparación con las convencionales.

Como resultado de lo anterior y con el objetivo de cumplir con el plan estratégico del Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera del SENA, se iniciaron investigaciones relacionadas con el diseño, la arquitectura y el uso de la energía.

Rápidamente se descubrió que esta temática ha sido objeto de estudio desde la década de los 50, cuando el arquitecto V. Olgyay profundizó en la interacción entre un edificio y su entorno natural. Este enfoque dio origen a conceptos de relación entre "arquitectura y urbanismo, lugar y forma, clima y regionalismo". Estos postulados cuestionaron en gran medida la "arquitectura oficial" de mediados de siglo, y sus

contribuciones se han convertido, 70 años después, en referencia para aquellos que optan por aplicar lo que ahora se conoce como "arquitectura Solar o pasiva" y, más recientemente, "Arquitectura Bioclimática" (Olgyay, V., 2015).

A partir de estos principios, ha habido un redescubrimiento continuo, con estudios teóricos, aplicaciones prácticas, formulaciones y sistemas técnicos que, en su mayoría, son reinterpretaciones de lo enunciado por Olgyay anteriormente. Por otro lado, aunque este artículo esté escrito en el contexto del desarrollo urbano y rural del distrito capital de Bogotá, se busca que su contenido y enfoque trasciendan más allá de lo que su implementación en este contexto pueda implicar. Los principios de diseño y su aplicación pueden ser perfectamente válidos en otros contextos o situaciones regionales, siempre y cuando se tengan en cuenta las circunstancias tecnológicas y los aspectos culturales para su correcta aplicación.

Metodología

La investigación implementó un diseño metodológico integral centrado en la exploración y análisis de los desafíos relacionados con la vivienda rural del distrito capital, en especial en el sector de la localidad de Ciudad Bolívar, y su diversidad de materiales. Las viviendas rurales, en esencia, encarnan sistemas constructivos tradicionales que hacen uso de materiales que se encuentren en la zona como piedra, y madera, con fachadas de adobe y bahareque, así como cubiertas de plástico, madera y teja de zinc. Este lugar de estudio fue escogido debido a su altitud y clima, ya que es una de las zonas más elevadas habitadas del distrito capital de Bogotá.

El proceso metodológico comprende tres fases (análisis del entorno, definición de casos de estudio y etapa de diseño, y programa arquitectónico), las cuales se aplicaron en el estudio para el desarrollo de la vivienda rural sostenible, por parte de los aprendices del CTCM.

Análisis del entorno, etapa teórica, y área de estudio:

- Se lleva a cabo la revisión bibliográfica centrada en

la(s) vivienda(s) rural(es) y el confort térmico en la arquitectura.

- Se define el área de estudio conforme al proyecto de investigación, realizando una visita a la zona rural de Quiba Alta en la localidad de Ciudad Bolívar. Este evento se establece como un punto crucial en el proyecto, ya que no solo revela las características reales de la vivienda en la zona, sino que también permite identificar las condiciones climáticas del área (Ugarte, J., 2021), comprendida entre los 2300 y 3400 metros sobre el nivel del mar. Estos datos se registran detalladamente en los diarios de investigación de los aprendices.
- Los aprendices se dividen en dos grupos de investigación, cada uno asignado a un área específica para recopilar datos y documentar las viviendas y sus referentes.

Definición de casos de estudio y etapa de diseño de propuestas:

Una vez recopilada la información del área de estudio, se procede con el diseño de fichas arquitectónicas de referencia, que posibilitan la elaboración de un diseño experimental para la conformación de la vivienda rural sostenible. Tras compartir la información recolectada por los aprendices mediante mesas de trabajo colaborativo, se lleva a cabo la asignación de casos de estudio mediante dos grupos de control. Estos evalúan la validez de las propuestas utilizando variables independientes relacionadas con la tipología de viviendas y los sistemas arquitectónicos de construcción tradicional.

Programa arquitectónico:

La planificación arquitectónica y constructiva de las propuestas de los aprendices para la zona rural de Quiba Alta en la localidad de Ciudad Bolívar se realiza mediante desarrollos volumétricos y espaciales. Se incorpora la premisa de utilizar materiales sostenibles y ancestrales, (Thomas, S., 2006) lo que implica la formulación de propuestas para sistemas constructivos, diseño de fachadas, envolventes térmicas y preservación de materiales.

Se emplea un componente curricular denominado "Bloque de Investigación e Innovación" dentro del

programa de Tecnólogo en Dibujo y Modelado Arquitectónico e Ingeniería, impartido en el Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera del SENA, Distrito Capital. Este componente cuenta con un cuerpo docente interdisciplinario y 24 estudiantes que se encuentran cursando el sexto trimestre de formación. La temática abordada se centra en el desarrollo sostenible, y se lleva a cabo un proyecto integrador práctico, para lo cual se conforman equipos de trabajo compuestos por 4 aprendices.

