

REVISTA T + ARQUITECTURA TERRITORIO Y SOCIEDAD

Nº. 15



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
TUNJA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES 1732



ediciones
USTA
UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS

FACULTAD DE ARQUITECTURA
Tunja - Colombia // pp. 1-138 // 2024
ISSN 2462-7985

COMITÉ EDITORIAL INSTITUCIONAL

Fr. Fernando MANCIPE GIRALDO, O.P.
Rector

Fr. José Gregorio HERNÁNDEZ TARAZONA, O.P.
Vicerrector Académico

Fr. José Arturo RESTREPO RESTREPO, O.P.
Vicerrector Administrativo y Financiero

Ing. Karen GONZÁLEZ ABRIL
Profesional Ediciones USTA Tunja

Ing. Diana Mireya AYALA VALDERRAMA
Directora Dirección de Investigación e Innovación

Juan Carlos CANOLES VÁSQUEZ
Director Centro de Recursos para el
Aprendizaje y la Investigación

COMITÉ EDITORIAL

Arq. Nathaly MARTÍN DÍAZ
Decana Académico Facultad de Arquitectura

Arq. Camilo GÓMEZ AGUILAR
Editor

Institución Editora

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, SECCIONAL TUNJA

Volumen de la Revista

VOLUMEN 15

AÑO 2024
ENERO – DICIEMBRE

Periodicidad
ANUAL

ISSN (Versión Impresa) 2216-0191

ISSN (En Línea) 2462-7985

Dirección Postal
Facultad de Arquitectura

Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja
Avenida Campus Universitario. Tunja (Boyacá), Colombia.
CALLE 48 No. 1-235 este || 150003
Teléfono: (608) 744 0404 Ext. 5330
E-mail: tmasdarq@usantoto.edu.co

© 2024

Los conceptos expresados en los artículos son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen a la Institución, ni a la publicación. La revista T+ de Arquitectura es un órgano de difusión de la División de Ingenierías y Arquitectura de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, que muestra los productos de investigación generados a partir de diferentes avances científicos y tecnológicos, dirigida al público en general. Se encuentra incluida en el Índice Bibliográfico de Publicaciones –PUBLINDEX. Se trata de una publicación de periodicidad Anual. Para la recepción de artículos se dispone el correo institucional: tmasdarq@usantoto.edu.co

T+ DE ARQUITECTURA
TERRITORIO Y SOCIEDAD

15

Universidad Santo Tomás

Seccional Tunja

Facultad de Arquitectura

2024

Contenido

8	PRESENTACIÓN	13	La Revolución del Hábitat Rural (Una Arquitectura Resiliente a los Desafíos del Futuro). <i>Ezequiel Vulfersthavvisky Vanegas</i>
10	EDITORIAL	50	Tendencias y Desafíos para la Adopción de Estándares Internacionales de Construcción Sostenible en Colombia: Un Análisis de Prácticas y Oportunidades <i>Damián José Armenta Lozano</i>
		75	Avances y Desafíos de la Construcción Sostenible en Colombia: Hacia el Alcance de los Objetivos Internacionales. <i>Wendy Vanessa Gómez Porras Angela María Riaño Amezquita</i>

<p>93</p> <p>Estrategias Didácticas para el Diseño de Andenes Accesibles en la Ciudad de Tunja</p> <p><i>Carlos Alfredo Castro Bohórquez</i></p>	<p>124</p> <p>Cocreación Proyectual Entre Inteligencia Artificial y Arquitectura: Análisis de un Museo de Sitio</p> <p><i>Leonardo Enrique Osorio Salazar</i></p>
<p>109</p> <p>El Reciclaje en la Universidad: Un Proyecto Sostenible con Plástico</p> <p><i>Esther Mariana Moreno Reyes María Fernanda Jiménez Martínez Luisa Fernanda Lesmes Caballero Fabián Camilo Bello Quevedo</i></p>	

to



Presentación

En esta edición No. 15 de la Revista *T+ de Arquitectura*, se busca capturar la esencia dinámica y evolutiva de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja. Es por esto que, en este año, nos embarcamos en un viaje arquitectónico que celebra la innovación y la creatividad como fuerzas motrices de nuestro campo. Cada página de esta revista está impregnada con la pasión de nuestros estudiantes, la dedicación de nuestros profesores y la visión transformadora que define a nuestra comunidad.

Explorando nuevos horizontes nos sumergimos en el proceso creativo, contexto donde la innovación y la creatividad convergen para dar forma a los espacios que habitamos. Desde proyectos vanguardistas hasta investigaciones que desafían los límites convencionales, “Perspectivas Arquitectónicas” es un escaparate de ideas que redefine la forma en que concebimos el entorno construido.

Acompáñennos en un recorrido visual a través de proyectos que no sólo trascienden la estética, sino que también cuentan historias. Cada diseño encierra la narrativa de su contexto, fusionando funcionalidad y expresión artística de manera sorprendente. Estamos emocionados de compartir estos testimonios de creatividad con ustedes. Desde el análisis de nuevas tecnologías hasta la exploración de materiales sostenibles, nuestras mentes inquisitivas han estado ocupadas desentrañando los desafíos del

futuro. Las secciones de investigación destacadas ofrecen una visión profunda de cómo la Arquitectura puede ser un agente de cambio positivo en nuestra sociedad y entorno.

En esta edición, hemos tenido la suerte de dialogar con líderes visionarios en el campo de la Arquitectura. Sus reflexiones ofrecen una perspectiva única sobre los desafíos y oportunidades que enfrentamos, inspirando a las generaciones futuras a liderar con visión y determinación. Al sumergirse en las páginas de “Perspectivas Arquitectónicas 2023”, invitamos a cada lector a ser parte de esta conversación en constante evolución. Celebremos juntos la diversidad de ideas, la audacia de la innovación y la perenne belleza de la Arquitectura que da forma a nuestro mundo.

Arq. Mg. Nathaly Martín Díaz
Decana Facultad de Arquitectura



Editorial

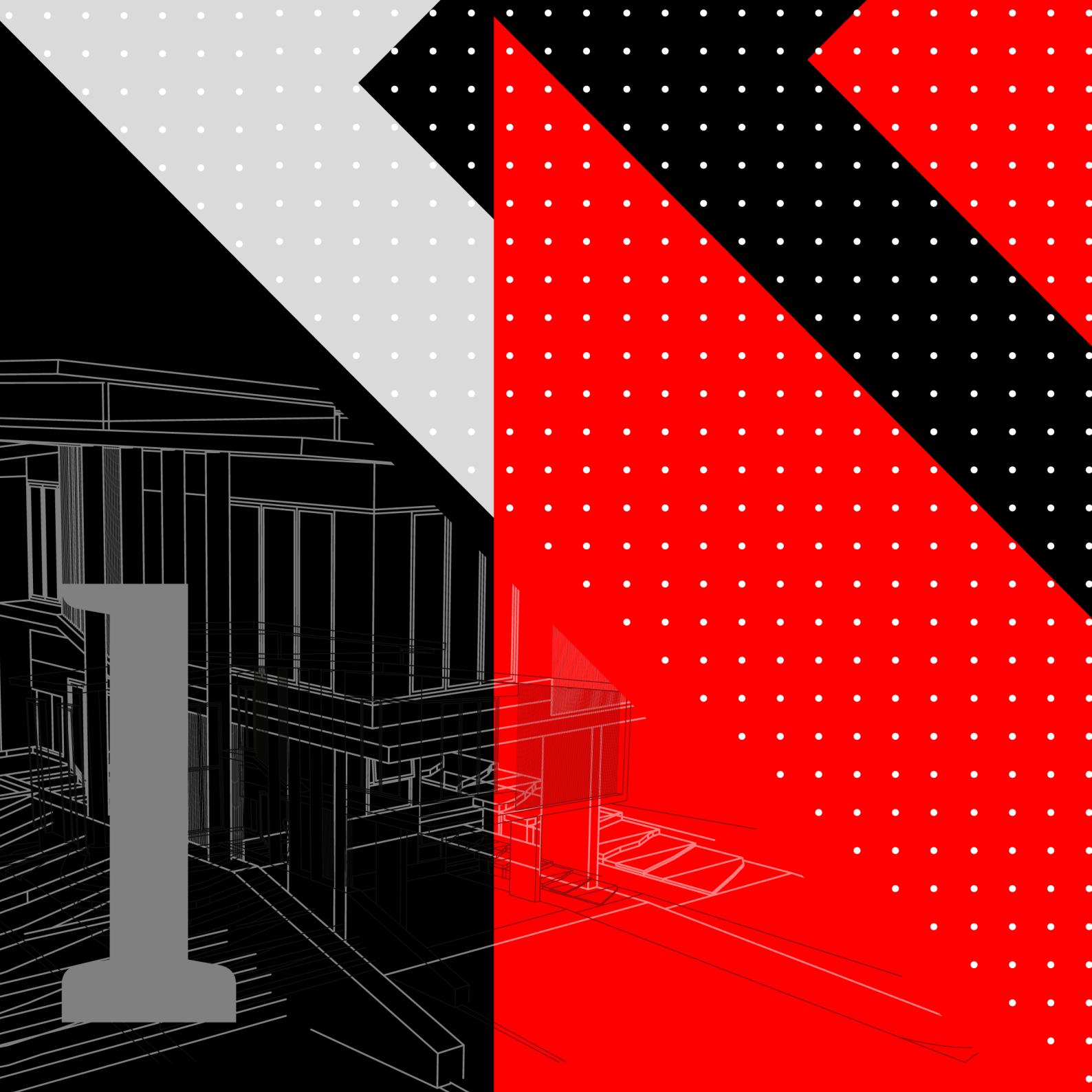
La Revista *T+ de Arquitectura*, adscrita al programa de Arquitectura de la Universidad Santo Tomás de Tunja, desde sus inicios se ha concebido como un escenario académico de discusión en torno a diferentes temas relacionados con la disciplina de la Arquitectura. En este sentido, ha sido una constante la presentación de diferentes experiencias divulgativas y de investigación en academia, innovación y aprendizaje de la Arquitectura, que se conciben como experiencias significativas, que han incidido en la formación del arquitecto y del futuro profesional.

Visto de esta manera, esta edición de la revista ha centrado su atención de manera especial en experiencias y diálogos disciplinares y transdisciplinares significativos, que se han desarrollado al interior del programa. Al respecto, el tema central de trabajo ha versado en presentar las actividades representativas de diálogos de saberes que el programa ha experimentado. Para lograrlo, esta edición de la revista ha hecho especial énfasis en la línea de formación del arquitecto y didáctica de la Arquitectura, que hace parte del quehacer en investigación, docencia y proyección social del programa.

Desde esta perspectiva, en esta oportunidad se presentan tres experiencias de trabajo: una a nivel de trabajo de grado, que integró la investigación; de aprendizaje y proyección social, desde una perspectiva de trabajo que permitió a la autora el conocimiento del universo conceptual de la Arquitectura y su aplicación en la

realidad específica del proyecto. De igual manera, se presenta la experiencia de una experiencia de investigación internacional a través de la Bienal de Quito, ambiente académico que permitió a la participante ampliar su universo académico y de trabajo. A su vez, se reflexiona sobre la experiencia de investigación de *Tunja ciudad Dibujada*, y de la fenomenología en la proyección; se finaliza con la experiencia de una docente que participó igualmente en esta actividad, y presenta sus principales reflexiones de trabajo. En este sentido, esta edición se propone ser un aporte a la comprensión de la disciplina de la Arquitectura, y de las oportunidades de trabajo que surgen del diálogo de saberes y una transferencia asertiva de conocimientos.

Editorial



La Revolución Del Hábitat Rural

(Una Arquitectura Resiliente A Los Desafíos Del Futuro).

Ezequiel Vulferssthavvisky Vanegas

Abstract

Palabras clave:

Desarrollo sostenible, hábitat, adaptación, mitigar, vertical farming, agricultura urbana, energías libres, ecosistema, Banco de semillas.

The intention of this document is to investigate some of the challenges faced by architects and engineers regarding the parameters that must be met by a building that is designed to respond to supply problems and financial and/or public order environmental crises and that also it seeks recognition at an architectural and environmental level known as certifications or green seals, one of the most important being the LEED certification. This seal will give a distinction to the building that reflects the palpable commitment to sustainability and environmental responsibility in construction in contrast to current environmental problems, as an argument it is verified from a construction intervention or audit methodology, thus connecting the projects of construction to a responsibility and concern for the new strategies that emerge in human habitats through architecture by having a certain resilience against the

social or climatic changes of the 21st century, thus giving rise to a possible approach that adheres to a series of intervention characteristics in our habitats in order to provide a series of coherent responses from our role as architects, which will address the UN sustainable development objectives; more exactly to the objectives surrounding sustainable construction and sustainable societies, which in some way ensure balance and well-being for our species that is currently affected by natural phenomena indirectly caused by humans because our daily lives constantly generate considerable pressure on the resources and natural processes of ecosystems, causing negative changes in different habitats, whether their own or those of other species, that in some way are necessary to guarantee the survival of our race on this planet.

Unfortunately, as human beings, we often need to face crisis situations to wake up and act in pursuit of positive change, causing adversity to become the catalyst needed to transform the bad practices that have led humanity to different crises that could be predictable in advance and despite giving slight warnings to be detected but were totally ignored, unfortunately the human species needs to face adversity to notice that it really needed

to make a change and act in advance, which is why this article exposes the design of an agro-urban building as an architectural response to past crises that in some way are a prior warning that can lead us to the search for strategies for change. This type of building proposes to house spaces inside that encourage human interaction and provide healthy and fresh food to communities surrounding the building and its own inhabitants. This type of spaces will promote emotional well-being by providing safe common areas and will strengthen the collective consciousness of human beings by giving hope for a future sustainable and environmentally friendly development in addition to serving as refuges for mutual support in case of possible pandemics or confinements.

These buildings not only seek to mitigate the negative impacts caused, some of their complementary purposes are to educate human beings by highlighting and showing this series of errors committed in the past, which makes them function as educational centers that seek to raise awareness about the negative impact of the human being on the planet, promoting a sensitivity towards the environment that we do not have today, causing future generations to achieve a less conflictive

coexistence with their natural environment, somehow achieving the stay of the human being to have a less aggressive impact on the environment. compared to our current situation. The building will function as a

reservoir for flora and will maintain a seed storage area which will have the necessary facilities dedicated to the conservation of the genetic diversity of plants that play an important role in agriculture and scientific research.

Resumen

La intención de este documento es indagar sobre algunos de los retos de arquitectos e ingenieros frente a los parámetros que debe cumplir un edificio diseñado para dar una respuesta a problemáticas de abastecimiento y de crisis ambientales financieras y/o de orden público y que además busca reconocimientos a nivel arquitectónico y ambiental conocidos como certificaciones o sellos verdes, uno de los más importantes la certificación leed. Este sello dará una distinción al edificio que refleja el compromiso palpable con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en la construcción en contraste con las problemáticas ambientales actuales, a manera de argumentación se verifica desde una metodología de interventoría o auditoria de construcción, guiada por el estándar leed, conectando así los proyectos de construcción a una responsabilidad y preocupación sostenible, involucrando así nuevas estrategias emergentes en los hábitats humanos a través de la arquitectura, que al tener cierta resiliencia frente a los cambios sociales o climáticos del siglo 21, dando lugar así a un posible enfoque que se adhiere a una serie de características de intervención en nuestros hábitats para así dar una serie de respuestas coherentes el diseño y la construcción, las cuales harán frente a los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU; más exactamente a los objetivos entorno a construcción sostenibles y sociedades sostenibles, que de alguna manera aseguran un equilibrio y bienestar para nuestra especie que actualmente se ve afectada

• • • • • por fenómenos naturales ocasionados indirectamente por el ser humano debido a que nuestra cotidianidad genera constantemente una considerable presión sobre los recursos y los procesos naturales de los ecosistemas, causando cambios negativos en diferentes hábitats ya sean propios o de otras especies que de alguna manera son necesarios para garantizar la supervivencia de nuestra raza en este planeta.

