

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

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 planeamento 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 planeamento 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.

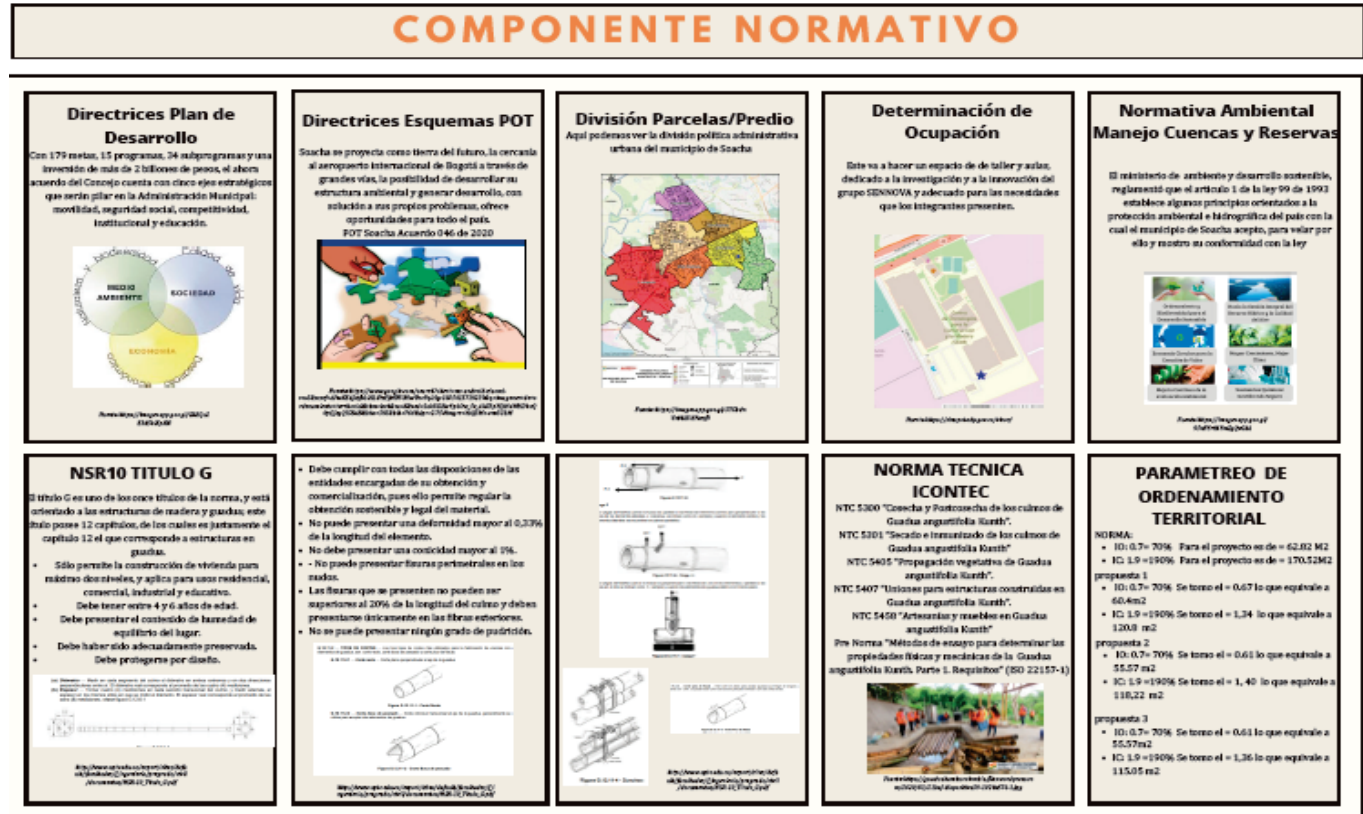


Figura 4.
Componente urbano.



Figura 5.
Componente ambiental.