Los docentes presentan el trabajo práctico al inicio del sexto trimestre, abordando progresivamente los puntos que componen los objetivos a cumplir, tras la exposición teórica previa sobre cada uno de ellos (ver figura 1).

Figura 1.
Presentación del proyecto de investigación.



Fuente: propia.

Figura 2.
Encuentros para validación de avances.



Fuente: propia.

Esta metodología hace uso de los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) a través de la plataforma proporcionada por el SENA: <https://oferta.senasofiaplus.edu.co>.

En este espacio se comparte la documentación de las clases teóricas y una serie de archivos de consulta facilitados por el grupo de instructores e investigadores adjuntos.

La metodología del trabajo práctico implica el estudio de un modelo de diseño que facilite la formulación de proyectos de construcción de unidades de vivienda de interés social rural. Se establece como premisa que los proyectos deben ser validados mediante maquetas y ajustarse a las realidades socioculturales y económicas de la zona rural del distrito capital. Se plantea la necesidad de incluir el proceso constructivo y el análisis de materiales disponibles en la zona, que ofrezcan altas prestaciones ambientales, para lo cual se indican los lineamientos mínimos en cuanto a sostenibilidad del proyecto (Interempresas, 2022).

Para lograr los objetivos propuestos, se establecen los siguientes parámetros:

- Análisis, identificación de causas y dimensionamiento del problema.
- Análisis de materiales, actividades y recursos necesarios para la construcción, mantenimiento y operación de la solución propuesta.
- Detalles técnicos de la alternativa propuesta y su costo aproximado.

En el desarrollo de este documento, algunos datos de entrada fueron asumidos debido a la diversidad del territorio y la dificultad de acceso a la zona de estudio. Esto implica que, para su implantación, será necesario ajustar la información a las realidades particulares de cada región.

Desarrollo:

La ejecución del trabajo práctico integrador se estructura en siete ítems que se detallan a continuación:

I. Análisis de los parámetros y factores geográficos del territorio (lote), que abarcan la posición geográfica, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, dirección de viento predominante y volumen de precipitaciones anuales. Estos elementos determinan las características climáticas específicas de las diversas zonas objeto de estudio.

II. Estudio de las necesidades y del componente urbano y normativo del proyecto (Fig. 3 y 4), donde se incorporan los principios generales del diseño sostenible, tales como optimizar el uso de energía, proteger y preservar el agua, optimizar el espacio de construcción, utilizar materiales sostenibles, implementar tecnologías limpias, reducir el consumo de recursos críticos, prevenir la degradación ambiental, y promover la ventilación e iluminación natural.

III. Análisis de los parámetros anteriores conforme a las tablas elaboradas por los investigadores e instructores (Figs. 5 y 6), incluyendo recomendaciones de estrategias de diseño pasivo, efectos del clima de las diferentes regiones en la forma de la vivienda, criterios y recomendaciones de diseño bioclimático para el ordenamiento del conjunto, y criterios y recomendaciones de diseño bioclimático para la disposición de la vivienda (Interempresas, 2022). Se busca identificar y/o determinar las estrategias de diseño pasivo adoptadas en cada tipología.

IV. Estudio de materiales sostenibles, abordando el uso de materiales ancestrales y biomateriales contemporáneos (Fig. 8).

V. Valoración arquitectónica mediante indicadores dimensionales, forma y función (Fig. 9).

VI. Proposición de soluciones con verificación de la componente técnica, incluyendo el análisis del comportamiento energético y la huella de carbono (Fig. 10 y 11).

Figura 3.
Componente normativo.