• • • • • Lastimosamente como seres humanos a menudo necesitamos enfrentarnos a situaciones de crisis para despertar y actuar en pos del cambio positivo, provocando que la adversidad se convierta en el catalizador que se necesita para transformar las malas prácticas que han llevado a la humanidad a diferentes crisis que pudieron ser predecibles con anterioridad y a pesar de dar leves avisos para ser detectados pero fueron totalmente ignorados, lastimosamente la especie humana necesita enfrentarse a la adversidad para notar que realmente necesitaba realizar un cambio y actuar con anticipación, es por esto que éste artículo investiga y discute fuentes de información al respecto, posteriormente se expone el diseño de un prototipo agro-urbano (granja vertical), como respuesta arquitectónica replicable que pueda ayudar a mitigar problemáticas ambientales en las ciudades como la contaminación por transporte de alimentos, el manejo de residuos, la inclusión de la sociedad agrícola en las ciudades, entre otras clasificadas en el sello LEED. Este tipo de edificios no solo reducen el CO₂ por transporte, sino que también proponen fomentar un intercambio económico que beneficie a las comunidades dentro y cerca del edificio, mediante la venta de alimentos saludables y frescos.

Introducción

MANIFIESTO: “con vertiginoso paso, el hombre se fue distanciando de las otras especies. pues le había robado a los dioses, el fuego para iluminar su camino. en su voraz carrera tuvo que talar bosques y secar ríos, aniquilar, torturar y devorar especies. a medida que “progresaba” se iba engullendo el mundo, inventó la máquina para aligerar su tarea y la moneda para justificar su esfuerzo. al final de la jornada quiso descansar, pero estaba inquieto un diminuto demonio le martillaba la conciencia. ¿hacia dónde vamos con tan vertiginoso paso? destapó una cerveza, se acomodó en el sillón para ver el canal de deportes y se dijo así mismo con plena satisfacción. “esto está mucho mejor”.

En un contexto actual en donde las crisis sanitarias, los desastres ambientales y los conflictos sociales son parte de la cotidianidad del hombre, la arquitectura sostenible y el junto con el Vertical Farming emergen como un faro de esperanza en medio del caos que parece establecerse con total normalidad. En el contexto arquitectónico contemporáneo, los edificios certificados bajo LEED se erigen como bastiones

de innovación y responsabilidad ambiental frente a un panorama global marcado por desafíos socio ambientales críticos para las generaciones actuales y futuras.

Los edificios diseñados bajo estándares de la certificación LEED no solo buscan optimizar la eficiencia energética, sino que también se erigen como pilares para la reducción de la huella de carbono (CO₂) y la mejora significativa de la calidad del aire .En este sentido, no son solo estructuras físicas inertes, sino la manifestación viva de una idea revolucionaria que nace del compromiso de 3 arquitectos para con las generaciones futuras y el bienestar de las comunidades urbanas. A través de prácticas innovadoras y materiales sostenibles, estos edificios no solo transforman el entorno físico inmediato, sino que también educan y sensibilizan a las generaciones futuras sobre la importancia de vivir en armonía con el medio ambiente. Así, cada diseño no solo es una respuesta a desafíos presentes, sino también una inversión en un futuro más resiliente y equitativo para todos.

Objetivos:

- **Contextualizar y promover la conciencia ambiental** y el comportamiento individual sostenible a través del texto, induciendo al lector y a la sociedad que lo rodea en el entorno global actual y de crisis socioambientales futuras.
- **Investigar y documentar los retos específicos** que enfrentan arquitectos e ingenieros al diseñar edificios que cumplan con los estándares de certificación LEED y otros sellos verdes reconocidos internacionalmente.
- **Establecer un prototipo arquitectónico** que no solo responda a las necesidades presentes de un espacio físico, sino que también preserve y regenere el entorno exterior en diferentes ecosistemas, contribuyendo así a un futuro más equilibrado y sostenible para las generaciones que preceden.
- **Integrar tecnologías emergentes** e innovadoras soluciones de cultivo que optimizan el espacio en edificios para mejorar las condiciones ambientales en un contexto actual de crisis sanitaria, ambiental y social.
- **Promover la inclusión de la sociedad agrícola en entornos urbanos**, explorando cómo estos proyectos pueden beneficiar económicamente a las comunidades rurales y locales mediante la producción y venta de alimentos saludables y frescos.
- **Cultivar una comunidad consciente** que valore y adopte prácticas responsables con el medio ambiente.
- **Evaluar metodologías de intervención o auditoría de construcción** guiadas por el estándar LEED, para conectar proyectos de construcción con prácticas sostenibles y responsables desde una perspectiva técnica y normativa.
- **El objetivo es inducir en el lector una conciencia de sostenibilidad ambiental que transforme su percepción del entorno y modifique desde su alcance como ser humano, en diversas escalas y áreas, su contribución al mundo.**

Algunas preguntas problema: ¿Puede un edificio de este tipo contribuir a la reducción de emisiones de Co₂ y otros problemas ambientales descritos en los OTS ? ¿Cuál es el tipo de estrategias que usa un edificio para lograr contribuir positivamente al medio ambiente? ¿Qué proceso de intervención o auditoria requiere un edificio de éste tipo? A partir de estas se planeta como objetivo principal; reducir problemas ambientales generados en la construcción y la planeación de las ciudades, mediante el estudio del sello leed y bibliografía referente, entorno a un edificio sostenible prototipo de granja vertical, que contribuya a la

reducción de contaminación por CO₂ en el transporte alimentario, sumado a otros beneficios propios de los edificios sostenibles tratados en leed. A manera de justificación se plantea que las granjas verticales y los edificios verdes, aunque no están reglamentados en Colombia, se pueden tomar los sellos verdes como leed para proponer edificios de este tipo, que ya existen con éxito en otras latitudes y así no contribuir con el atraso del país frente a los objetivos de desarrollo sostenible ONU (en adelante ODS), se toma también leed como un método de verificación y auditoria, que guie y enlace este tipo de edificios a la responsabilidad de los arquitectos e ingenieros que gerencian y toman las decisiones de incluir o no alternativas de desarrollo sostenible en la construcción de las ciudades futuras.

Antecedentes:

Dentro de los antecedentes más importantes de la Arquitectura y la gestión de proyectos de construcción están los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas, más exactamente el 7 energía asequible y no contaminante, el numero 9 Industria innovación e Infraestructura y el objetivo 11 ciudades y comunidades sostenibles. Por otro lado unas herramientas de verificación para calificar una construcción sostenible son los sellos de sostenibilidad

o sellos verdes, estos estándares previamente definidos permiten tener una base de verificación mediante chequeos post ocupación a una edificación, para determinar si cumple o no con un puntaje propio de cada sello verde, ejemplo: BREEM, PASSIVE HOUSE, ASHRAE, VERDE, entre otros, para el presente caso se usara leed, dando así paso a una innovadora forma de aplicar la interventoría y las auditorías a las construcciones sostenibles.

Lo anterior implica un cambio de pensamiento en el productor, revolucionar la percepción de la agricultura campesina y el trabajo de siembra que se distingue por su capacidad de integrar la tradición con la innovación. El buscar combinar un profundo respeto por las tradiciones y las prácticas agrícolas ancestrales con una pasión por las tecnologías de vanguardia y la arquitectura, impone un reto importante ya que requiere primeramente una plena seguridad de que nuevos procesos garanticen un mejor avalúo comercial de los productos y por ende una mejor calidad, lo cual desencadenaría una serie de pasos para lograrlo, iniciando desde un diagnóstico que evalué la situación actual de los cultivos específicos a revolucionar y/o las condiciones actuales en el mercado de los

mismos, simultáneamente determinar necesidades y expectativas de los campesinos y otros interesados para evaluar la viabilidad del proyecto y las técnicas que se planean implementar en cada sistema, considerando factores como el espacio disponible, los recursos hídricos y energéticos que requiere el proyecto para su perfecto funcionamiento.

La Revolución Agrícola en Europa provocó un cambio histórico importante que tuvo lugar en diferentes partes del mundo principalmente en Gran Bretaña entre los siglos XVIII y XIX. Este período se caracterizó por la transición de una economía agrícola tradicional a una economía industrializada la cual dejó atrás la caza y la recolección para cultivar sus propios alimentos y criar animales domesticados. Algunos factores clave que impulsaron este cambio fueron:

- Cambio climático: Las condiciones climáticas favorecieron la agricultura y la domesticación de animales.
- Disponibilidad de semillas: El desarrollo de técnicas de cultivo y la disponibilidad de semillas permitieron la producción sistemática de alimentos.

- Tecnologías agrícolas: La invención de sistemas mecanizados, como arados y sistemas de riego eficiente, aumentó la productividad.
- Innovaciones técnicas y tecnológicas: La introducción de nuevas máquinas agrícolas como la sembradora mecánica de Jethro Tull, la cosechadora mecánica y el arado de hierro mejorado permitió cultivos mas eficientes y una mayor producción.
- Nuevos métodos de cultivo: La rotación de cultivos, evitaba el agotamiento del suelo y mejoraba su fertilidad, junto con el sistema de cultivo en franjas aumento significativamente la producción agrícola.
- Cercamiento de tierras: La consolidación de pequeños campos o loteos permitió una gestión mas eficiente y minuciosa y fomento la inversión en mejoras agrarias.
- Cambio demográfico. El aumento de la población y el crecimiento de los mercados urbanos crearon una mayor demanda de alimentos.

Actualidad:

En el contexto actual más que en el pasado, enfrentamos cambios climáticos jamás registrados sumado a esto la sobre población en las principales ciudades generan un incremento en la demanda de alimentos, servicios de transporte público y presiones sobre los recursos naturales, a diferencia de otras especies animales los seres humanos impactamos el planeta de manera diferente debido a nuestra capacidad para desarrollar tecnología, alterar el medio ambiente a gran escala y modificar ecosistemas para satisfacer nuestras necesidades han sido prácticas que aumentan diariamente gracias a nuestros avances tecnológicos en maquinaria especializada que facilita este tipo de actividades. Somos una especie que basa su economía en el consumismo, un consumismo que muchas veces afecta entornos naturales y ecosistemas a diferencia de los animales que generalmente interactúan con su entorno de manera más equilibrada, los humanos a menudo explotamos los recursos naturales sin realizar un análisis de las consecuencias ambientales a largo plazo.

El apropiarse de este tipo de situaciones, despierta esa necesidad de buscar la seguridad de nuestro planeta y nos deja una pregunta que debemos hacernos a la

hora de abordar este tipo de problemas ya que él solo depende de nuestra voluntad para modificar o crear estrategias de cambio. ¿Puede la arquitectura aportar soluciones a las problemáticas de cambio climático y contaminación en las ciudades? Debido a que los seres humanos tienen al alcance las herramientas y estrategias necesarias para lograr el diseño de edificios resilientes a este tipo de problemas que integren el uso de energía libre sin provocar efectos colaterales e indeseables en el entorno inmediato y que representen un intento o mitigación real de cambio, haciendo así frente a la situación actual de nuestro planeta.

Los edificios en los que en su interior funcionan granjas verticales centran su potencial para transformar la agricultura urbana y la sostenibilidad. Estos edificios combinan tecnología avanzada y diseño arquitectónico para cultivar plantas en capas apiladas verticalmente, optimizando el uso del espacio en áreas urbanas densamente pobladas. Mediante el uso de sistemas de cultivo hidropónicos o aeropónicos y control ambiental automatizado, las granjas verticales pueden producir alimentos frescos durante todo el año, reduciendo la dependencia de las estaciones y minimizando el uso de recursos como el agua y los fertilizantes. Además,

estos edificios pueden disminuir la huella de carbono asociada al transporte de alimentos y contribuir a la seguridad alimentaria local. La integración de granjas verticales en la infraestructura urbana también ofrece oportunidades para revitalizar espacios industriales obsoletos y promover el desarrollo sostenible de las ciudades.

Los conceptos que más se estudiarán estarán por el orden de “agricultura urbana, edificaciones sostenibles y similares”, se escogen porque son una respuesta innovadora a los desafíos de la seguridad alimentaria y la sostenibilidad en un mundo cada vez más poblado. Conceptos de este tipo buscan integrar la producción de alimentos con el entorno urbano, aprovechando espacios verticales y horizontales para cultivar de manera eficiente y sostenible. Al explorar más sobre estos conceptos y ejemplos notables se puede encontrar:

Metodología:

La metodología de este artículo seguirá una estructura que incluye una revisión conceptual, bibliográfica y de referentes, seguida de una discusión y una interventoría

aplicada que abarca diagnóstico inicial, estudio de viabilidad, transferencia de conocimiento, supervisión y control, documentación y reporte, y certificación ambiental. Finalmente, se presentarán los resultados, un prototipo y las conclusiones.

Revisión Conceptual:

La agricultura urbana se refiere a la práctica de cultivar alimentos en áreas urbanas y periurbanas. Aquí hay algunas formas en que se manifiesta:

- **Azoteas verdes:** Utilizar las azoteas de los edificios para cultivar alimentos. Esto puede requerir sistemas de riego y selección de cultivos adecuados para las condiciones de la azotea.
- **Jardines comunitarios:** Crear espacios compartidos donde la comunidad puede cultivar frutas, verduras y hierbas. Estos jardines fomentan la interacción social y la conciencia sobre la producción de alimentos.
- **Huertos verticales:** Utilizar paredes verdes o estructuras apiladas para cultivar plantas. La hidroponía y la aeroponía son técnicas comunes en la agricultura vertical

- La **agricultura vertical** lleva la producción de alimentos un paso más allá al cultivar plantas en estructuras verticales, como edificios o torres modulares. Algunos aspectos clave son:
- **Hidroponía:** En lugar de suelo, las plantas crecen en soluciones nutritivas acuosas. Esto permite un uso eficiente del espacio y una mayor productividad.
- **Iluminación artificial:** En lugar de depender completamente de la luz solar, se utilizan luces LED para estimular el crecimiento de las plantas.
- **Clima controlado:** Los acondicionadores de aire mantienen condiciones óptimas de temperatura y humedad.

Los Sellos Verdes:

En la arquitectura representan un compromiso palpable con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en la construcción y el diseño urbano. Estos distintivos, también conocidos como certificaciones ecológicas, son otorgados a proyectos que cumplen con estrictos criterios de eficiencia energética, reducción de emisiones, uso responsable de recursos y minimización del impacto ambiental.

Uno de los sistemas de certificación más reconocidos a nivel mundial es el LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), desarrollado por el U.S. Green Building Council. LEED evalúa los edificios en áreas clave como eficiencia energética, gestión del agua, selección de materiales, calidad ambiental interior e innovación en el diseño. Un edificio certificado por LEED no solo demuestra un menor impacto ambiental, sino que también ofrece beneficios económicos significativos a largo plazo, como la reducción de costos operativos y un aumento en el valor de la propiedad.

Otro sello importante es el BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), originario del Reino Unido. BREEAM evalúa la sostenibilidad en todas las etapas de un proyecto, desde la planificación hasta la ejecución y operación. Su enfoque holístico abarca criterios como el bienestar de los ocupantes, la resiliencia al cambio climático y la promoción de la biodiversidad. Los edificios tienen un gran impacto ambiental desde su construcción hasta su demolición. En Europa occidental, aproximadamente la mitad de la energía primaria se utiliza en edificaciones, lo que genera una cantidad significativa de CO₂,

superando los sectores industriales y de transporte en términos de impacto ambiental. Además, el uso de energía en edificios conlleva el uso de productos químicos como los clorofluorocarbonos en sistemas de refrigeración. En el Reino Unido, el Building Research Establishment (BRE) ha creado un sistema de certificación para evaluar y etiquetar el impacto ambiental de los edificios, permitiendo a los clientes ver el desempeño ambiental de acuerdo a criterios específicos. Este sistema incentiva mejoras ambientales y facilita el marketing dirigido a clientes conscientes del medio ambiente. Las evaluaciones para la certificación abordan tres áreas principales: impactos globales y uso de recursos, impactos locales y condiciones internas. Esto incluye preocupaciones como la reducción del ozono, las emisiones de CO₂, la salud pública, la conservación del agua, la calidad del aire y la iluminación (BREEAM descripción.)