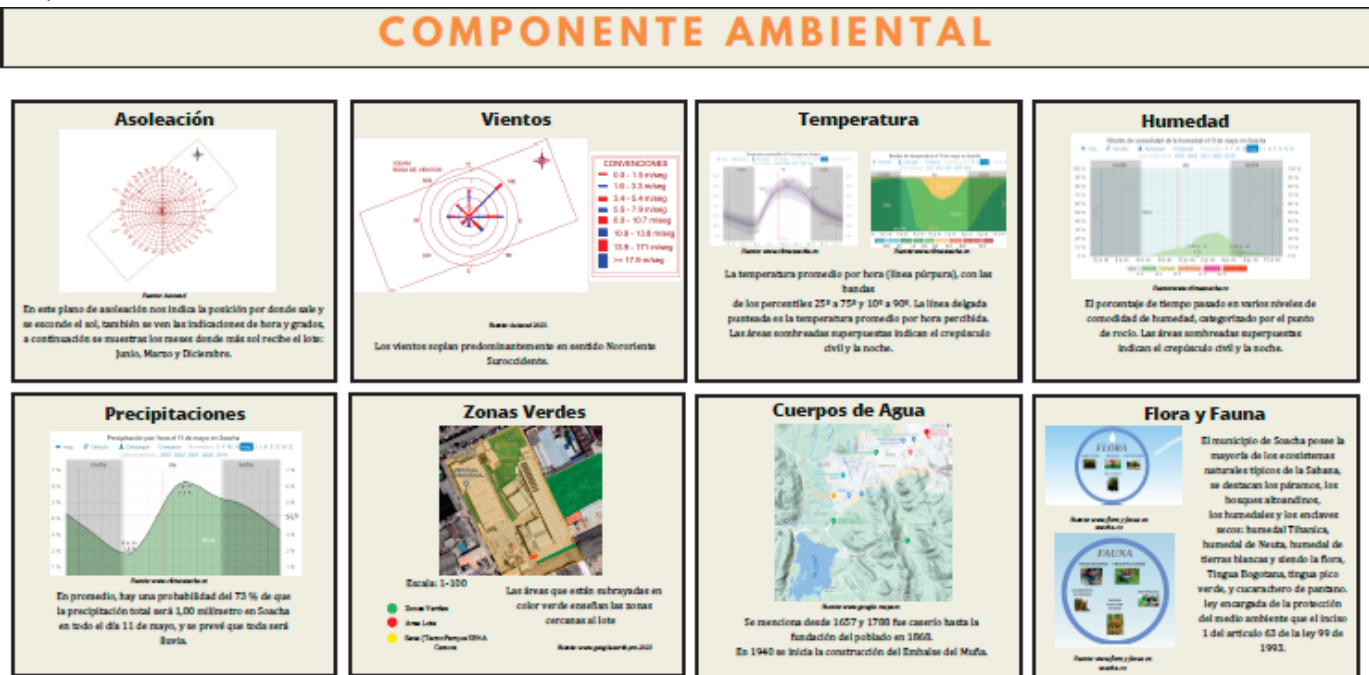


Figura 6.
Componente social.



Figura 7.
Línea de investigación: enfoque socioambiental.



Figura 8.
Análisis de materiales ancestrales.