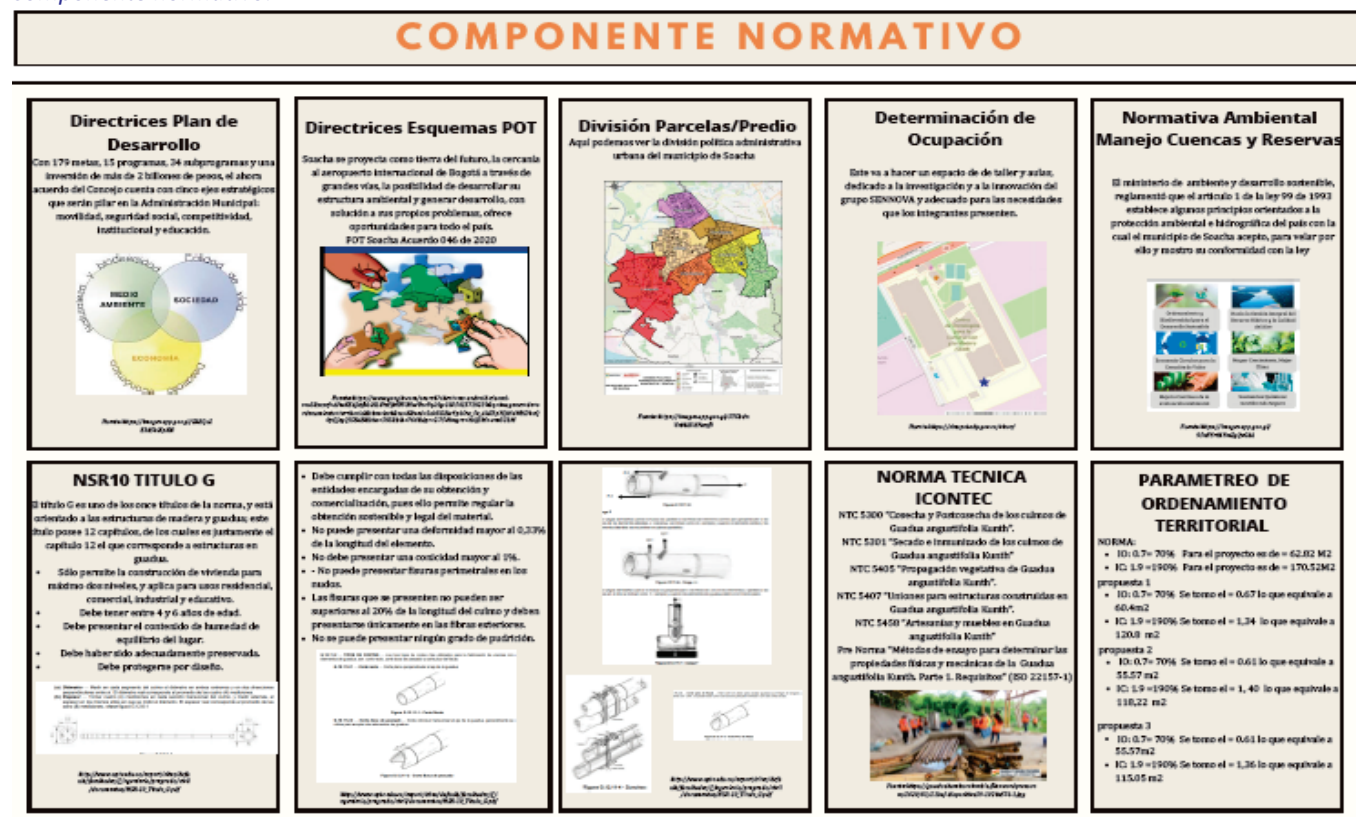


Figura 4.
Componente urbano.



Figura 5.
Componente ambiental.