En Alemania, el estándar DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) se destaca por su enfoque integrador que considera no solo los aspectos ecológicos, sino también los económicos y socioculturales del entorno construido. DGNB valora la durabilidad y flexibilidad del edificio, promoviendo

soluciones que se adapten a futuras necesidades y cambios.

En Asia, la certificación Green Mark de Singapur y el CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) de Japón reflejan un creciente compromiso regional con la sostenibilidad. Estas certificaciones fomentan la integración de tecnologías verdes y la creación de entornos construidos más saludables y eficientes.

La adopción de estos sellos verdes no solo responde a una creciente conciencia ambiental, sino que también refleja una evolución en la percepción del valor de la arquitectura. Los edificios ya no son vistos únicamente como estructuras físicas, sino como parte integral de un ecosistema que debe ser protegido y mejorado. En este contexto, los sellos verdes son más que una certificación: son un reconocimiento del rol vital que la arquitectura puede desempeñar en la creación de un futuro más sostenible y resiliente.

La arquitectura verde, respaldada por estas certificaciones, nos invita a reimaginar y rediseñar nuestro entorno construido de manera que armonice con la naturaleza, beneficiando a las generaciones presentes y futuras.

Certificación Leed:

(Leadership in Energy and Environmental Design)* es una certificación otorgada a edificios que cumplen con ciertos estándares de sostenibilidad y eficiencia energética. Para lograr esta certificación, un edificio debe cumplir con varias condiciones y criterios en diferentes áreas. Las principales categorías evaluadas son:

1. Sitios Sostenibles (SS): se busca seleccionar ubicaciones con acceso a transporte público, implementar estrategias para reducir la escorrentía de aguas pluviales y minimizar el impacto en el hábitat natural y la biodiversidad. También se busca reducir la contaminación lumínica y el efecto isla de calor.
2. Eficiencia en el Uso del Agua (WE): se enfoca en reducir el consumo de agua potable mediante el uso de sistemas de riego eficientes y plantas nativas. También se busca instalar dispositivos de fontanería eficientes y implementar sistemas de recolección y reutilización de aguas pluviales o aguas grises.
3. Energía y Atmósfera (EA): se enfoca en optimizar el rendimiento energético del edificio, utilizar energías renovables y implementar sistemas de gestión de

energía. También se busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

4. Materiales y Recursos (MR): se enfoca en utilizar materiales reciclados, reutilizados o de fuentes sostenibles. También se busca implementar programas de reciclaje y manejo de desechos y reducir los desechos generados durante la construcción.
5. Calidad del Ambiente Interior (IEQ): se enfoca en garantizar una buena calidad del aire interior mediante sistemas de ventilación adecuados. También se busca utilizar materiales con bajas emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) y controlar la temperatura, la humedad y la iluminación para mejorar el confort de los ocupantes.
6. Innovación en el Diseño (ID): se enfoca en implementar prácticas innovadoras de sostenibilidad no cubiertas en las categorías estándar. También se busca lograr éxitos ejemplares en las áreas de sostenibilidad.
7. Prioridad Regional (RP): se enfoca en cumplir con criterios específicos que son de alta prioridad en la región donde se encuentra el edificio.

La certificación LEED se basa en un sistema de puntos. Los proyectos pueden obtener puntos al cumplir con los requisitos en cada una de estas categorías. Según la cantidad de puntos obtenidos, se otorgan diferentes niveles de certificación: LEED Certificado, LEED Plata, LEED Oro y LEED Platino.

Ejemplos Notables:

- **Sky Greens (Singapur):** La primera granja vertical del mundo, fundada por Jack Ng Vio, es 10 veces más productiva que una granja convencional. Produce principalmente hortalizas de hojas.
- **Urban Farming Office (Vietnam):** Diseñado por VTN Architects, este edificio busca revertir la deforestación en la ciudad de Ho Chi Minh. Combina espacios de trabajo con áreas de cultivo.
- **Bowery Farming (Estados Unidos):** Utiliza tecnología avanzada para cultivar alimentos en interiores, reduciendo la dependencia de la agricultura tradicional.

En resumen, la agricultura urbana y vertical ofrece soluciones creativas para alimentar a las ciudades de manera sostenible, reduciendo CO₂ y trámites por

transporte de alimentos, entre otros, promoviendo así la conciencia ambiental y la seguridad alimentaria.

Revisión Bibliográfica:

1. “IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C”: Este informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) proporciona una evaluación exhaustiva de las consecuencias del calentamiento global de 1.5°C en comparación con 2°C. Varios son los escenarios considerados, describiendo predecibles crisis con rumbo a la atenuación del calentamiento global, incluyendo estrategias actuales para suministro de energía y tecnologías de emisión negativa (como forestación o extracción de dióxido de carbono) enfocadas en un consumismo sin retorno. Ejemplos de las acciones compatibles con el escenario de 1.5 °C incluyen “transitar hacia la generación de bajas o cero emisiones, como las renovables; cambiar sistemas alimentarios, como cambios de dieta abandonando productos animales que requieren uso intensivo de tierras; electrificación del transporte y desarrollo ‘infraestructura verde’, como construcción de techos verdes, o mejorando eficacia de energía por planificación urbana inteligente, lo cual cambiaría el

arreglo estructural de muchas ciudades. Como otro ejemplo, un aumento De deforestación de 10,000,000 kilómetros cuadrados (3,900,000 mi) para 2050 (con respecto a 2010) sería requerido.

2. Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years": Este estudio examina las causas del cambio climático durante los últimos mil años, utilizando datos paleoclimáticos y modelos climáticos para comprender mejor las fuerzas detrás del calentamiento global. Las reconstrucciones recientes de las temperaturas y el forzamiento climático del hemisferio norte durante los últimos 1000 años permiten ubicar el calentamiento del siglo XX dentro de un contexto histórico y poner a prueba varios mecanismos del cambio climático. Las comparaciones de observaciones con simulaciones de un modelo climático de balance energético indican que entre el 41 y el 64% de las variaciones de temperatura a escala decenal preantropógenas (anteriores a 1850) se debieron a cambios en la irradiancia solar y el vulcanismo. La eliminación de la respuesta forzada de las series temporales de temperatura reconstruidas produce residuos que muestran una variabilidad similar a los de las ejecuciones de control de modelos acoplados, lo que respalda el valor de los modelos como

estimaciones de la variabilidad de baja frecuencia en el sistema climático. La eliminación de todo el forzamiento, excepto los gases de efecto invernadero, de la serie temporal de aproximadamente 1.000 años da como resultado un residuo con un calentamiento muy grande a finales del siglo XX que concuerda estrechamente con la respuesta predicha del forzamiento de los gases de efecto invernadero. La combinación de un nivel único de aumento de temperatura a finales del siglo XX y mejores limitaciones sobre el papel de la variabilidad natural proporciona evidencia adicional de que el efecto invernadero ya se ha establecido por encima del nivel de variabilidad natural en el sistema climático. Una proyección del calentamiento global para el siglo XXI excede con creces la variabilidad natural de los últimos 1000 años y es mayor que la mejor estimación del cambio de temperatura global para el último interglaciar.

3. "Recent Global Warming as Confirmed by AIRS": Este artículo utiliza datos recopilados por el Espectrómetro de Infrarrojo Térmico Atmosférico (AIRS) para confirmar el calentamiento global observado en las últimas décadas y examinar sus implicaciones. Este artículo presenta las anomalías de la temperatura de

la superficie de la superficie de la Sonda Infrarroja Atmosférica (AIRS) para el período 2003 a 2017, y las compara con análisis basados en estaciones de las anomalías de la temperatura del aire en la superficie (principalmente el Instituto Goddard de Análisis de la Temperatura de la Superficie de Estudios Espaciales (GISTEMP)). El instrumento AIRS vuela a bordo del EOS Aqua, que se lanzó en 2002 y se estabilizó en septiembre de 2002. Las temperaturas de la superficie del AIRS se basan en satélites e independientes de cualquier medición hecha en la superficie. En este artículo mostramos que las temperaturas de la superficie basadas en satélites pueden servir como una validación importante de las estimaciones basadas en la superficie y ayudar a mejorar los conjuntos de datos basados en la superficie de una manera que puede extenderse muchas décadas atrás para realizar más investigaciones científicas. Las temperaturas superficiales de AIRS tienen una mejor cobertura espacial que las de GISTEMP, aunque a escala anual global los dos conjuntos de datos son muy coherentes. Al igual que en los análisis de superficie, 2016 fue el año más cálido hasta el momento.

4. “NASA’s Role in Climate Change Research”: NASA. Este artículo destaca el papel de la NASA en la investigación del cambio climático, incluyendo la recopilación de datos a través de satélites y la modelización del clima. La NASA ha estado estudiando la Tierra desde su primer satélite meteorológico, TIROS, lanzado en 1960. Durante este tiempo, los científicos comenzaban a comprender que nuestro clima podía cambiar con bastante rapidez, incluso durante la vida de un ser humano. Hoy tenemos una comprensión clara de que nuestro clima está cambiando rápidamente y que las actividades humanas son responsables de la gran mayoría de ese cambio.

5. El peligroso discurso de la sobre población Ana De Luca / Septiembre 25, 2023 “Ensayo sobre el principio de la Población” (1789), Thomas Malthus. Inició una corriente que explora los límites de la Tierra en relación con la población. Malthus postuló que el crecimiento poblacional, siguiendo una progresión geométrica, superaría indefinidamente la capacidad de la Tierra para sustentar a la humanidad, que se incrementa aritméticamente en recursos. Según esta hipótesis, el crecimiento continuo conduciría a la escasez,

hambrunas, crisis y conflictos, siendo estos últimos o las plagas los únicos límites. Quienes piden a gritos la reducción de la población rara vez reconocen su propio papel en la crisis ecológica; por ejemplo, Estados Unidos tiene la mayor responsabilidad histórica en la crisis climática y ha sido el país que más ha destinado recursos económicos en planificación familiar para evitar esta crisis. En lugar de identificar quiénes están lucrando con la crisis climática — 100 empresas son las responsables del 71 % de las emisiones globales de CO₂ — y señalar a los gobiernos negligentes y cómplices de la destrucción ambiental y climática, este discurso nos lleva en una dirección peligrosa que culpa a las personas menos responsables de esta crisis y centra la atención en las acciones individuales.

Discusión:

Durante décadas el CO₂ se ha ido acumulando lentamente en la tierra creando enormes reservas de dióxido de carbono en la atmósfera. La concentración atmosférica de CO₂ en la época preindustrial era alrededor de 270 partes por millón por volumen (PPMV) la cual indica el número de unidades de la sustancia por cada millón de unidades de gas en

volumen. Es comúnmente utilizado en la medición de contaminantes en el aire. Actualmente es de 400 partes por millón por volumen y continúa creciendo alrededor de 20 partes por millón cada década. Si esta tendencia continua, esperaríamos concentraciones superiores a las 800 partes por millón para la segunda mitad de este siglo. Anualmente el planeta tierra recibe energía solar equivalente a 178.000 Tera vatios lo que supone aproximadamente 15.000 veces el actual consumo mundial de energía. De ellos el 30% se refleja de nuevo al espacio, el 50% se absorbe y se irradia de nuevo y el 20% impulsa el ciclo hidrológico. Solo el 0,6% se emplea en la fotosíntesis origen de toda la vida y de las reservas de combustible fósil.

Este tipo de daño al oxígeno actualmente no se aborda con la seriedad que requiere sino por el contrario empleamos estrategias de bajo impacto que no nos conducen a un cambio significativo si se trata de mejorar la calidad del oxígeno, prácticas como el pico y placa, el día sin carro, son estrategias poco efectivas a la hora de abordar el problema a nivel global ya que el uso de los vehículos se ha convertido en una práctica cotidiana y una herramienta indispensable para el ser humano.

La sobre explotación y abusos contra la biosfera provocan una degradación continua que no solo disminuye su capacidad de producir recursos esenciales sino también su capacidad de recuperación, un ejemplo claro en nuestra actualidad son los niveles de agua que presentan los embalses que abastecen de agua las centrales del acueducto en Bogotá obligando a los capitalinos a tomar medidas

de **racionamiento** y suspensión alternada del servicio de agua potable debido a los alarmantes bajos niveles de agua en los embalses. Implementar medidas como el racionamiento de agua es un **índicador inequívoco** de una gestión ambiental deficiente, caracterizada por la aplicación de soluciones de emergencia y no con medidas de prevención ante problemas **previamente ignorados**. (Medina, 2024)

EMBALSE SAN RAFAEL



EMBALSE CUZA



FOTO: Néstor Gómez.NESTOR GOMEZ (2024). EMBALSE CHUZA [Jpg]. (6/24/2024) www.eltiempo.com Colombia

Diagnóstico Inicial - Interventoría Aplicada:

Realizar un trabajo de interventoría en un edificio destinado a contener granjas verticales implica supervisar y garantizar que las operaciones funcionen de acuerdo al plan de ejecución y así los cultivos cumplan con los estándares establecidos para su posterior venta y consumo.

. **Evaluación de la situación actual:** Los métodos de cultivo tradicionales en Francia han sido admirados

por su cuidado del suelo y la utilización de prácticas agrícolas que han perdurado durante siglos. Sin embargo, en la actualidad, estas prácticas se enfrentan a desafíos significativos debido a cambios en el clima, degradación del suelo y presión sobre los recursos naturales.

El suelo en muchas regiones de Francia está experimentando una disminución en su calidad debido a la erosión, la compactación y la pérdida de materia orgánica, lo que resulta en una menor productividad

y una mayor necesidad de fertilizantes y productos químicos para mantener los rendimientos. El clima también está cambiando, con eventos climáticos extremos más frecuentes, como sequías prolongadas o inundaciones repentinas, lo que dificulta la planificación y la producción agrícola.

Además, la presión sobre los recursos naturales, como el agua y la tierra cultivable, está aumentando debido al crecimiento demográfico y la expansión urbana, lo que reduce la disponibilidad de tierras para la agricultura y aumenta la competencia por el agua.

. **Análisis técnico:** La implementación de sistemas hidropónicos y aeropónicos en un edificio dedicado al cultivo de alimentos puede ser técnicamente viable, pero está sujeta a varios factores que deben considerarse cuidadosamente

- **Espacio disponible dentro de la ciudad:** La disponibilidad de espacio dentro de la ciudad puede ser limitada y costosa. La viabilidad de implementar estos sistemas dependerá de la capacidad del edificio para albergar la infraestructura necesaria, como invernaderos verticales o salas de cultivo.

- **Infraestructura:** Se necesitará una infraestructura adecuada para mantener los sistemas hidropónicos y aeropónicos. Esto incluye sistemas de iluminación artificial, sistemas de riego, control de temperatura y humedad, así como la ventilación adecuada para garantizar un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas.
- **Recursos hídricos:** La disponibilidad de agua es crucial para el éxito de los sistemas hidropónicos y aeropónicos. Se necesitará un suministro constante de agua limpia y nutrientes para alimentar las plantas. En algunas áreas urbanas, el acceso al agua puede ser limitado, lo que podría requerir el uso de tecnologías de reciclaje de agua o la implementación de sistemas de captación de aguas lluvias lo cual solucionaría este problema.
- **Recursos energéticos:** La operación de sistemas hidropónicos y aeropónicos puede requerir una cantidad significativa de energía, especialmente para iluminación artificial y control de temperatura. Es importante evaluar

la disponibilidad de recursos energéticos y la viabilidad de utilizar fuentes renovables para minimizar el impacto ambiental y los costos operativos.

. **Diseño del proyecto:** Planificación arquitectónica: Diseñar el edificio asegurando una integración eficiente entre vivienda, zonas de trabajo y áreas de esparcimiento, logrando así una armonía entre la cultura de los habitantes del edificio y sus funcionarios teniendo en cuenta el uso de nuevas tecnologías que complementen y constituyan al edificio como un ícono arquitectónico sustentable.

- Selección de tecnologías: Elegir los equipos y tecnología adecuada para lograr una mayor eficiencia de producción considerando su durabilidad en el tiempo y uso ya que serán equipos de uso continuo las 24 horas del día.
- Cronograma del proyecto: Establecer un cronograma detallado de cultivos para satisfacer las necesidades de los habitantes del edificio y de las zonas con una densa consolidación urbanística, teniendo en cuenta épocas del año con mayor y menor

precipitación de lluvias para así condicionar los cultivos de cierta forma a las características ambientales naturales sin despreciar que en algunos casos no será necesario gracias al sistema de cultivo.