MATERIALES

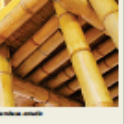
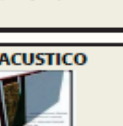
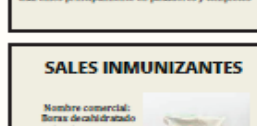
VARILLA CORRUGADA  Varilla corrugada (3/8 pulg) x 6m se utiliza en vigas y en fundición de placas, sistemas sismo resistentes, largo 6 metros Norma Técnica: cumple con NTC 2299 Año 201, Decreto 1513 Año 2012 - Resolución 1856 Año 2017 Uso: del material en la obra: este material lo usaremos en la cimentación del proyecto	GUADUA  Nombre común: Guadua Altura: 15-25 m Diámetro promedio: 7-16 cm Color del tallo: Verde cuando son jóvenes, verde grisáceo cuando está maduro. Distancia entre nudos o cañutos: corto (22-37cm) Espesor de pared: Medio (13mm) Uso del material en la obra: este material va hacer nuestro principal recurso pues se utilizarán en columnas, vigas y muros debido sus gran aprovechamiento y beneficio	MORTERO ESTRUCTURAL  Resistencia de diseño sea de 125 kg/cm² compresión: (1800 psi) y 175 kg/cm² (2500 psi). Normas: NTC 3356, NTC 3546 y NSE-10. Presentación: saco de 40kg. Uso: el material en el proyecto lo usaremos principalmente en la cimentación y pedestales también en algunos casos dentro de los cimientos de la guadua (anclaje con perno)	VARILLA ROSCADA  La varilla rosca, también llamada «espigra» (3/8") x 6m Norma Técnica: La norma ASTM A307 cubre pernos y varillas roscaadas de acero al carbono de baja resistencia (llamados también de hierro), que varían de 1/4" a 4" de diámetro. presentación: varilla roscaada de acero galvanizado Uso: el 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 cañutos y así que pueda entrar los alfileres dentro de este. Medidas: de 4.5 x 25 hasta 6.3x 25 Material: cabeza y tallo: AISI 304 Punta: acero templado c135 Espesor: 25mm x 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 pueda respirar sin sufrir alguna fractura
GRAPADORA NEUMÁTICA  Esta herramienta se utiliza para engrapar los topes 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: DNN5-160 Referencia: 12176 Sistema de liberación de cambio rápido Utiliza grapa de 2/4", 1", 1/4", 1/2", 1 3/4", y 2" presión de trabajo: 75.115psi Válvula activi para direccionar la salida de aire	ÁNGULO  SOLI AN 30304-20 ACERO: 4" (103.3083) Grosor: 5/8" (15.875mm) Longitud: 4m (13.1216m) Material: Acero A36 Ángulo: de 3/8" x 4" x 6m Norma: ASTM A36 529-50 Material: acero A 36 se va a utilizar con un recubrimiento de pintura electro estática color negro Uso del material en la obra: este material se va auxiliar principalmente para hacer el soporte o marco del tablero de guadua	AISLANTE ACUSTICO  El aislante se utilizado para insonorizar un espacio donde se va hacer mucho ruido este aporta las bridas y los ondas sonoras para así no afectar otros espacios o aulas. Aislante acústico multipropósito con capa de desapego. Densidad: (kg/m³) Norma ISO / 5mm ISO Masa superficial (kg/m²) Forma 5 (0.25) Forma 3 (0.15) Roller: ancho 122, largo 250 y 500 Color: verde o aluminio Espesor: 8 y 5	SALES INMUNIZANTES  Nombre comercial: Borax de cálibrado familia química: sal de borato fórmula química: Na⁺BO⁻² x 10H²O Normas Is : DSI, HCE Normas Is : D.S. 594, D.S. 204, MO, ISO 22, 2190 ACIDO BORICO Nombre del producto: ácido bórico Fórmula química: H⁺ BO⁻² Estado físico: sólido Apariencia: polvo o granulos blancos 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  Este tipo de teja se utiliza para el tipo de edificaciones más pequeñas hechas una estética y deja pasar los para el dar un ambiente más iluminado. Material: UPVC (polímero de vinilo) no plastificado con alto nivel por espesor. Tipo de cubierta: Tejas ondulada Área total: 4 m² Color: blanco o de las caras Peso: 26 kg/pieza Tipo: agua Medidas: Largo 5.9m, Ancho 1.21m, espesor 2.8mm

Figura 9.
Valoración arquitectónica.

AMBIENTE SENNOVA CTCM

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

ETAPA 3.

PROPUESTA DEL PROYECTO

Planteamiento del Problema

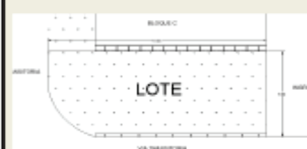
El Centro de Tecnologías para la Construcción y Madera (CTCM) en su grupo de semillero de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, el cual se conforma por instructores, aprendices y demás funcionarios (SENNOVA) requieren de un bloque el cual se pueda complementar con ambientes adecuados en 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

Metodología	Actividad	Deliberaciones y Preguntas
Aplicación	- Esquema conceptual - Esquema narrativo - Esquema Metalingüístico - Tablas Funcionales - Cuadro de Opiniones y Posturas - Cuadro de Sentido - Árboles de Problemas - Tablas de Estrategias - Tablas de Tablas	- Mezcla de Trabajo - Interacciones: - Interdisciplinarias, Transversales, - Temáticas, Tablas, Matrices, Series... - Interacciones de Corte y Manejo de la Guadua - Axiomas - Condiciones
Interactiva	- Colección - Cuadro de guardado de materiales - Zona de Informaciones - Área de Experimentación - Redes de Conocimiento	- Símbolos - Modelos - Computacionales - Tableros - Cuadernos - Telelecturas