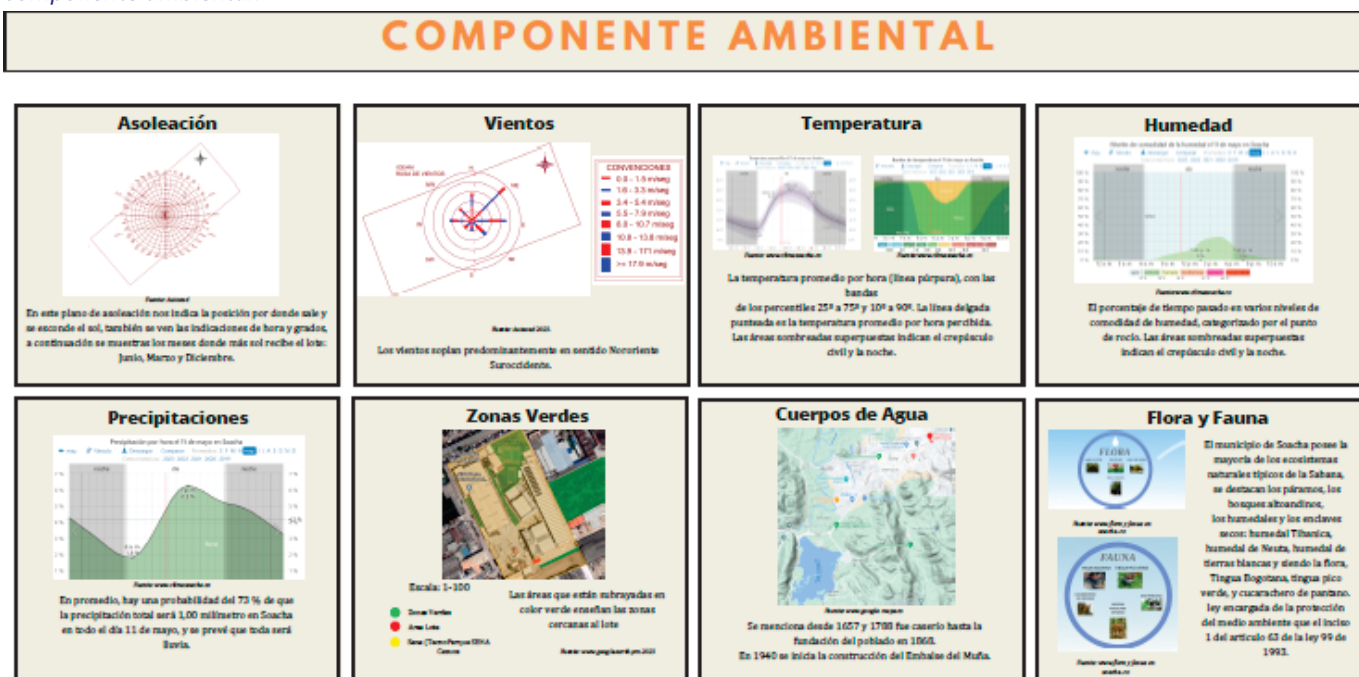


Figura 6.
Componente social.



Figura 7.
Línea de investigación: enfoque socioambiental.



Figura 8.
Análisis de materiales ancestrales.



MATERIALES

VARILLA CORRUGADA  Nombre comercial: Varilla corrugada Norma Técnica: cumple con NTC 2209 Año 2001, Decreto 1513 Año 2012 - Resolución 1850 Año 2017 Uso: del material en la obra, este material lo usaremos en la cimentación del proyecto	GUADUA  Nombre común: Guadua Altura: 15-25 m Diámetro promedio: 7-16 cm Color del tallo: Verde cuando está vivo, verde grisáceo cuando está maduro. Distancia entre nudos o nudos: corto (22-37cm) Espesor de pared: Medio (12mm) Uso del material en la obra: este material va hacer nuestro principal recurso pues se utilizarán en columnas, vigas y muros debido a su gran aprovechamiento y versatilidad	MORTERO ESTRUCTURAL  Resistencia de diseño sea de 125 kg/cm² comprimido (1800 psi) y 175 kg/cm² (2500 psi). Normas: NTC 3356, NTC 3546 Y NSE-10. Presentación: saco de 40kg. Uso: de el material en el proyecto, lo usaremos principalmente en la cimentación y pedestales también en algunos casos, dentro de los cimientos de la guadua (aunque con perno)	VARILLA ROSCADA  La varilla rosca, también llamada espigado (3/8") x 6m Norma Técnica: La norma ASTM A307 cubre pernos y varillas rosca de acero al carbono de baja resistencia (barandales también de hierro), que varían de 1/4" a 4" de diámetro. presentación: varilla rosca de acero galvanizado Uso de material en la obra: este material lo usaremos principalmente en pasadores y templates	TORNILLO PUNTA DE BROCA CON ARANDELA DE NEOPRENO  Estos tornillos son usados para perforar los muros y así que pueda entrar los aislantes dentro de este. Medidas: de 4.0 x 25 hasta 6.25 x 25 Material: cabeza y collar: A307 204 Punta: acero templado c135 Expos: 25mm a 100mm Uso del material en la obra: se utiliza principalmente para anclar el material sin fracturar la guadua y gracias a su arandela el material puede respirar sin sufrir alguna fractura
GRAPADORA NEUMÁTICA  Esta herramienta se utiliza para engrapar los tapetes de la Guadua para el caso de las paredes, también se utiliza para fijar el tablero de guadua al ángulo Engrapadora Neumática Calibre 16.3/4" A2" Marca: Truper Modelo: DNN-160 Referencia: 13178 Sistema de liberación de cambio rápido Utiliza grapa de 3/4", 1, 1/4", 1 1/2", 1 3/4", y 2" presión de trabajo: 75.11psi Válvula móvil para direccionar la salida de aire	ÁNGULO  Ángulo de 3/8" x 4" x 6m Norma: ASTM A36 529-50 Material: acero A36 se va a utilizar con un recubrimiento de pintura electro-estática color negro Uso del material en la obra: este material se va utilizar principalmente para hacer el soporte o marco del tablero de guadua	ASISLANTE ACUSTICO  El aislante es utilizado para Inmunizar un espacio donde se va hacer mucho ruido este aporrea las habitaciones y las ondas sonoras para no afectar otros espacios o aulas. Aislante acústico multipropósito con capa de descompresión. Densidad: (kg/m³) Gran 550 / Gran 865 Max superficial (kg/m²) Gran 5 (x 0.25) Gran 3 (x 0.15) Roll: ancho 122, largo 250 y 500 Color: verde o aluminio Equipo: R y S	SALES INMUNIZANTES  Nombre comercial: Borax deshidratado Formula química: Na⁺BO⁻² sal de borato Formula química: Na⁺BO⁻² + 10H₂O Normas IN: DGL/INCS Normas Na: D.S. 594/D.S. 204 NCS/52.2190 Acido Borico Nombre del producto: acido borico Formula química: H⁺BO⁻² Estado físico: sólido Apariencia: polvo o granulación blanca se usa en combinación con su uso como insecticida, el ácido bórico también previene y destruye la podredumbre húmeda y seca existente en maderas.	TEJA UPVC  Material UPVC (polímero de vinilo) no plastificado con alta resistencia Tipo de cubierta: Teja plana Área total: 0.4m² Color: Blanco de dos caras Peso: 20 kg/pieza Tipo: agua Medidas: Largo 1.90m, Ancho 1.20m, espesor 2.00mm

Figura 9.
Valoración arquitectónica.