- Definición del alcance: Define claramente los objetivos del edificio lo cual garantiza la eficiencia operativa, la calidad de los cultivos, la sostenibilidad del edificio y el cumplimiento de las normas dentro de el.

. **Capacitación y transferencia de conocimiento:** Formación de los campesinos y/o inversionistas: Organizar programas de capacitación para los nuevos propietarios y o personal disponible sobre el uso, la siembra, cuidado y recolección de frutos de los cultivos de estos nuevos métodos de cultivo. Asistencia Técnica: Proveer continuamente un soporte técnico durante el funcionamiento de los sistemas el cual conducirá a una mayor eficiencia de los cultivos.

. **Supervisión y control:** - Monitoreo del progreso: Realizar un seguimiento constante del progreso del proyecto asegurando que se cumplan los plazos y estándares de calidad. Gestión de riesgos: Identificar y

mitigar los principales riesgos potenciales que cobijan este tipo de cultivos que puedan surgir durante la implementación.

. **Evaluación de calidad y ajustes:** Evaluación de resultados: Medir los resultados obtenidos en términos de productividad, calidad, eficiencia y satisfacción de los consumidores. Ajustes y mejoras: Implementar estrategias que ajusten y mejoren los puntos necesarios basados en la evaluación de resultados.

. **Documentación y reporte:** Informe final: Elaborar un reporte final que incluya todos los aspectos a evaluar del proyecto, desde la planificación inicial hasta la evaluación del producto. Recomendaciones: Proporcionar recomendaciones para futuras expansiones o proyectos similares.

. **Certificación ambiental cumplimiento de sellos verdes:** Verificación de los procesos: verificar las estrategias utilizadas en el edificio para lograr los sellos verdes. Revisión de Documentación: Examinar los documentos relacionados con la certificación ecológica, como los informes de evaluación y los certificados emitidos por organismos competentes.

Resultados:

Un requisito previo para la sostenibilidad es el mantenimiento de la integridad funcional de los ecosistemas para que puedan resistir o adaptarse a las condiciones futuras cambiantes condicionados por la actividad humana. Albergar a tantos seres humanos en el planeta requiere una presión sobre los recursos naturales como lo son la tierra el agua, el oxígeno y los alimentos, así como la exacerbación de problemas ambientales como la deforestación, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático entre otros.

Todos los esfuerzos de proyectos en relación con procesos ecológicos de la tierra remiten por supuesto al futuro y por tanto pueden y deben ser anticipados, por ejemplo, los edificios deben ser proyectados en primer lugar teniendo en cuenta determinantes naturales como el clima la dirección de la iluminación solar y otros factores naturales como también se realiza un análisis de componentes creados por el ser humano que pueden afectar el correcto funcionamiento del edificio. Teniendo en cuenta esto sabemos que el crecimiento de las ciudades es inevitable y que llegar al centro de las ciudades se convertirá en una tarea

tediosa debido a la mala planificación vial lo cual hará que abastecer las cadenas de comercio de insumos alimenticios sea ineficiente al realizarse con los medios tradicionales de transporte.

Un aumento en la población no solo tiene repercusión en factores naturales, sino que puede llevar a tensiones sociales, políticas y económicas, incrementando la pobreza y la desigualdad en muchas partes del mundo. Controlar el crecimiento de la población de manera sostenible y de manera ética es casi imposible, reconocer y abordar este tipo de problemas a tiempo desde nuestro papel como arquitectos del presente les brindará más posibilidades a las generaciones venideras de tener un futuro próspero.

Afrontar esta serie de problemas nos obliga a buscar desde nuestra profesión estrategias que mitiguen de alguna manera esa huella negativa que deja nuestra especie en el planeta.

Con base en este problema surgieron ideas y métodos que buscan reducir ese impacto negativo que de alguna manera reduce el uso de vehículos en la cadena de abastecimiento, ya que uno de los desafíos más importantes que a futuro se nos presentará como especie

es el crecimiento descontrolado de la población humana en el planeta lo cual desencadena una serie de desafíos al interior de las ciudades que posean una planificación territorial deficiente. Albergar tantas personas en un solo planeta claramente no solo necesitará políticas de control en el porcentaje de natalidad, serán necesarios otros métodos que reduzcan el uso de extensiones de tierra y o estrategias que se adhieran a los nuevos parámetros arquitectónicos que harán que un edificio se certifique con diferentes reconocimientos que lo acreditan como un elemento sostenible teniendo en cuenta las exigencias actuales para lograrlo, los sellos verdes actualmente reconocen que un edificio ha sido diseñado, construido y operado de acuerdo con prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Estas certificaciones evalúan varios aspectos como la eficiencia energética, uso de materiales sostenibles, gestión del agua, calidad del aire interior y minimización de residuos. Ejemplos comunes de sellos verdes incluyen LEED (Leadership in Energy and Environmental Desing) BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Metod) DGNB. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen.

Una edificación o vivienda que obtiene una certificación ecológica o un sello verde ha sido verificada para asegurar que protege el medio ambiente, contribuye positivamente a su entorno y realiza una gestión eficiente a lo largo de su ciclo de vida. Estas evaluaciones van más allá de la etapa de construcción, considerando aspectos ambientales en todo el proceso. Además, entre los beneficios se incluye la mejora de la calidad de vida de quienes ocupan el espacio y un aumento del valor económico del edificio debido a su compromiso ambiental.

Una de las ideas que surge desde nuestra labor como arquitectos es el vertical farming el cual es una técnica de cultivo en la que se utilizan estructuras apiladas verticalmente para cultivar plantas en un espacio reducido, como edificios o invernaderos verticales. Se emplean sistemas hidropónicos, aeropónicos entre otros métodos de cultivo sin suelo para maximizar el uso del espacio y optimizar el crecimiento de las plantas. Esto permite la producción de alimentos en entornos controlados al interior de centros urbanos y con menor impacto ambiental.

El vertical farming o granjas verticales no solo contribuirán a mejorar y contrarrestar los efectos

que actualmente vivimos a causa del calentamiento global y las malas prácticas de consumo del ser humano. Estrategias como el autocultivo de alimentos, el aprovechamiento de energías renovables en el centro de las ciudades y la creación de espacios para fomentar la importancia de la sostenibilidad ambiental ayudarán a crear una sociedad consciente del impacto de nuestras actividades diarias en el entorno natural e indirectamente en nuestro hábitat. Este tipo de edificios albergarían espacios que fomentan la interacción humana y proporcionan alimentos saludables a las comunidades locales. Además, ofrecerían áreas comunes seguras y fortalecerían la conciencia colectiva sobre el desarrollo sostenible y amigable con el medio ambiente. En tiempos de pandemias o confinamientos, también podrían servir como refugios de apoyo mutuo. Estos edificios no solo buscan mitigar los impactos negativos actuales, sino también educar sobre los errores del pasado. Son un recordatorio de cómo la adaptación y la innovación pueden ayudarnos a enfrentar los desafíos futuros.

Las granjas verticales no solo serán instalaciones de cultivo y venta de alimentos, sino que cuentan con espacios preparados para escenarios catastróficos como

pandemias guerras entre otros y a su vez proporcionarán una fuente local de alimentos frescos en el corazón de las ciudades densamente constituidas, reduciendo los tiempos a largos trayectos de suministro logrando así mitigar los impuestos de posibles interrupciones de distribución durante crisis sanitarias. Además, al tener espacios interiores diseñados para la interacción social segura como áreas de jardines interiores de gran envergadura o invernaderos compartidos en los que se fomenta el bienestar mental y emocional durante largos periodos de aislamiento. Estos lugares pueden convertirse en refugios comunitarios en donde se contribuye a la resiliencia frente futuras emergencias sanitarias y/o situaciones inesperadas que puedan afectar la seguridad y cotidianidad de nuestras actividades diarias.

“En Tokio ha emergido un edificio como un faro de innovación en nuestra búsqueda por redefinir la forma en que cultivamos y producimos alimentos. Su diseño vanguardista y sus prácticas sostenibles no solo ofrecen un espacio físico impresionante, sino que también inspiran un cambio fundamental en nuestra percepción de la agricultura y la alimentación. Al observar cómo este edificio integra tecnología de

punta, técnicas agrícolas sostenibles y un enfoque holístico hacia la producción de alimentos, nos desafía a replantear nuestras propias prácticas y a adoptar un enfoque más consciente y respetuoso hacia el medio ambiente y la seguridad alimentaria.” En las oficinas de Pasona, la agencia de reclutamiento con sede en Tokio ha dedicado el 20% de sus 215.000 pies cuadrados de oficinas para el cultivo de hortalizas frescas, por lo que es la granja urbana más grande de Japón. (Cita: Allen, Katherine., 03 oct 2013).

Prototipo:

En respuesta a la urgencia global del cambio climático y la necesidad imperante de encontrar soluciones sostenibles, surge un innovador proyecto arquitectónico que no solo aborda estos desafíos, sino que también educa a las generaciones futuras sobre la importancia crítica de preservar nuestros ecosistemas. Este edificio no es solo una estructura, es un testimonio viviente de la adaptación creativa frente a la crisis climática. Con la combinación única entre una granja vertical, un centro educativo, y una zona residencial, este lugar no solo produce alimentos de manera eficiente, sino que también cultiva una

conciencia colectiva sobre la interconexión entre el equilibrio ecológico y nuestra propia existencia en este planeta en un futuro cada vez más consciente de los desafíos ambientales y la necesidad de un desarrollo sostenible, la arquitectura se convertirá en pionera de las estrategias de sustentabilidad ambiental, está claro que a través de los años nuestra evolución nos ha facilitado de muchas maneras nuestra forma de habitar, pero lastimosamente esa evolución nos ha traído diferentes adversidades que con el tiempo se fueron atenuando hasta convertirse en un problema casi incontrolable que requiere acción no solo desde nuestro papel como arquitectos sino también desde otros campos que puedan hacer un aporte significativo a éstas problemáticas actuales que a futuro claramente irán empeorando si nos negamos a tomar acción en el presente.

Ahora estamos enfrentando lo que parece el resultado de errores cometiendo continuamente repetitivamente durante muchos años y nos han traído consecuencias alarmantes en el presente que afectan a muchas comunidades. Por eso, desde mi papel de arquitecto diseño y propongo una tendencia de abastecimiento para las ciudades modernas y más aún para las que han

alcanzado grandes extensiones de consolidación en m² construidos que aleja significativamente las principales zonas de cultivo y abastecimiento de las zonas urbanas.

Sellos Verdes Implementación en el Diseño:

- 1. Eficiencia Energética:** La granja vertical implementa sistemas de iluminación LED y controles automáticos de luz en los cultivos y zonas residenciales. También integra sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) de alta eficiencia, y posee una fachada en cristales que funcionan como paneles solares.
- 2. Gestión del Agua:** La granja vertical cuenta con sistemas de recolección de agua de lluvia para el riego de las plantas. También se han instalado grifos y sanitarios de bajo flujo, y se ha implementado el paisajismo xeriscape o con plantas nativas que requieren poca agua.
- 3. Materiales Sostenibles:** En la construcción de la granja vertical se han utilizado materiales reciclados y reciclables. También se han seleccionado materiales con bajo contenido

de compuestos orgánicos volátiles (COV), y se han utilizado productos locales para reducir la huella de carbono del transporte.

4. **Calidad Ambiental Interior:** La granja vertical cuenta con sistemas de ventilación que aseguran la calidad del aire interior. También se ha integrado luz natural en el diseño para reducir la dependencia de la iluminación artificial.
5. **Gestión de Residuos:** La granja vertical ha implementado un plan de gestión de residuos durante la construcción. También se han instalado facilidades para el reciclaje y compostaje para los ocupantes del edificio.
6. **Transporte Sostenible:** La granja vertical cuenta con estaciones de carga para vehículos eléctricos. También se han instalado facilidades para el uso de bicicletas, incluyendo estacionamientos y duchas.
7. **Innovación y Diseño:** La granja vertical ha incorporado tecnologías innovadoras que mejoran la sostenibilidad del edificio. También se ha diseñado un espacio flexible que permita adaptaciones futuras sin necesidad de grandes renovaciones.
8. **Reducción del Impacto Ambiental:** La granja vertical ha utilizado tecnologías y prácticas que minimizan la emisión de gases de efecto invernadero. También se ha diseñado un espacio que promueva la biodiversidad y la creación de hábitats naturales.
9. **Salud y Bienestar:** La granja vertical ha sido diseñada para fomentar la actividad física y el bienestar mental. También se han utilizado materiales y tecnologías que minimizan los contaminantes y mejoran la salud de los ocupantes.
10. **Resiliencia y Adaptabilidad:** La granja vertical ha sido diseñada para resistir eventos climáticos extremos. También se han incorporado sistemas que permitan la operatividad del edificio durante cortes de energía.



Ezequiel Vulferssthavvsky Vanegas (2019). Nanterre [Jpg]. (6/24/2024) Tunja-Colombia.

La localización del proyecto se sitúa en un importante centro financiero en el cinturón rojo parisino, es una zona con una alta densidad urbana producto de la prolongación correlacionada con el centro histórico de parís. Nanterre representa la transformación de la ciudad hacia el super-modernismo una arquitectura sin límites basada en la tecnología. Se propone un lugar

pionero en muchos sentidos en relación al desarrollo de estrategias de apropiación social para el desarrollo de la agricultura que corresponda con la demanda alimenticia futura .Lo anterior a partir de la fuerte convicción de que a través del diseño arquitectónico y las nuevas estrategias, en múltiples dimensiones de la cotidianidad, es posible generar mejores condiciones

de vida para individuos y comunidades en el marco de la futura sociedad globalizada con grandes retos en términos de sostenibilidad alimenticia, inclusión y participación.

(Sdrif) Planmaestro para la Region:

Su función de definir proyectos de desarrollo orientados a afrontar los retos de hoy y de mañana en 2030. Se evalúa mediante la actualización de los indicadores identificados como parte del ejercicio de seguimiento del Sdrif y el análisis de los cambios observados.