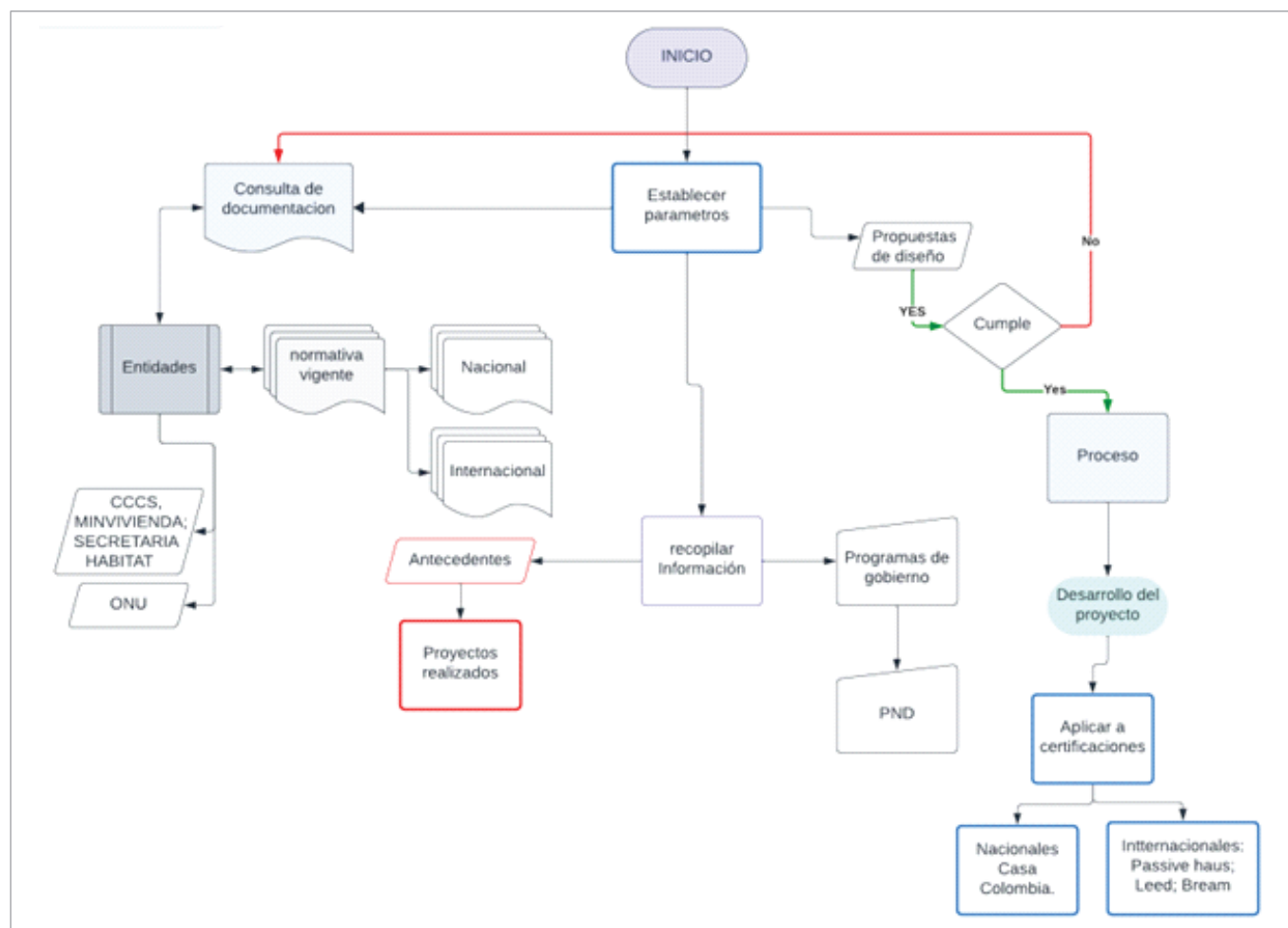
ESCENARIO ACTUAL



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