AMBIENTE SENNOVA CTCM

Soacha, Cundinamarca, Comuna 4, Autopista Sur #4 # 53 -54

ETAPA 3.

PROPUESTA DEL PROYECTO

Planteamiento del Problema

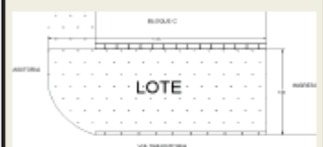
El Centro de Tecnologías para la Construcción y Madera (CTCM) en su grupo de semillero de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, el cual se conforma por instructores, aprendices y demás funcionarios (SENNOVA) requieren de un bloque el cual se pueda complementar con ambientes adecuados en su formación por medio de investigación, facilitando la búsqueda de información, datos, la realización de prácticas, bocetos, ensayos y maqueta.

Es relevante encontrar soluciones para la construcción de dichos talleres, mejorando así la calidad y accesibilidad a la formación de los beneficiarios, realizando dicha construcción de manera sostenible sin generar un gran impacto ambiental

Criterios de Selección del Lote

1. La necesidad de un bloque en donde se puedan realizar pruebas, ensayos, diagnósticos que complementen la formación al semillero de investigación del grupo SENNOVA.
2. Espacio seleccionado y adaptado al área que se requiere y permiten dentro de la institución la cual se propone hacer la propuesta.
3. Impulsar construcciones sostenibles que ayuda en la calidad del medio ambiente.
4. La innovación de materiales como Guadua siendo así una gran promotora de estilo, decoración y generando una mayor satisfacción en la propuesta

Plano Emplazamiento



PROGRAMA ARQUITECTONICO

ZONIFICACION

- Cuarto de Pintura
- Cuarto de Prototipado
- Cuarto de Secado
- Cuarto de materiales
- Aulas
- Taller Multi Funcional

- Aulas
- Taller Multi Funcional

- Salón de Ensayos
- Zona de Información
- Sala de

ESTUDIO DE NECESIDADES

Modulo	Actividad	Deliberaciones/Aprendizaje
Aprender	• Espacio corporativo • Espacio casero • Espacio Urbano • Sala Funcional • Cuarto de Operación • Proyectores • Cuarto de Sonido • Área de Píctura • Tabla de Estructura • Tabla de Trabajo	Módulo de Trabajo • Herramientas • (Distribución de, Tareas, Tiempos, Tablas, Herramientas, etc.) • Herramientas de Trabajo • Módulo de la Gestión • Herramientas • Herramientas
Interactiva	• Cámara • Cuarto de • Cuarto de • Zona de • Información • Área de • Sala de • Computadores	• Sillas • Mesas • Computadores • Tableros • Herramientas • Herramientas