Compocision del Edificio:

Paisajismo: La propuesta arquitectónica se complementada por un diseño en paisajismo que corresponde a la norma urbanística de parís, una gran extensión de zonas verdes conecta con un pequeño lago en el Parc André Malraux desde donde se percibe al edificio como un gran coloso defensor de la Naturaleza

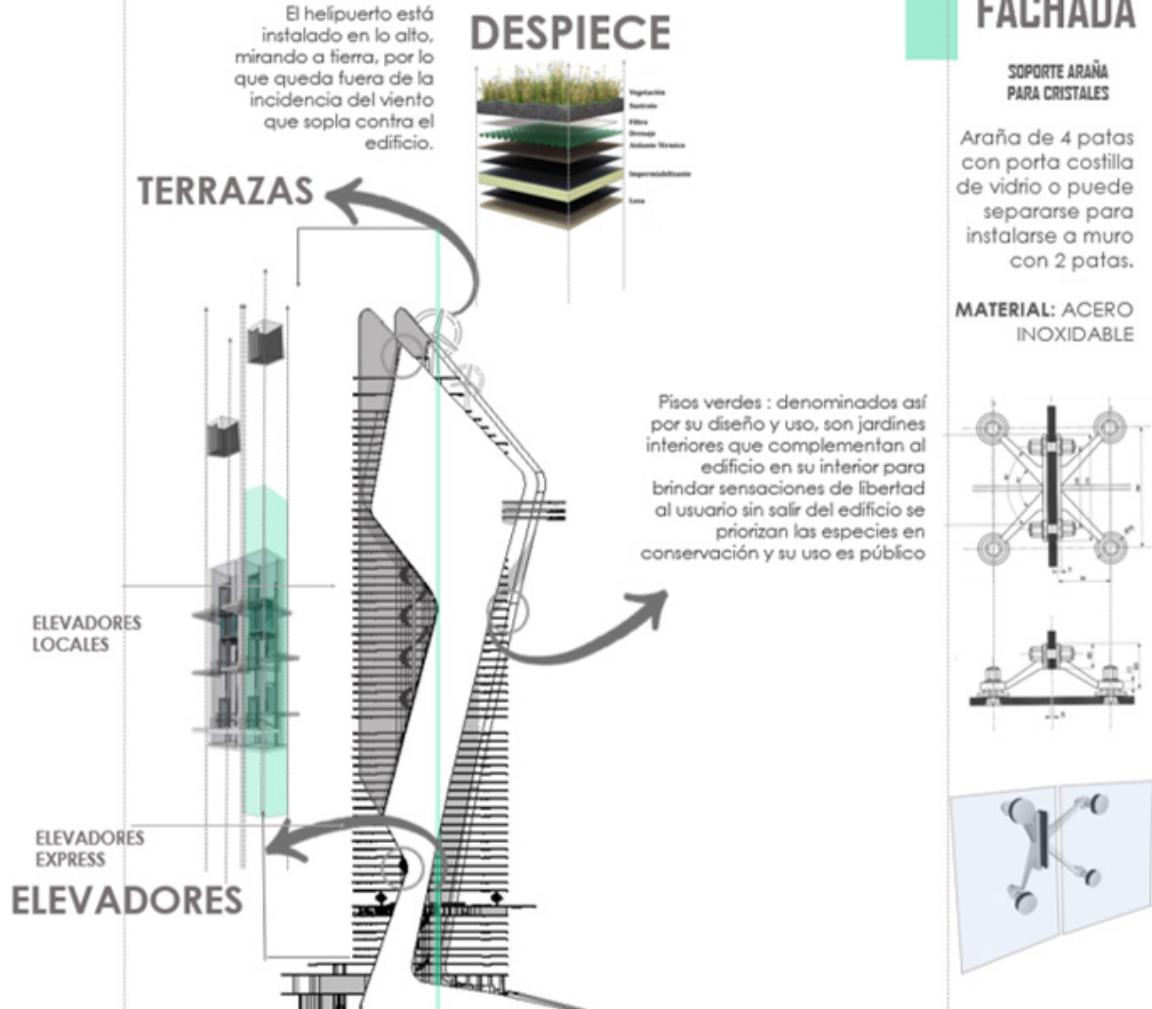
digno de pertenecer a Nanterre. La gran colonia del supermodernismo Arquitectónico.

Zonas Complementarias:

Roof Top: Está destinado a los Espacios en donde se fomentan ejercicios de observación astrológica y el estudio meteorológico de París

Food court: es un espacio de restaurantes en los que existe una zona común para los usuarios y ofrece diferentes variedades culinarias. Se ve complementado por terrazas y una vista a la ciudad desde uno de los pisos más altos.

Granjas Hidropónicas y Aeropónicas: son espacios de producción estudio y mejoramiento de productos para conservar altos estándares de calidad en el mercado actual y a futuro se genera un espacio en donde el márquetin de los productos es indispensable para su comercialización y posterior consumo. El diseño de los espacios varía según su sistema de producción.



Ezequiel Vulferssthavvsky Vanegas (2019). Nanterre [Jpg]. (6/24/2024) Tunja-Colombia.

Renders Interiores:



Ezequiel Vulferssthavvsky Vanegas (2019). Nanterre [Jpg]. (6/24/2024) Tunja-Colombia.

NANTERRE – GRANJA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRÍCOLA

CONCEPTOS Y APLICACIÓN

LA LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO SE SITUA EN UN IMPORTANTE CENTRO FINANCIERO EN EL CINTURÓN ROJO PARISINO, EN UNA ZONA CON UNA BAJA DENSIDAD URBANA PRODUCIDO DE LA PROLONGACIÓN CORRESPONDIENTE CON EL CENTRO HISTÓRICO DE PARÍS.

NANTERRE REPRESENTA LA TRANSFORMACIÓN DE LA CIUDAD HACIA EL SUSTENTABILISMO A TRAVÉS DE UNA ARQUITECTURA EN UNIDADES BASADA EN LA TECNOLOGÍA.

Obras: NANTERRE (Granja de investigación y desarrollo agrícola)
Alumno: Ezequiel Vulferssthavvsky Vanegas
Docente: Luis Augusto Niño Varela
Institución: Universidad Santa Bárbara – Tunja
Año: 2021

PLANTAS ARQUITECTONICAS

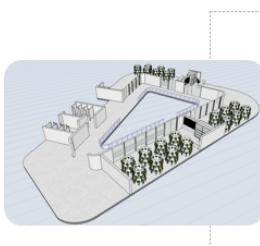
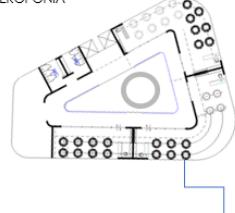
PLANOS: PLANTA BAJA, PLANTA PRO 2 ZONA COMERCIAL, PLANTA 3 AUDITORIO, PLANTA 60 PLAZOLETA DE COMIDAS, PLANTA TIPO APARTAMENTOS, CORTE B-B, PLANTA 3 AUDITORIO.

FACULTAD DE ARQUITECTURA USTA Tunja

Ezequiel Vulferssthavvsky Vanegas (2019). Nanterre [Jpg]. (6/24/2024) Tunja-Colombia.



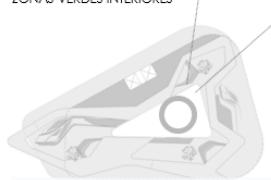
PLANTA TIPO PRODUCCION
AEROPONIA



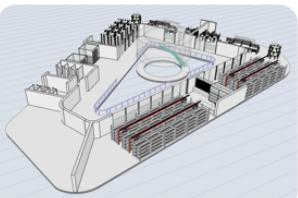
AEROPONIA

HIDROPONIA

PLANTA (10-11) Y (30-31)
ZONAS VERDES INTERIORES



PLANTA TIPO 2-9 12-19
PRODUCCION HIDROPONICA



HIDROPONIA

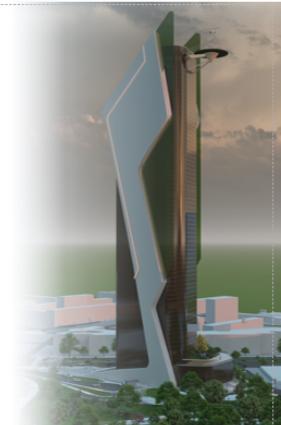
Es un método utilizado para cultivar plantas usando disoluciones minerales en vez de suelo agrícola. Las raíces reciben una solución nutritiva y equilibrada disuelta en agua con los elementos químicos esenciales para el desarrollo de las plantas, que pueden crecer en una solución acuosa únicamente, o bien en un medio inerte, como arena lavada, grava o perlita, entre muchas otras.



PLANTA 50 ZONA
ADMINISTRATIVA



OFICINAS ADMIN



Ezequiel Vulfersthavvsky Vanegas (2019). Nanterre [Jpg]. (6/24/2024) Tunja-Colombia.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Se propone un lugar pionero en muchos sentidos en relación al desarrollo de estrategias de apropiación social para el desarrollo de la agricultura que corresponda con la demanda alimenticia futura. Lo anterior a partir de la fuerte convicción de que a través del diseño arquitectónico y las nuevas estrategias, en múltiples dimensiones de la cotidianidad, es posible generar mejores condiciones de vida para individuos y comunidades en el marco de una sociedad globalizada y con grandes retos en términos de sostenibilidad alimenticia, inclusión y participación.

15 La flora provee el 80% de la alimentación humana y la agricultura representa un recurso económico y un medio de desarrollo importante

Se deben tomar medidas urgentes para reducir la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad que forman parte de nuestro patrimonio común y apoyar la seguimiento del clima y del agua a nivel mundial, la mitigación y adaptación al cambio climático, y la paz y la seguridad.

13 Las emisiones de gases de efecto invernadero continúan aumentando y hoy son un 50% superior al nivel de 1990

Para limitar el calentamiento a 1.5°C, las emisiones mundiales de CO₂ deben disminuir en un 45% entre 2010 y 2030, y alcanzar el cero alrededor de 2050.

7 Entre 2000 y 2016, la cantidad de personas con acceso a energía eléctrica aumentó de 78 a 87 por ciento, y el número de personas sin energía bajó a poco menos de mil millones.

PERFIL URBANO
Av. Frederic et Joliot 15,40m
ESTACIONES AUTOPASEO 15,40m
CARRIL BICI 15,40m

CARGADORES PARA AUTOS ELECTRICOS SOBRE LA AV FREDEREC ET JOLIOT

INTINERARIO URBANO

Racoger el agua de lluvia se usa para utilizar el espacio de los tejados y cubiertas del edificio para captar el agua que cae en la superficie. Esto agua será controlada, filtrada y almacenada en un gran depósito o agua potable. Una vez que sea necesario tanto en producción como para suprir necesidades básicas en las unidades de vivienda.

OBJETIVOS SOSTENIBLES

PARADEROS

LUMINARIAS

MOBILIARIO PUBLICO

Ezequiel Vulferssthavvsky Vanegas (2019). Nanterre [jpg]. (6/24/2024) Tunja-Colombia.

Conclusiones:

La arquitectura es la manifestación tangible de nuestra relación con el entorno. A lo largo de los años, he visto cómo las ciudades han evolucionado y enfrentado desafíos, y estoy convencido de que la arquitectura puede ser una parte fundamental de la solución al cambio climático y la contaminación. Desde el diseño de edificios sostenibles que aprovechan la energía renovable hasta la planificación urbana que prioriza el transporte público y las áreas verdes, cada decisión arquitectónica puede marcar la diferencia. El diseño innovador de un edificio que funcione como una granja dentro de las ciudades no solo representa una solución pragmática para abordar los desafíos del cambio climático, sino que también ofrece una visión esperanzadora de cómo podemos redefinir nuestras ciudades para un futuro más sostenible. Al integrar la agricultura en el entorno urbano, estos edificios no solo reducen la dependencia de los alimentos transportados desde largas distancias, disminuyendo así las emisiones de carbono asociadas con el transporte, sino que también ayudan a mejorar la calidad del aire y a mitigar el efecto isla de calor urbano.

El edificio es diseñado basado en algunos de los objetivos de la ONU, para lograr la obtención de diversos sellos verdes de arquitectura, refleja un compromiso sólido con la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente. Su concepción integral considera eficientes sistemas de gestión de energía, aprovechamiento de recursos naturales y una cuidadosa selección de materiales sostenibles. Esta edificación no solo funciona eficazmente en términos operativos, sino que también aborda de manera efectiva las problemáticas ambientales contemporáneas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y al fomento de prácticas sustentables en el sector de la construcción.

La idea emerge como una solución innovadora y prometedora para mitigar los efectos adversos del cambio climático. Esta iniciativa no solo ofrece beneficios ambientales al reducir la huella de carbono y promover la agricultura sostenible, sino que también contribuye a la resiliencia urbana al proporcionar alimentos frescos localmente en el corazón de las ciudades, logrando convertir cada núcleo social consolidado en uno más completo ya que los alimentos ahora crecen en su interior y no son transportados desde los campos.

A pesar del potencial transformador de tales proyectos, su impacto se ve limitado por la falta de acción coordinada por parte de las entidades gubernamentales. La adopción generalizada de estas soluciones requiere un compromiso político más firme y medidas regulatorias que faciliten su implementación a escala. La inacción de los gobiernos frente al cambio climático representa un obstáculo significativo para alcanzar un futuro sostenible, resaltando la urgente necesidad de políticas y acciones concretas que aborden esta crisis global de manera efectiva y equitativa, la implementación generalizada de tales proyectos se enfrenta a importantes desafíos, principalmente debido a la falta de acción por parte de las entidades gubernamentales. La falta de políticas claras y de incentivos financieros para fomentar la adopción de tecnologías verdes y prácticas sostenibles obstaculiza el progreso hacia una infraestructura urbana más ecológica y resiliente la carencia de proyectos que respondan a las necesidades del planeta y no del bolsillo de particulares seguirá siendo un problema hasta que la situación afecte a los posibles futuros músculos financieros de este tipo de proyectos.

Sin embargo, no solo luchamos contra entes gubernamentales lastimosamente las empresas petroleras, en su afán por mantener su dominio y lucro, a menudo emplean tácticas agresivas para silenciar a los defensores del medio ambiente. Estas corporaciones utilizan su considerable influencia económica y política para desinformar al público, socavar la credibilidad de los científicos y activistas climáticos, y presionar a los gobiernos para que adopten políticas favorables a sus intereses. En lugar de asumir la responsabilidad y contribuir a la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles, optan por obstaculizar el progreso, perpetuando un modelo energético obsoleto y dañino que amenaza el bienestar del planeta y de las generaciones futuras.

Respecto a la pregunta inicial: la respuesta es si, la arquitectura tiene el potencial de ser una poderosa herramienta en la lucha contra el cambio climático y la contaminación urbana. Mediante el diseño inteligente y la innovación, puede crear edificios y espacios que no solo reducen las emisiones de carbono y la dependencia de los combustibles fósiles, sino que también promueven la calidad del aire y el bienestar en las ciudades. Esto se logra a través de la integración

de tecnologías verdes, materiales ecológicos y la planificación urbana-rural, priorizando el espacio verde y la movilidad sostenible

Bibliografía

Cita: Allen, Katherine. (03 oct 2013). “En Tokio, Una granja vertical interior y exterior”. Obtenido de <https://www.archdaily.co/co/02-297174/en-tokio-una-granja-vertical-interior-y-exterior>

Medina, S. G. (2024, abril 08). Acaldia de Bogotá sitio web. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/habitat/asi-estan-los-niveles-embalses-que-abastecen-agua-potable-bogota-2024>

PCC (2014). “Climate Change 2014: Synthesis Report.” Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Antoine de Saint Exupéry (*Ciudadela*, 1948) IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C ”Pour ce qui est de l’avenir, il ne s’agit pas de le prévoir, mais de le rendre possible.

Riyanti Djalante IPCC (2014) Special Report on Global Warming of 1.5°C”: valuaciones clave del informe especial del IPCC sobre el calentamiento global de 1,5 °C y las implicaciones para el marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres.

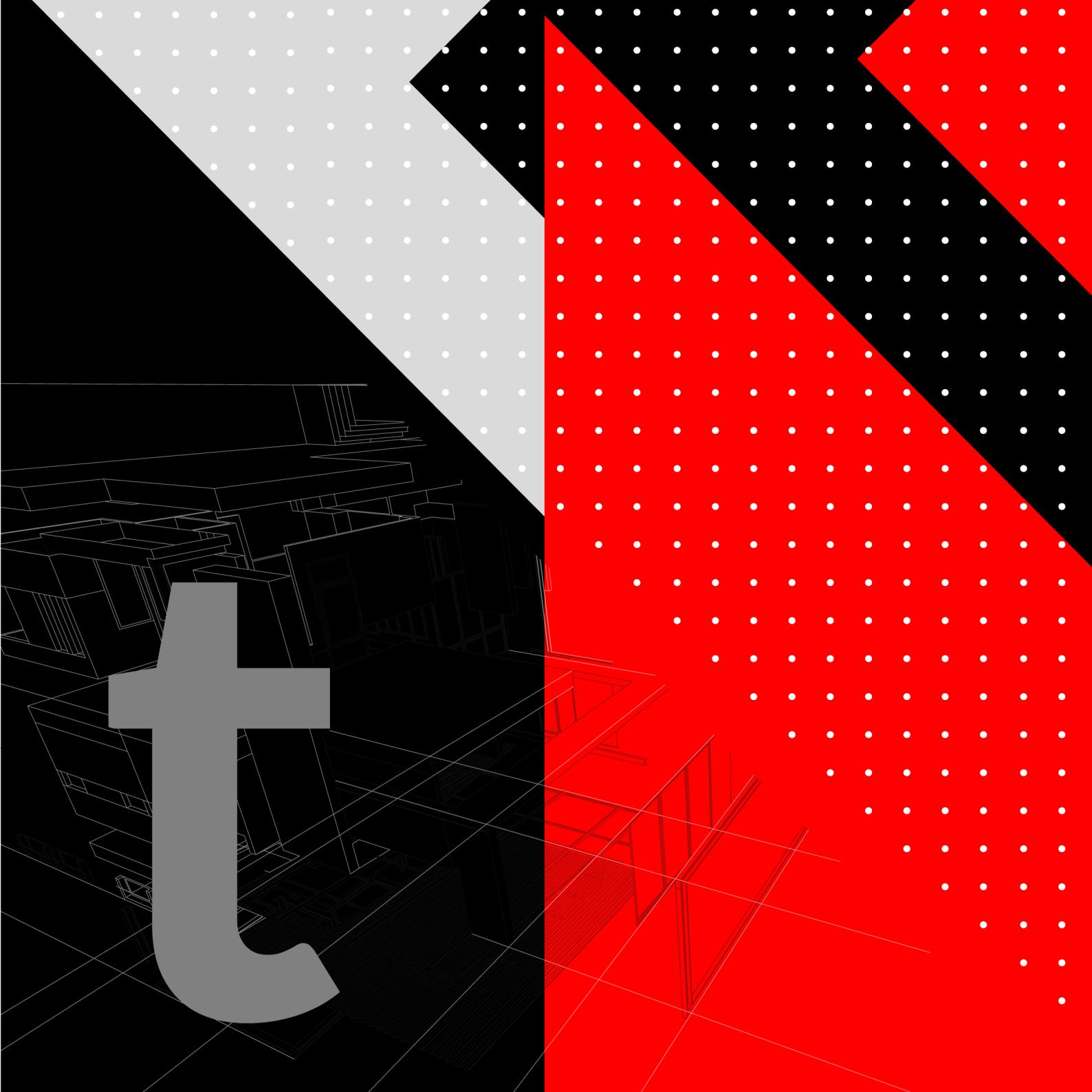
Ciencia. 14 de julio de 2000 Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years”:

Cita: Garthe S, Schwemmer H, Peschko V, Markones N, Müller S, Schwemmer P, Mercker M.Sci Rep. 13 de abril de 2023; 13 (1): 4779. doi: 10.1038/s41598-023-31601-z.PMID: 37055415 .

Pu A, Luo X.RSC Avanzado. 23 de noviembre de 2021; 11 (60): 37842-37850. doi: 10.1039/d1rao6594g. eCollection 2021 23 de noviembre.Número de identificación personal: 35498118 .

Petrescu-Mag RM, Burny P, Banatean-Dunea I, Petrescu DC.Int J Environ Res Public Health. 2 de abril de 2022; 19 (7): 4280. doi: 10.3390/ijerph19074280.PMID: 35409962.

Bragato PL, Holzhauser H.Holocene. 29(8):1322-1334. doi: 10.1177/0959683619846984.PMID: 34955614



Tendencias y Desafíos para la Adopción de Estándares Internacionales de Construcción Sostenible en Colombia: Un Análisis de Prácticas y Oportunidades

Damián José Armenta Lozano¹

Resumen

Palabras clave:

Construcción sostenible, Estándares internacionales, Implementación, Colombia.

La construcción sostenible ha ganado prominencia en Colombia en los últimos años, con avances notables en la adopción de prácticas y estándares internacionales. Este artículo tiene como objetivo analizar los desafíos y oportunidades para la implementación de estándares internacionales en la construcción sostenible en Colombia. Para lograrlo, se utilizó una metodología cualitativa basada en una revisión documental de normas y estándares relevantes. La estrategia de búsqueda se centró en la base de datos Scopus, identificando 763 artículos en un período de 10 años. Se seleccionaron 15 artículos representativos para el Estado del Arte y 60 artículos adicionales basados en criterios de relevancia y citación. Los resultados destacan desafíos clave en la implementación de estándares internacionales, como la falta de conciencia y educación, la resistencia al cambio,

¹ Estudiante de Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción, de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás. Especialista en aguas y saneamiento ambiental, Ingeniería Civil. Correo electrónico: darmentalingcivil@hotmail.com Artículo de revisión.

limitada de materiales sostenibles y la inversión adicional. En ellos se resalta la importancia de la colaboración entre actores y la necesidad de una mentalidad de innovación. En conclusión, a pesar de los avances y la implementación efectiva de estándares internacionales en la construcción sostenible en Colombia, se requiere abordar desafíos

multidimensionales. La superación de estos obstáculos conducirá a una industria de la construcción más alineada a partir de estándares globales, promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia en el sector. El compromiso conjunto de actores gubernamentales, la industria y la sociedad civil son esenciales para lograr este objetivo.

Abstract

Sustainable construction has gained prominence in Colombia in recent years, with notable advances in the adoption of international practices and standards. This article aims to analyze the challenges and opportunities for the implementation of international standards in sustainable construction in Colombia. To achieve this, a qualitative methodology was used based on a documentary review of relevant norms and standards. The search strategy focused on the Scopus database, identifying 763 articles over a 10-year period. 15 state-of-the-art articles and 60 additional articles were selected based on relevance and citation criteria. The results highlight key challenges in the implementation of international standards, such as lack of awareness and education, resistance to change, limited availability of sustainable materials and additional investment. The importance of collaboration between actors and the need for an innovation mentality is highlighted. In conclusion, despite progress, the effective implementation of international standards in sustainable construction in Colombia requires addressing multidimensional challenges. Overcoming these obstacles will lead to a construction industry

more aligned with global standards, promoting sustainability and efficiency in the sector. The joint commitment of government, industry and civil society actors is essential to achieve this goal.

Key Words:

Sustainable construction, international standards, implementation, Colombia.

Introducción

La construcción sostenible se ha convertido en un tema de creciente importancia en la actualidad, dado su impacto en el equilibrio entre el ambiente natural y el espacio construido. En Colombia, como en muchos otros países, se reconoce que la construcción debe evolucionar hacia prácticas más responsables y sostenibles para garantizar la armonía entre el desarrollo urbano y la preservación del entorno. En este contexto, diversos investigadores y expertos han dirigido sus esfuerzos hacia la comprensión y promoción de enfoques de construcción que sean capaces de integrar criterios ambientales, sociales y económicos en cada fase de los proyectos edificatorios.

El presente artículo busca explorar y analizar cómo la construcción en Colombia puede alinearse con los estándares y normas internacionales de construcción

sostenible. La adopción de prácticas constructivas que tengan en cuenta la eficiencia energética, el uso responsable de recursos naturales, la incorporación de tecnologías limpias y la participación activa de la comunidad se erige como un reto esencial en la consecución de una construcción más sostenible en el país. Para abordar esta cuestión, se han tomado como referencia diversas investigaciones y trabajos previos que han explorado diferentes aspectos relacionados con la construcción sostenible en Colombia. Entre ellos se encuentran los estudios realizados por Guerrero Díaz (2021), Fajardo Carvajal (2016), Ortiz Ropero y Rozo Mosquera (2021), Torres (2022), Gelves Espinosa (2022), Montaño Correa, Zarta Suárez y López Medina (2022), Rinaldi Urielés (2023), Barrios Fernández, Salas Acuña y Páez Almentero (2022), así como las iniciativas y lineamientos propuestos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2023, 2023b).

Además, se explorarán investigaciones internacionales que ofrecen perspectivas valiosas sobre el tema, tales como los trabajos de Colorado, Muñoz y Neves Monteiro (2022), Tavera Ruiz *et al.* (2023), Yang, Lv y Wang (2022), Akomea Frimpong *et al.* (2022) y Salerno (2021). Estas investigaciones aportan una visión global de la construcción sostenible y pueden brindar *insights* valiosos para el contexto colombiano. El análisis y la integración de estos estudios permitirán identificar las mejores prácticas, los desafíos y las oportunidades que enfrenta la construcción sostenible en Colombia, así como proponer posibles estrategias y recomendaciones para impulsar su adopción a nivel local. En última instancia, se espera contribuir al fortalecimiento de la construcción sostenible en Colombia, promoviendo la creación de edificaciones que no sólo sean funcionales y eficientes, sino también respetuosas con el entorno y capaces de generar un impacto positivo en la calidad de vida de las comunidades.

El *objetivo general* del artículo de investigación es analizar y evaluar cómo la industria de la construcción en Colombia puede alinearse de manera efectiva con los estándares internacionales de construcción sostenible y las normas relacionadas, con el fin de identificar

prácticas, desafíos y oportunidades para promover la implementación exitosa de enfoques sostenibles en proyectos de construcción en el país, para dar respuesta a la pregunta: ¿Cómo la construcción en Colombia se puede alinear a los *estándares de construcción sostenible y estándares internacionales o normas sobre construcción sostenible*?

Marco teórico

La construcción sostenible en Colombia se encuentra influenciada y respaldada por diversas leyes, políticas y normativas que buscan promover prácticas más responsables y respetuosas con el entorno en el sector de la edificación. Estas leyes y regulaciones tienen como objetivo establecer pautas, criterios y lineamientos que guíen la planificación, diseño, construcción y operación de edificaciones sostenibles. A continuación, se mencionan algunos aspectos teóricos relacionados a leyes y normativas relevantes en este contexto.

Construcción sostenible

Es un enfoque holístico e integrado que busca armonizar las necesidades de la sociedad con la preservación del medio ambiente y la utilización

responsable de los recursos naturales. Esta práctica se basa en la premisa fundamental de que los edificios y las infraestructuras deben ser diseñados, construidos y operados de manera que minimicen su impacto negativo en el entorno y maximicen su contribución al bienestar humano y al desarrollo sostenible a lo largo del tiempo.

Según Guerrero Díaz (2021), la construcción sostenible implica “adoptar nuevas prácticas de diseño, de construcción y procesos de operación y mantenimiento con un enfoque ambiental, social y económico”. Esto significa que se deben considerar múltiples aspectos, como la eficiencia energética, la gestión responsable del agua, la elección de materiales *ecoamigables*, la reducción de emisiones contaminantes y la promoción de prácticas sociales equitativas. Fajardo (2016) enfatiza que la construcción sostenible no se limita únicamente al aspecto ambiental, sino que también abarca aspectos económicos y sociales. Se trata de un enfoque que busca “restaurar y mantener la armonía entre el ambiente natural y el espacio construido”, con el objetivo de crear asentamientos que mejoren la calidad de vida de las personas y promuevan la equidad social y económica.

Las edificaciones sostenibles son un resultado tangible de este enfoque. De acuerdo con Ortiz Ropero y Rozo Mosquera (2021), estas edificaciones son construcciones civiles diseñadas y construidas con consideraciones específicas para reducir su impacto ambiental y promover la sostenibilidad a lo largo de su ciclo de vida. Estas edificaciones incorporan una variedad de características, como el uso eficiente de la energía, la incorporación de materiales reciclables y renovables, la aplicación de técnicas de construcción ecoamigables y la adaptabilidad a los desafíos del cambio climático.

Más aún, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2023) resalta que la construcción sostenible busca impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones. Esto implica ajustes normativos, seguimiento efectivo y la promoción de incentivos económicos para mitigar los impactos negativos de la actividad edificadora en el medio ambiente y mejorar la habitabilidad de los espacios. En resumen, la construcción sostenible es un enfoque multifacético que busca la integración armoniosa de aspectos ambientales, sociales y económicos en

el diseño, construcción y operación de edificios e infraestructuras. Se fundamenta en la responsabilidad hacia el medio ambiente y las generaciones futuras, promoviendo la optimización de recursos y la creación de entornos habitables y equitativos.

Normas y estándares sobre construcción sostenible

A nivel internacional la norma *ISO 15392:2008*, establece principios generales para la sostenibilidad en la construcción de edificios, centrándose en el ciclo de vida completo de las edificaciones y su relación con el entorno. Esta norma proporciona directrices sobre la selección de tecnologías y materiales adecuados, así como sobre la participación de la comunidad durante la construcción. Otra norma relevante es la *ISO 20887:2020*, que se enfoca en los aspectos de sostenibilidad ambiental de los edificios en relación con el uso de los recursos naturales y la eficiencia energética. Además de los Estándares de Sostenibilidad de la *ASTM International* (2023); *E2392, E2392M-10(2016), E2843-17, E2129-18, E2717-18, E1971-19, E2728-19, E3182-20, E2921-22, E3073-22, E2635-22, E2432-23, E2844-23*.

En cuanto a Normativas Nacionales, en Colombia, el *CONPES 3919 de 2018* establece la “Política Nacional de Edificaciones Sostenibles”, con el objetivo de impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones. Esta normativa busca ajustes normativos, seguimiento efectivo y promoción de incentivos económicos para mitigar los impactos negativos de la actividad edificadora sobre el ambiente, mejorar la habitabilidad y generar oportunidades de empleo e innovación. Esta política establece el marco general para impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones en Colombia. Busca ajustar las normativas existentes, desarrollar mecanismos de seguimiento y promover incentivos económicos que contribuyan a mitigar los impactos negativos de la construcción en el ambiente y mejorar las condiciones de habitabilidad.

A su vez, la *Norma Técnica Colombiana NTC-6112 de 2016 - Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano – SAC*, establece criterios ambientales para el diseño y construcción de edificaciones sostenibles para usos diferentes a la vivienda. El *Sello Ambiental Colombiano (SAC)* es de aplicabilidad voluntaria y busca fomentar

la utilización de prácticas y materiales más amigables con el entorno.

En este escenario el Decreto 2205 de 2017 y Resolución 0367, establecen la exención de impuestos definidos en el marco del artículo 255 del Estatuto Tributario Nacional para edificaciones que se encuentren certificadas en su fase de diseño por un ente certificador acreditado en construcción sostenible. El Decreto 1564 de 2017, Resolución 1988 de 2017 y Resolución UPME 585 de 2017, establecen la exclusión del IVA y otros incentivos para edificaciones que se encuentren certificadas en su fase de diseño por un ente certificador acreditado en construcción sostenible. Además, la Ley 388 de 1997 - Ley de Ordenamiento Territorial, aunque no se centra exclusivamente en la construcción sostenible, esta ley regula el ordenamiento del territorio y el uso del suelo, lo que tiene un impacto directo en el desarrollo urbano sostenible y en la planificación de proyectos edificatorios.

Es importante señalar que la Ley 1715 de 2014 - Ley de Cambio Climático, si bien no se enfoca específicamente en la construcción, esta ley establece medidas para la adaptación y mitigación del cambio climático, lo que influye en la incorporación de prácticas sostenibles en

la construcción para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas leyes y regulaciones brindan un marco normativo que promueve la adopción de prácticas de construcción sostenible en Colombia. A través de incentivos, exenciones y regulaciones, se busca fomentar la implementación de criterios ambientales, sociales y económicos en el diseño, construcción y operación de edificaciones, contribuyendo así a la preservación del entorno.

Dentro del marco de la construcción sostenible, se han desarrollado incentivos y reconocimientos que fomentan la adopción de prácticas sostenibles en la construcción. Ejemplos de ello son el Sello Ambiental Colombiano (SAC), que promueve el uso sostenible de recursos, procesos de producción limpios y tecnologías ambientalmente amigables en edificaciones, y la exención de impuestos o beneficios fiscales para edificios certificados en construcción sostenible. En un contexto más amplio, la construcción sostenible también se vincula con la economía circular. Normativas y estándares como el CONPES 3982 de 2020 sobre Economía Circular en Colombia, buscan la optimización de los recursos, la reducción de residuos y la promoción de prácticas de reutilización y reciclaje

en la construcción, lo que contribuye a la sostenibilidad del sector.

En conclusión, el marco teórico sobre normas y estándares en construcción sostenible es esencial para guiar y asegurar la adopción de prácticas responsables en el sector de la construcción. Estas regulaciones y lineamientos buscan no solo minimizar los impactos ambientales, sino también promover el bienestar social y económico a través de edificaciones y entornos sostenibles y habitables.

Avances en Construcción Sostenible en Colombia

En los últimos años, Colombia ha experimentado avances significativos en la adopción de prácticas de construcción sostenible. El desarrollo de edificaciones *ecoamigables* (*eco-friendly*), el uso de materiales reciclados y de bajo impacto ambiental, así como la incorporación de sistemas de energía renovable, son ejemplos de estas iniciativas. Instituciones gubernamentales y privadas han impulsado proyectos piloto y programas de capacitación para promover la sensibilización y la implementación de prácticas sostenibles en la construcción.