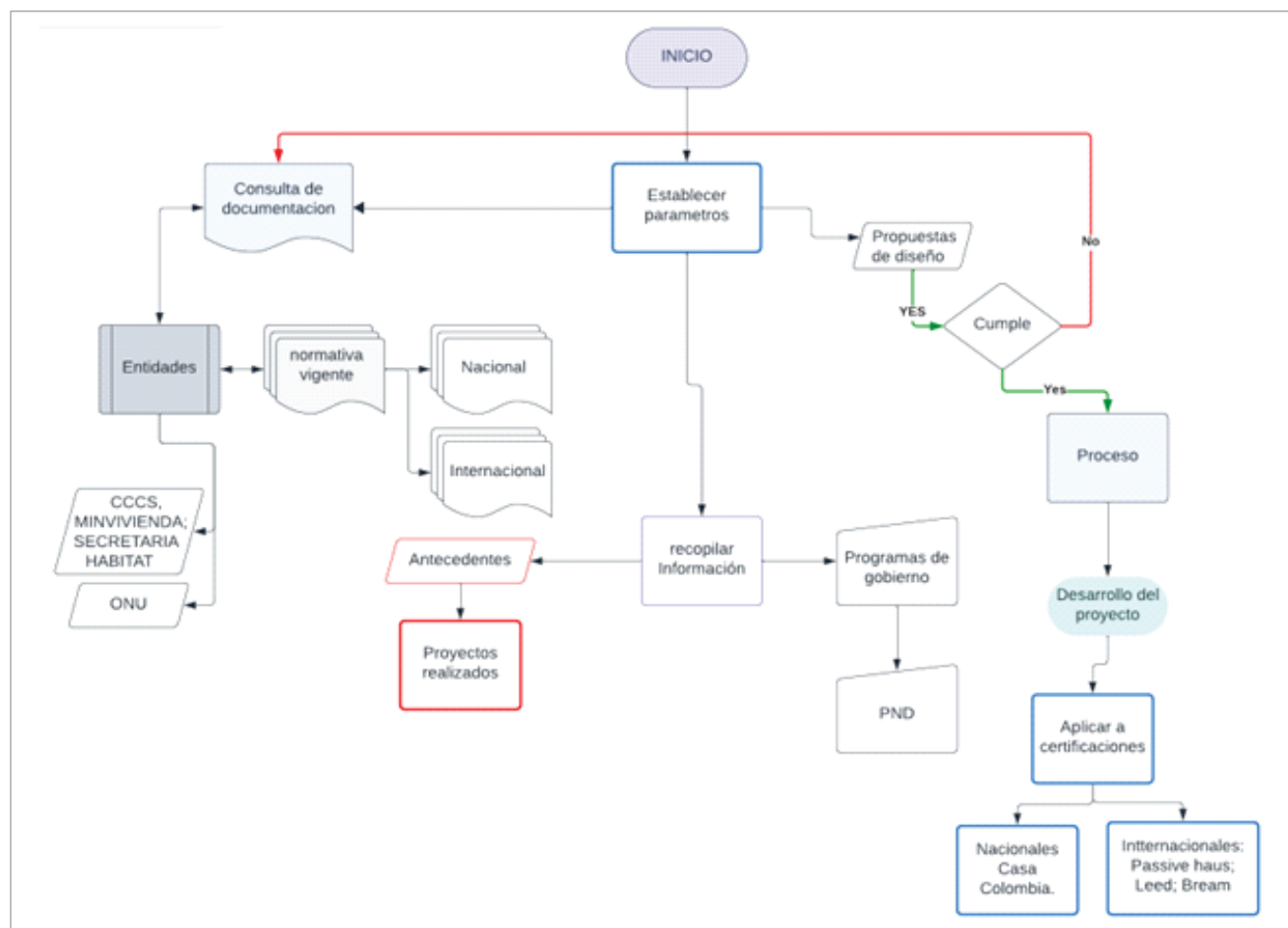
ESCENARIO ACTUAL



Para cumplir con los parámetros establecidos, los grupos de alumnos revisan y asimilan los conceptos de bioconstrucción presentados en la siguiente literatura: "Recopilación sobre políticas legales y reglamentarias para la construcción sostenible en Colombia (García, I. 2016)," la "Hoja de ruta de sostenibilidad para

materiales de construcción (GTMCCCS, 2022)¹," "Tipos de vivienda en Colombia: conoce las populares (Cruz, R., 2022)," y "Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente (Santana J., 2018)." Posteriormente, elaboran un diagrama de flujo (Fig. 12).

Figura 11.
Diagrama de flujo del proyecto



Fuente: propia

Es importante destacar que las propuestas deben ceñirse al cumplimiento de la normativa vigente y no deben incluir propuestas conceptuales, ya que se requieren como insumo para la construcción de un prototipo. Más allá de los resultados y el desarrollo de las propuestas en forma de maqueta, el objetivo es que este ejercicio proporcione a los aprendices indicadores sobre la eficacia de diseñar de manera sostenible (Grupo semillas, s.f.) y con el uso de biomateriales. Estos indicadores se convertirán en puntos de interés durante el proceso del diseño constructivo.

¹GTMCCCS :Grupo de Trabajo de Materiales del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos mediante el desarrollo de las prácticas y la estructuración del modelo de planificación, fueron los siguientes:

1º Base de estudio de proyectos internacionales y nacionales: Con los grupos de aprendices se realizó un análisis del mercado actual de vivienda sostenible, lo que se reveló como una herramienta bastante útil para la toma de decisiones de diseño, las cuales fueron aplicadas durante la fase de planificación, esto permitió determinar la disponibilidad de materiales sostenibles y sus respectivos proveedores, de igual manera se pudo determinar el uso de dichos materiales en base a la huella de carbono.

2º Participación e integración de la comunidad y los aprendices en el proceso de diseño: La asistencia activa de los aprendices a las reuniones con la comunidad posibilitó la planificación del proyecto desde su fase inicial. Esto evitó la necesidad de realizar cambios significativos, ya que las adaptaciones y modificaciones se tuvieron en cuenta durante el período de diseño. De esta manera, se mantuvo una comunicación constante acerca de posibles trabajos adicionales que pudieran surgir durante la ejecución del proyecto, permitiendo anticipar y considerar soluciones de antemano. Estas participaciones de comunidad y aprendices, posibilitó juntar casi todos los implicados dentro de una obra autogestionada. Los habitantes se involucraron en la planificación, permitiendo seleccionar los materiales y métodos más acordes a la región de desarrollo, permitiendo realizar cambios en la mentalidad de uso de materiales no tradicionales.