En los últimos años, Colombia ha demostrado un progreso notable en la adopción de enfoques y prácticas de construcción sostenible, lo que refleja un compromiso creciente con la preservación del medio ambiente y la eficiencia en el sector de la construcción. Esta evolución se ha manifestado a través de una serie de iniciativas y proyectos que buscan transformar la manera en que se diseñan, construyen y operan las edificaciones en el país. Un ejemplo destacado de estos avances se encuentra en el desarrollo de edificaciones *ecoamigables*. La incorporación de principios de diseño bioclimático y la utilización de tecnologías sostenibles han llevado a la creación de edificios que minimizan su impacto ambiental al maximizar la eficiencia energética y optimizar el uso de recursos. En este contexto, Fajardo (2016) destaca la importancia de integrar el diseño y la planificación con enfoque sostenible en proyectos inmobiliarios en Colombia, resaltando cómo esta integración puede contribuir significativamente a la creación de edificaciones más amigables con el entorno.

El uso de materiales reciclados y de bajo impacto ambiental también ha ganado relevancia en la industria de la construcción en Colombia. Normativas como la *Norma Técnica Colombiana NTC-6112:2016 - Etiquetas*

Ambientales Tipo I, Sello Ambiental Colombiano (SAC), emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, han establecido criterios para el diseño y la construcción de edificaciones sostenibles, promoviendo la elección de materiales que sean menos perjudiciales para el medio ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Esto evidencia el esfuerzo por fomentar la utilización responsable de recursos y reducir la generación de residuos de construcción.

La incorporación de sistemas de energía renovable es otro pilar fundamental en los avances hacia la construcción sostenible en Colombia. La implementación de tecnologías como la energía solar fotovoltaica ha permitido reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. La norma ISO 20887:2020 destaca la importancia de abordar la eficiencia energética en los edificios, brindando pautas para optimizar el consumo de energía y fomentar el uso de fuentes renovables (ISO, 2020). Las iniciativas de construcción sostenible en Colombia no se limitan a aspectos técnicos, sino que también abarcan programas de sensibilización y capacitación. Por su parte, Tavera *et al.*, (2023) resaltan cómo la

comprensión y la implementación de prácticas de digestión anaeróbica, una alternativa sostenible para el tratamiento de desechos orgánicos ha convertido en un tema de relevancia en el país. Esta atención a la formación y la concienciación demuestra el esfuerzo por involucrar a diversos actores en la promoción y la adopción de prácticas sostenibles.

Es así como Colombia ha experimentado un notable avance en la construcción sostenible, impulsado por la adopción de edificaciones *ecoamigables*, la incorporación de materiales sostenibles, la implementación de sistemas de energía renovable y la promoción de la sensibilización y la capacitación en prácticas sostenibles. Estos esfuerzos reflejan un compromiso con la creación de un entorno construido más respetuoso con el medio ambiente y más eficiente en el uso de recursos.

Metodología

El enfoque adoptado para este estudio es de naturaleza cualitativa, basado en la metodología de revisión de la literatura, la cual abarca dos fases fundamentales: la búsqueda y el análisis exhaustivo de información relevante. En la etapa inicial de búsqueda

de información, se llevó a cabo la identificación de los principales documentos de *Estado del Arte* que describen la evolución y las características inherentes al proceso de integración de sistemas de gestión. Posteriormente, se procedió a una revisión a profundidad, interpretación y análisis minucioso de las metodologías de integración más destacadas (Báez y De Tudela, 2006).

En la primera fase, la estrategia de búsqueda se enfocó en la base de datos Scopus, Scielo y Redalyc.org, además de los repositorios de universidades como Santo Tomás, EAFIT, Católica de Colombia y EAN. Se llevó a cabo la búsqueda de artículos relacionados con los marcadores del sentido de sostenibilidad, construcción, obra civil, ecoamigable, sistema integrado, en un período de análisis de 10 años (2013-2023), resultando en el hallazgo de 463 artículos. En una primera fase de selección, se identificaron y revisaron en detalle 15 artículos categorizados como *Estado del Arte*. A través de un enfoque selectivo basado en la lectura de los artículos y sus referencias, se escogieron 6 artículos como recurso esencial para la etapa de interpretación. Estos artículos se eligieron atendiendo criterios como la autoría principal, el número de citaciones y los

temas fundamentales en torno a la integración de la sostenibilidad en la construcción civil y la norma internacional (Urbina, 2020).

La segunda fase del estudio consistió en un análisis minucioso de los 6 artículos seleccionados, realizado por los investigadores. Este proceso implicó una lectura exhaustiva de los documentos con el objetivo de realizar una codificación deductiva, vinculando la información a categorías teóricas predeterminadas para el estudio. Dichas categorías abarcan conceptos clave, motivaciones, desafíos, beneficios, factores críticos y desafíos de integración. En una etapa subsiguiente, se procedió a revisar detenidamente las metodologías más frecuentemente utilizadas sobre sostenibilidad en las construcciones. Esta revisión se basó en el análisis de la estructura de estas metodologías, teniendo en cuenta las dimensiones de construcción, las normas y los estándares, identificadas en la revisión teórica. Este enfoque permitió enriquecer la comprensión de los procesos de integración y proporcionar un aporte significativo al presente estudio.

Resultados y discusión

Esta sección presenta un análisis detallado de los hallazgos obtenidos a través de la metodología cualitativa y la revisión documental. Efectivamente, en esta etapa, se exponen y examinan los datos recopilados de manera sistemática, permitiendo una comprensión profunda de los avances, desafíos y tendencias identificadas en el campo de la construcción sostenible y la integración de sistemas de gestión en Colombia. A través de un enfoque riguroso, se exploran las diversas dimensiones y elementos clave relacionados con la implementación de estándares internacionales, las motivaciones que impulsan estas iniciativas, los beneficios esperados y los factores críticos que influyen en su efectiva incorporación en la industria de la construcción. La discusión, por su parte, ofrece un análisis reflexivo y contextualizado de los resultados, estableciendo conexiones entre los diferentes aspectos investigados y proporcionando un panorama integral de la evolución y el estado actual de la construcción sostenible en Colombia. En última instancia, esta sección contribuye a la comprensión en profundidad de los desafíos y oportunidades que rodean la adopción

y adaptación de prácticas sostenibles en el sector de la construcción, ofreciendo perspectivas valiosas para futuras investigaciones y acciones orientadas hacia la promoción de un desarrollo más sostenible y resiliente en el país.

Los resultados obtenidos a través del enfoque cualitativo y la revisión documental revelan avances significativos en la implementación de prácticas de construcción sostenible en Colombia en los últimos años. Estos avances se reflejan en la adopción de edificaciones ecoamigables, el uso de materiales de bajo impacto ambiental y la incorporación de sistemas de energía renovable en proyectos de construcción. Instituciones tanto gubernamentales como privadas han liderado iniciativas para impulsar la sensibilización y la implementación de prácticas sostenibles en la industria de la construcción. La revisión de literatura identificó diversas motivaciones que impulsan la adopción de estándares internacionales de construcción sostenible en Colombia. Entre estas se incluyen la preocupación por la preservación del medio ambiente, la mejora de la calidad de vida de los habitantes y la reducción de los impactos negativos de la construcción en las comunidades locales. Además, se encontró

que la implementación de prácticas sostenibles puede resultar en beneficios tanto ambientales como económicos, tales como la reducción del consumo de recursos naturales, la disminución de los costos operativos y la generación de una imagen positiva para las empresas.

No obstante, los desafíos para la alineación con estándares internacionales de construcción sostenible en Colombia son evidentes. Se identificó una falta de conciencia y educación en relación con estas prácticas, así como resistencia al cambio en la industria de la construcción. La disponibilidad limitada de materiales sostenibles y la necesidad de inversión adicional también representan obstáculos significativos. Además, se reconoció la importancia de abordar la integración de la construcción sostenible en toda la cadena de suministro y la necesidad de un enfoque colaborativo para lograr un cumplimiento efectivo de los estándares. Los resultados de la revisión documental también indican que se han desarrollado diversas metodologías para la integración de sistemas de gestión en la construcción sostenible en Colombia. Estas metodologías abordan aspectos clave como la selección de materiales, la eficiencia energética,

la gestión de residuos y la evaluación de impacto ambiental. Sin embargo, se observa la necesidad de una mayor difusión y adopción de estas metodologías en la industria.

Beneficios

Los beneficios de la construcción sostenible en Colombia son diversos y abarcan áreas clave como el medio ambiente, la economía y la sociedad. Estos beneficios reflejan la contribución positiva que la construcción sostenible puede tener en la calidad de vida de las personas y en la salud del planeta. A continuación, se presentan algunos de los beneficios identificados en la literatura, respaldados por citas y referencias:

Reducción de Impactos Ambientales: la construcción sostenible contribuye a reducir los impactos ambientales negativos asociados con la industria de la construcción. Esto incluye la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, la conservación de recursos naturales y la minimización de la generación de residuos. Como menciona Colorado et al., (2022), la implementación de prácticas sostenibles puede promover la economía circular y reducir la huella ambiental de los proyectos de construcción.

Eficiencia Energética: las prácticas de construcción sostenible promueven el uso eficiente de la energía en edificaciones. La adopción de sistemas de energía renovable, la optimización del diseño y la selección de materiales eficientes energéticamente contribuyen a reducir el consumo de energía y los costos operativos a lo largo del ciclo de vida del edificio (Fajardo, 2016).

Ahorro de Recursos y Costos a largo plazo: la construcción sostenible puede generar ahorros significativos a lo largo del tiempo. La inversión inicial en tecnologías y materiales sostenibles puede traducirse en menores costos operativos y de mantenimiento a lo largo de la vida útil de una edificación (Ilki et al., 2023). Esto incluye ahorros en consumo de energía, agua y materiales de construcción.

Mejora de la Calidad del Aire y Salud Humana: la adopción de prácticas sostenibles en la construcción puede tener un impacto positivo en la calidad del aire interior y exterior. El uso de materiales de construcción de bajo impacto y la incorporación de sistemas de ventilación adecuados pueden reducir la exposición a sustancias tóxicas y mejorar la salud de los ocupantes (Guerrero Diaz, 2021).

Promoción de Empleo y Desarrollo económico: la construcción sostenible puede generar oportunidades de empleo en sectores relacionados, como la fabricación de materiales sostenibles, la implementación de tecnologías verdes y la capacitación en prácticas sostenibles (Torres, 2022). Además, puede atraer inversiones y promover la innovación en la industria de la construcción (Salerno, 2021).

Valor agregado y Mercado competitivo: los edificios sostenibles suelen tener un mayor valor en el mercado inmobiliario y pueden atraer a compradores y arrendatarios conscientes del medio ambiente. La certificación y etiquetado ambiental, como el Sello Ambiental Colombiano (SAC), pueden diferenciar las edificaciones sostenibles y mejorar su competitividad en el mercado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Contribución a Objetivos Globales: la construcción sostenible en Colombia también contribuye a los objetivos globales de desarrollo sostenible, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. La implementación de prácticas sostenibles en la construcción puede apoyar la mitigación del cambio

climático, la conservación de la biodiversidad y la reducción de la pobreza (Tavera Ruiz *et al.*, 2023).

En resumen, la *construcción sostenible* en Colombia ofrece una serie de beneficios que abarcan desde la preservación del medio ambiente hasta el impulso económico y la mejora de la calidad de vida de las personas. Estos beneficios, respaldados por investigaciones y enfoques de expertos, demuestran la importancia y el potencial de la construcción sostenible en el país.

Motivaciones

Las motivaciones para la adopción de prácticas de *construcción sostenible* en Colombia son impulsadas por una combinación de factores ambientales, económicos y sociales. Estas motivaciones reflejan el reconocimiento de la importancia de la sostenibilidad en el sector de la construcción y el deseo de abordar los desafíos actuales y futuros. A continuación, se presentan algunas de las motivaciones identificadas en la literatura, respaldadas por citas y referencias:

Responsabilidad ambiental: la creciente conciencia sobre los impactos negativos de la construcción en el

medio ambiente motiva a adoptar prácticas sostenibles. La reducción de la huella de carbono, la conservación de recursos naturales y la protección de ecosistemas sensibles son consideraciones fundamentales (Montaño *et al.*, 2022).

Cumplimiento normativo: la promulgación de políticas y regulaciones ambientales y de construcción sostenible por parte del gobierno colombiano impulsa la adopción de prácticas sostenibles en el sector (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Ahorro de Recursos y Costos: la adopción de prácticas sostenibles puede resultar en ahorros a largo plazo. La eficiencia energética y el uso de materiales duraderos pueden reducir los costos operativos y de mantenimiento a lo largo de la vida útil de un edificio (Ilki *et al.*, 2023).

Demandado del Mercado y Valor agregado: Los consumidores están mostrando una creciente preferencia por edificaciones sostenibles. La demanda del mercado por viviendas y espacios comerciales ecoamigables motiva a los actores de la industria a adoptar prácticas sostenibles para mejorar la competitividad y el valor de las propiedades (Barrios *et al.*, 2022).

Mejora de la Imagen Corporativa: La adopción de prácticas de construcción sostenible puede mejorar la imagen y la reputación de las empresas en el mercado. La incorporación de estrategias de sostenibilidad puede demostrar el compromiso con la responsabilidad social y ambiental (Grijalbo, 2023).

Innovación y Diferenciación: la adopción de prácticas sostenibles puede impulsar la innovación en el diseño y la construcción, permitiendo a las empresas diferenciarse en un mercado competitivo. La búsqueda de soluciones creativas y tecnologías avanzadas puede generar ventajas competitivas (Yang et al., 2022).

Contribución a Objetivos Globales: la adopción de prácticas sostenibles también puede estar motivada por el deseo de contribuir a objetivos globales, como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático (Tavera Ruiz et al., 2023).

Estas motivaciones reflejan la interacción entre factores económicos, ambientales y sociales que impulsan la adopción de prácticas de construcción sostenible en Colombia. A todas luces, la combinación de estas motivaciones está llevando a una transformación

gradual pero significativa en la industria de la construcción en el país.

Factores críticos

En este contexto, tratamos de resaltar los factores críticos que influyen en la implementación exitosa de prácticas de construcción sostenible en Colombia son diversos y complejos. Estos factores pueden actuar como facilitadores o barreras para la adopción y difusión de prácticas sostenibles en la industria de la construcción. A continuación, se presentan algunos de los factores críticos identificados en la literatura, respaldados por citas y referencias:

Educación y Conciencia: la falta de conocimiento y conciencia sobre los beneficios y principios de la construcción sostenible puede limitar su adopción. La educación y la capacitación son esenciales para sensibilizar a los profesionales de la construcción y a la sociedad en general (Fajardo, 2016).

Incentivos financieros: la disponibilidad de estímulos, como exenciones de impuestos y subsidios, puede impulsar la inversión en prácticas sostenibles. Sin embargo, la falta de incentivos adecuados puede ser

un obstáculo para la adopción generalizada (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Disponibilidad de Materiales Sostenibles: la limitada disponibilidad de materiales de construcción sostenibles y de bajo impacto ambiental puede dificultar la implementación de prácticas sostenibles. La investigación y el desarrollo de alternativas viables son fundamentales para superar este desafío (Gelves, 2022).

Regulaciones y Políticas Gubernamentales: el marco regulatorio y las políticas gubernamentales desempeñan un papel crucial en la promoción de la construcción sostenible. La falta de regulaciones claras y coherentes puede afectar la adopción y la implementación de prácticas sostenibles (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Cultura Organizacional y Resistencia al Cambio: la cultura organizacional y la resistencia al cambio pueden obstaculizar la adopción de prácticas sostenibles en empresas y organizaciones. La necesidad de cambiar procesos y mentalidades puede generar resistencia por parte de los actores involucrados (Guerrero, 2021).

Colaboración y Comunicación: La falta de esta cooperación comunicativa efectiva entre diferentes actores de la industria de la construcción puede dificultar la implementación de prácticas sostenibles. En este orden de ideas, la colaboración entre arquitectos, ingenieros, constructores y proveedores es esencial (Gelves, 2022).