3º Integración de principios de bioclimática: Tras analizar diversos proyectos, se evidencia que la construcción de

viviendas sociales, especialmente en entornos rurales, no atiende adecuadamente las necesidades fundamentales de confort térmico y acústico. Estos aspectos no son prioritarios en la industria de la vivienda de interés social, donde predominan las consideraciones económicas. Esto ha llevado a que en la percepción colectiva se menosprecien dichos conceptos, resultando en la falta de exigencia en el uso de materiales con propiedades bioclimáticas eficientes. En el marco de este proyecto, se estableció como criterio primordial la implementación de materiales con destacadas características termoacústicas, siendo este un indicador esencial para la aprobación de la propuesta de vivienda rural sostenible.

Conclusiones

Como equipo investigador y docente se concluye que:

Se puede afirmar que la planificación de una construcción bioclimática como alternativa para la vivienda rural sostenible en el distrito capital es esencial y requiere de un enfoque metodológico conjunto. En este enfoque, se deben considerar las necesidades de los habitantes de la zona rural de Bogotá, así como proporcionar formación a los aprendices en temas de sostenibilidad y nuevos materiales.

Este proyecto ha demostrado que la participación activa de estos actores no solo reduce la cantidad de modificaciones durante la construcción, lo que se traduce en un tiempo de ejecución más eficiente y menores costos, sino que también mejora el flujo de información, facilitando la alineación entre las necesidades de la comunidad y la capacidad de los aprendices para abordarlas a través del diseño y la planificación.

De las reuniones y talleres realizados, también se desprende una mayor facilidad para planificar y diseñar sin la necesidad de recurrir, por ejemplo, a software

complejo de planificación. Los modelos de planificación propuestos han logrado reducir las modificaciones sin justificación y minimizar el impacto de dichas alteraciones en el costo estimado de la obra.

El proceso de enseñanza-aprendizaje fue alcanzado con éxito por los estudiantes gracias al aporte de la investigación en su formación.

Por medio de ejercicios prácticos y problemáticas reales se potencian las habilidades cognitivas y analíticas, lo que los prepara de una manera adecuada para el mundo laboral, con este proceso los estudiantes aprenden a cuestionar, analizar evidencia y formar opiniones fundamentadas.

Los estudiantes desarrollan competencias prácticas en la planificación, ejecución y presentación de proyectos, lo que les permite fortalecer su capacidad para recopilar y analizar datos, emplear fuentes académicas y comunicar de manera efectiva sus descubrimientos.

El desarrollo del componente curricular denominado "Bloque de Investigación e Innovación", permitió que los aprendices mostrarán un notable entusiasmo al utilizar herramientas digitales y modelos en 3D (Figura 13). Además, aplicaron de manera precisa los conceptos teóricos enseñados. La mayoría de los grupos eligió aprovechar los recursos naturales como estrategias de diseño pasivo, como el uso de la vegetación para atenuar el impacto de las brisas predominantes.

Estos demostraron entusiasmo al emplear herramientas digitales, como la incorporación de imágenes termográficas y modelos en 3D. Lo que permitió que aplicaran de manera conveniente los conceptos teóricos enseñados. La mayoría de los grupos considero el uso de los recursos naturales como estrategias importantes dentro del diseño sostenible y como estrategias pasivas de construcción.

Basándonos en los resultados obtenidos, se puede concluir que el modelo ha contribuido a mejorar la ejecución de la obra.

Referencias

- Alarcón, L.F.; Mardones, D.A., “Improving the design-construction interface”, 6th International Conference on Lean Construction - Proceedings IGLC (1998).
- Alavedra P, Domínguez J, Gonzalo E, Serra J. (1998). La construcción sostenible. El estado de la cuestión. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
- Beary, T. M. y Abdelhamid, T. S., “Production Planning Process in Residential Construction Using Lean Construction and Six Sigma Principles”, Proceedings of the Construction Research Congress, San Diego, CA (2005).
- Bigues J. (2000). La democracia ambiental: un camino complejo. Medi Ambient Tecnologia i Cultura, (26), 4–9. Recuperado de <https://raco.cat/index.php/MATiC/article/view/287870>
- Carlos J, Johan RJ, De Aguas M. (2017). Configuración territorial de las provincias de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e00955b2-08d8-4a5a-8a17-50cf8eb82af6/content>
- CEPAL. (2017). Acerca de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible/acerca-desarrollo-sostenible>
- CONSTRUIBLE. (2021). Un informe de Naciones Unidas señala la urgencia de descarbonizar el sector de la construcción. Recuperado de <https://www.construible.es/2021/02/08/informe-naciones-unidas-senala-urgencia-descarbonizar-sector-construccion>
- Cruz R. (2022). Tipos de vivienda en Colombia: conoce las populares. Recuperado de <https://fincaraiz.com.co/blog/consejos-de-vivienda/tipos-de-vivienda-mas-populares-en-colombia/>
- DANE. (2021). Déficit habitacional. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/deficit-habitacional>.
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). An evaluation of environmental impacts of construction projects. *Revista Ingeniería de Construcción*, 29(3), 236.
- García Cuenca D. (2018). Análisis energético de una vivienda: enfoque técnico y económico-financiero. Recuperado de <https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/180495/retrieve>
- García Sepúlveda I. (2016). Recopilación sobre políticas legales y reglamentarias para la construcción sostenible en Colombia. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/114

- Garrett C. (2021). Earth Overshoot Day: ¿Qué es el Día de la Sobrecapacidad? Recuperado de <https://climate.selectra.com/es/que-es/earth-overshoot-day>
- Grupo de Trabajo de Materiales del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2022). Hoja de ruta de sostenibilidad para materiales de construcción. Recuperado de <https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/2023/05/hoja-de-ruta-de-sostenibilidad-para-materiales-de-construccion.pdf>
- GRUPO SEMILLAS. (s. f.). La crisis del sector rural colombiano. Experiencias que aportan a la construcción de alternativas. sitio Web Semillas.org.co. Recuperado 27 de diciembre de 2023, de <https://www.semillas.org.co/es/la-crisis-del-sector-rural-colombiano>
- Interempresas. (2022). Cinco razones por las que es necesario construir bajo el estándar Passivhaus. Recuperado de <http://www.interempresas.net/Rehabilitacion/Articulos/218509-Cinco-razones-por-las-que-es-necesario-construir-bajo-el-estandar-Passivhaus.html>
- Jenkins T. (1997). Dictamen del Comité Económico y Social sobre el tema «Desarrollo sostenible en materia de construcción y vivienda en Europa». Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:51997IE0983&from=EN>
- Fajardo, M. A. R. (2019). Prototipo de vivienda rural. Incorporación del diseño y fabricación digital a la arquitectura rural. Edu.co. Recuperado 27 de diciembre de 2023, de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1955&context=arquitectura>
- Molina Estrada CM. (2017). El subsidio de vivienda de interés social rural como instrumento público para el mejoramiento de la vivienda rural en Antioquia con el concurso de una caja de compensación familiar. Recuperado de https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/11746/CarlosMario_EstradaMolina_2017.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Olgay, V., Olgay, A., Lyndon, D., Reynolds, J., & Yeang, K. (2015). Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/j.ctvc77kqb>
- ONU. (1999). Agenda 21: Earth Summit - The United Nations Programme of Action from Rio. Recuperado de <https://sustainabledevelopment.un.org/outcomedocuments/agenda21>
- Santana J.F.M, Cortés NHZ, Aguilar ERP, Amarillo LFR, Galvis FAA. (2018). Solución amigable Eco-Vivienda rural autosustentable energéticamente. RTYP, 4(4), 83–94. Recuperado de <http://186.113.6.49/index.php/rtyp/article/view/2334>
- Secretaría del Hábitat. (2017). Ocupaciones ilegales en Bogotá. Recuperado de <https://www.habitatbogota.gov.co/prensa/noticias/bogota-hay-22985-ocupaciones-ilegales-secretaria-del-habitat>

Thomas, S. Alghohary, F. Hammad and W. Soboyejo, "Materials selection for thermal com-fort in passive solar buildings," Journal of Materials Science, vol. 41, no. 21, pp. 6897-6907, 2006.

Ugarte, J. (2021). GUIA DE ARQUITECTURA BIOCLIMATICA. Arquitecturatropical.org.
<http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/GUIA%20BIOCLIMATICA%201.pdf>

UNEP. (2022). 2022 Global Status Report for buildings and construction. Recuperado de
<https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>

Vidal S, Barona J. (2019). Análisis y evaluación del desempeño térmico del sistema de construcción liviana en seco en edificaciones de vivienda. Recuperado de
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6247/analisis_evaluacion_desempeno_termico_construccion.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Los textos publicados son propiedad intelectual de los autores y de la revista, que pueden utilizarse con propósitos educativos y académicos, siempre que se cite al autor y la publicación. Las opiniones contenidas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente el pensamiento del Editor y el Consejo Editorial de la revista.



**Centro de Tecnologías para
la Construcción y la Madera**
Bogotá D.C.

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Autopista Sur Carrera 4 No. 53-54
Soacha - Cundinamarca - Colombia
Complejo Cazucá

Correo electrónico: sennovactcm@sena.edu.co

Blog: <http://construccionymadera.blogspot.com/p/sennova.html>

Página web SENNOVA: <https://sennovactcm.wixsite.com/sennovactcm>

Página oficial SENA: <http://www.sena.edu.co>