Costos Iniciales y Retorno de la Inversión: los costos iniciales asociados con la implementación de prácticas sostenibles pueden ser percibidos como un obstáculo. La necesidad de demostrar el retorno de la inversión a largo plazo puede influir en la toma de decisiones (Fajardo, 2016).

Acceso a Tecnología y Capacidades técnicas: la adopción de tecnologías y enfoques sostenibles puede requerir habilidades técnicas y conocimientos especializados. La falta de acceso a tecnología y capacidades técnicas puede limitar la adopción (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

Estos factores críticos reflejan la complejidad y la interdependencia de las variables que influyen en la implementación exitosa de prácticas de construcción sostenible en Colombia. Abordar estos factores de

manera efectiva requiere un enfoque integrado y colaborativo de múltiples partes interesadas

Discusión sobre los desafíos para la Implementación de Estándares Internacionales

A pesar de los avances notables en la construcción sostenible en Colombia, es importante reconocer que la implementación efectiva de *estándares internacionales* en este campo enfrenta diversos desafíos significativos. La industria de la construcción se encuentra en una encrucijada donde la adopción y adaptación de estándares globales se enfrenta a obstáculos que requieren atención y soluciones creativas.

La falta de conciencia y educación emerge como uno de los desafíos clave en la alineación con estándares internacionales de construcción sostenible. Si bien se han conducido a cabo programas de capacitación y sensibilización, es esencial intensificar estos esfuerzos para aumentar la comprensión y el conocimiento sobre los beneficios y las prácticas asociadas con la construcción sostenible. Como señala Rinaldi (2023), la sensibilización es fundamental para lograr una gestión ambiental efectiva en proyectos de construcción.

La resistencia al cambio también representa un obstáculo importante. La adopción de prácticas y tecnologías nuevas y sostenibles a menudo implica un cambio en la mentalidad y la cultura de la industria. Esto puede encontrarse en la falta de familiaridad con nuevas tecnologías y metodologías, así como en la necesidad de superar inercias tradicionales arraigadas en el sector (Grijalbo, 2023). Así vistas las cosas, la implementación exitosa de estos estándares internacionales requerirá un esfuerzo conjunto para superar estas resistencias y promover una mentalidad de innovación y mejora continua.

Ahora bien, la disponibilidad limitada de materiales sostenibles es otro desafío crucial en el camino hacia la adopción de estándares internacionales. Aunque se han dado pasos hacia la incorporación de materiales reciclados y de bajo impacto ambiental, aún se requiere un mayor desarrollo y acceso a alternativas sostenibles (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Al respecto, Montaño *et al.*, (2022) también destacan la importancia de la creación de empresas que ofrezcan soluciones sostenibles en el sector de la construcción en Colombia. La inversión adicional necesaria para implementar prácticas de construcción sostenible también plantea un

desafío. Aunque a largo plazo, la construcción sostenible puede generar ahorros significativos en costos operativos y energéticos, la inversión inicial puede ser un obstáculo para muchos proyectos (Yang et al., 2022). Más aún, superar esta barrera requerirá una evaluación cuidadosa de los beneficios a largo plazo y la identificación de incentivos financieros que fomenten la adopción de prácticas sostenibles.

La integración efectiva de la *construcción sostenible* en la cadena de suministro y el cumplimiento de las normas también son aspectos desafiantes. La cooperación y colaboración entre diferentes actores, incluidos diseñadores, constructores, proveedores y reguladores, son esenciales para garantizar que los estándares se cumplan en todas las etapas del proceso (Aguilar et al., 2020). La norma ISO 15392:2008 establece principios generales para la sostenibilidad en la construcción de edificios y obras civiles, y su aplicación requiere una coordinación efectiva de múltiples partes interesadas.

En conclusión, a pesar de los avances en la *construcción sostenible* en Colombia, la implementación de *estándares internacionales* presenta desafíos considerables. La falta de conciencia, la resistencia al cambio, la

disponibilidad limitada de materiales sostenibles, la inversión adicional y la necesidad de una colaboración integral son obstáculos que deben abordarse para lograr una industria de la construcción más alineada con los estándares globales de sostenibilidad. El éxito en esta empresa requerirá un enfoque multifacético y un esfuerzo concertado de todos los actores involucrados.

Esta revisión sobre los desafíos para la implementación de estándares internacionales en el campo de la construcción sostenible en Colombia revela una serie de obstáculos significativos que deben ser abordados para lograr una alineación efectiva con las normas globales. A pesar de los avances notables en este ámbito, es crucial reconocer y afrontar los siguientes desafíos, uno de los principales desafíos identificados es la falta de conciencia y educación en torno a la construcción sostenible. Aunque se han llevado a cabo programas de capacitación y sensibilización, es esencial intensificar estos esfuerzos para elevar la comprensión y el conocimiento sobre los beneficios y prácticas asociadas con la construcción sostenible. Este punto se alinea con la perspectiva de Rinaldi (2023), quien enfatiza que la sensibilización es un factor crucial para lograr una gestión ambiental efectiva en proyectos de construcción.

Asimismo, la resistencia al cambio se destaca como un desafío importante, ya que la adopción de prácticas y tecnologías nuevas y sostenibles a menudo implica un cambio en la cultura y mentalidad arraigada en la industria. Grijalbo (2023) también señala la necesidad de superar inercias tradicionales para impulsar la innovación y la mejora continua.

Otro desafío significativo radica en la disponibilidad limitada de materiales sostenibles. Aunque se ha avanzado en la incorporación de materiales reciclados y de bajo impacto ambiental, aún se requiere un mayor desarrollo y acceso a alternativas sostenibles, como mencionado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016). Montaño *et al.* (2022) también resaltan la importancia de fomentar la creación de empresas que ofrezcan soluciones sostenibles en el sector de la construcción en Colombia.

La inversión adicional necesaria para implementar prácticas de construcción sostenible también plantea un desafío importante. Aunque a largo plazo, la construcción sostenible puede generar ahorros significativos en costos operativos y energéticos, la inversión inicial puede ser un obstáculo para muchos

proyectos (Yang *et al.*, 2022). Esta barrera financiera requiere una evaluación cuidadosa de los beneficios a largo plazo y la identificación de incentivos que promuevan la adopción de prácticas sostenibles.

La integración efectiva de la construcción sostenible en la cadena de suministro y el cumplimiento de las normas también son aspectos desafiantes. Como lo sugiere Aguilar *et al.* (2020), la colaboración entre diferentes actores es esencial para asegurar que los estándares se cumplan en todas las etapas del proceso. La norma ISO 15392:2008, que establece principios generales para la sostenibilidad en la construcción, subraya la necesidad de coordinación entre múltiples partes interesadas. En resumen, la discusión subraya la importancia de superar estos desafíos para lograr una implementación exitosa de estándares internacionales en la construcción sostenible en Colombia. La necesidad de aumentar la conciencia, abordar la resistencia al cambio, mejorar la disponibilidad de materiales sostenibles, garantizar la inversión adecuada y promover una colaboración efectiva son factores clave para avanzar hacia una industria de la construcción más alineada con las normas globales de sostenibilidad. Este esfuerzo requerirá una

combinación de enfoques y un compromiso conjunto de todos los actores involucrados en la industria.

Conclusiones

Las conclusiones derivadas del análisis y la discusión de este estudio en relación con el objetivo general y la pregunta de investigación revelan una serie de perspectivas esenciales sobre la implementación de estándares internacionales en la construcción sostenible en Colombia. De hecho, en respuesta a la pregunta de investigación sobre la adopción de estándares internacionales en la construcción sostenible, se ha identificado que, si bien Colombia ha experimentado avances notables en la incorporación de prácticas y enfoques sostenibles en el sector de la construcción, aún existen desafíos considerables que requieren abordarse. Estos desafíos abarcan desde la falta de conciencia y educación hasta la resistencia al cambio y la disponibilidad limitada de materiales sostenibles. La implementación efectiva de *estándares internacionales en la construcción sostenible* no sólo se trata de adoptar prácticas técnicas, sino también de promover una cultura y mentalidad que respalden la sostenibilidad en todas las etapas del proceso constructivo.

En línea con el objetivo general de analizar los desafíos y oportunidades para la adopción de estándares internacionales en la construcción sostenible en Colombia, se ha destacado que el camino hacia la alineación con los estándares globales implica una serie de medidas integrales. Estas medidas incluyen la intensificación de los programas de sensibilización y capacitación para aumentar la conciencia sobre los beneficios de la construcción sostenible, así como la necesidad de superar la resistencia al cambio a través de la promoción de la innovación y la adaptación. Además, es crucial abordar la disponibilidad de materiales sostenibles y la inversión inicial necesaria, mediante la promulgación de incentivos financieros y la creación de empresas que ofrezcan soluciones sostenibles en el sector.

En conclusión, este estudio resalta la importancia de avanzar hacia la alineación con *estándares internacionales en la construcción sostenible* en Colombia como un componente esencial para promover la sostenibilidad ambiental y la eficiencia en el sector de la construcción. A pesar de los desafíos identificados, el compromiso conjunto de los actores gubernamentales, la industria y la sociedad civil puede allanar el camino para una

industria de la construcción más sostenible y alineada con las normas internacionales. En suma, el camino hacia la implementación exitosa de estos estándares requerirá una colaboración multidisciplinaria y un enfoque holístico que aborde los aspectos técnicos, culturales y financieros de la construcción sostenible en Colombia.

Referencias bibliográficas y cibergráficas

- Abella, M. A., Chenlo, F., y Avda, C. L. (2006). *Estimación de la energía generada por un sistema fotovoltaico conectado a red*. CIEMAT.
- Aguilar, A. C. G., Vargas, C. F. P., y Castellanos, O. D. C. (2020). “Arquitectura digital en el aula”. *Temas de Arquitectura*, 11(1), 57-92.
- Akomea Frimpong, I., Kukah, A.S., Jin, X., Osei Kyei, R. y Pariafsai, F. (2022). “Financiamiento verde para edificios verdes: una revisión sistemática y una base conceptual”. *Revista de Producción más Limpia*, 356, 131869.
- ASTM International. (2023). Estándares de Sostenibilidad. Disponible en: <https://www.astm.org/products-services/standards-and-publications/standards/sustainability-standards.html>
- Báez, J., y De Tudela, P. (2006). *Investigación cualitativa*. Esic Editorial.
- Barrios Fernández, N. D.; Salas Acuña, N. L., y Páez Almentero, J. M. (2022). “Unidad constructiva verde 2.0. sistema constructivo de fitorremediación para zonas industriales y comerciales en Colombia”. *Módulo Arquitectura CUC*, 28, 225-254. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/10099>
- Colorado, H. A., Muñoz, A. y Neves Monteiro, S. (2022). “Economía circular de los residuos de construcción y demolición: Un estudio de caso de Colombia”. *Sostenibilidad*, 14 (12), 7225.
- Díaz, I. A. G. (2021). “Planeación de proyectos en construcción sostenible de edificaciones en Colombia”. Documentos de Trabajo ECBTI, 2(2). Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/wpecbti/article/view/4808>
- Fajardo Carvajal, M. (2016). “Modelo de integración diseño-planeación y construcción sostenible para proyectos inmobiliarios en Colombia” (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT). Disponible en: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/11559>

- Flores, P. (2021). "La construcción sostenible en Latinoamérica". *Limaq*, (007), 161-173. Disponible en: <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Limaq/article/view/5336>
- Gelves Espinosa, L. D. (2022). "Vivienda sostenible como la norma y no la excepción". Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/44085>
- Grijalbo Fernández, L. (2023). *Normativa y política interna de gestión ambiental de la Organización MF1971*. Ed. 2023. Editorial Tutor Formación.
- Guerrero Díaz, I. A. (2021). "Planeación de proyectos en construcción sostenible de edificaciones en Colombia". Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42704>
- Ilki, A., Çavunt, D., Selim, Y. (2023). *Building for the Future: Durable, Sustainable, Resilient: Proceedings of the Fib Symposium 2023 - Volume 2*. Springer Nature Switzerland.d
- ISO - International Organization for Standardization. (2020). *ISO 20887:2020*. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/69370.html>
- ISO - International Organization for Standardization. (2023). *ISO/TC 59/SC 17 Sostenibilidad en edificación y obra civil*. Disponible en: <https://www.iso.org/committee/322621.html>
- Machín Armas, F. (2022). *Ciencia de la sostenibilidad: construcción de un paradigma salvacionista*. Editorial Universitaria.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2016). Norma Técnica Colombiana NTC-6112 de 2016 - Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano – SAC. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2018). *CONPES 3919 de 2018 - Política Nacional de Edificaciones Sostenibles*. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2022). *Sello Ambiental Colombiano*. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023a). *Construcción Sostenible*. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construcion-sostenible/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023b). *Guía de materiales para la construcción sostenible*. Disponible en: <https://www.>

- minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construcion-sostenible/
- Montaño Correa, J. A., Zarta Suárez, B. E., y López Medina, M. A. (2022). “Creación de una empresa para la gerencia, comercialización y construcción de proyectos de Viviendas VIS Sostenibles en Colombia”. “SOS Ingeniería y Arquitectura”. Disponible en: <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/11527>
- Ortiz Ropero, M. F., y Rozo Mosquera, S. (2021). “¿De qué manera las estrategias basadas en construcción sostenible contribuyen a la generación de proyectos competitivos en Bogotá?” Disponible en: <http://repository.cesa.edu.co/handle/10726/4349>
- Pinilla Vera, L. C. (2010). “Construcción sostenible en Colombia”. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/11155>
- Ramírez Sánchez, J. M. (2021). *Urbanismo para una nueva ciudad: El principio de desarrollo urbano sostenible*. Aranzadi / Civitas.
- Rinaldi Urielles, Á. (2023). “La sostenibilidad ambiental en la gestión de proyectos de construcción”. Disponible en: <https://repository.unicartagena.edu.co/handle/11227/16615>
- Rodríguez Briones, R. (2020). “Diseño de instalación fotovoltaica para huertos urbanos de la comunidad de Madrid”. Disponible en: https://oa.upm.es/66365/1/tfg_rafael_rodriguez_briones.pdf
- Salerno, P. (2021). “Mercado eléctrico y energías renovables: Estudio comparado entre España y México tras las últimas reformas legislativas en materia”. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=298872>
- Tavera Ruiz, C.; Martí Herrero, J.; Mendieta, O.; Jaimes Estévez, J.; Gauthier Maradei, P.; Azimov, U.; ... y Castro, L. (2023). “Comprensión actual y perspectivas sobre la digestión anaeróbica en los países en desarrollo: estudio de caso de Colombia”. Revisiones de energía renovable y sostenible, 173, 113097.
- Torres Blanco, D. (2014). “Proyecto de sistema fotovoltaico conectado a red en edificio público existente (Ronda, Málaga)”. Disponible en: <https://dspace.unia.es/handle/10334/2655>
- Torres, D. A. M. (2022). “Hoja de ruta para potenciar la construcción sostenible en Colombia, en el marco del desarrollo y estructuración de la mesa de construcción sostenible Colombia-Suiza”. (Doctoral dissertation,

Universidad Católica de Colombia).
Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstreams/79e96344-bd6a-4428-b522-09boe92dc5e4/download>

Urbina, E. C. (2020). “Investigación cualitativa”. *Applied Sciences in Dentistry*, 1(3).

Yang, B.; Lv, Z., y Wang, F. (2022). “Gemelos digitales para edificios ecológicos inteligentes”. *Edificios*, 12 (6), 856.



Avances y Desafíos de la Construcción Sostenible en Colombia: Hacia el Alcance de los Objetivos Internacionales

Wendy Vanessa Gómez Porras²

Angela María Riaño Amezquita³

Resumen

Palabras clave:

Desarrollo sostenible, Técnicas constructivas, Herramientas sostenibles, Sector constructivo.

El propósito de este artículo es realizar una revisión descriptiva de la situación actual de Colombia referente la construcción sostenible y el avance presentado respecto a las metas plasmadas en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), se analizarán los factores determinantes que han sido barreras en el proceso, así como las estrategias y técnicas constructivas implementadas. Asimismo, se expondrán diferentes contextos internacionales de países que han sido pioneros en la aplicación de estrategias, métodos, procesos y herramientas sostenibles en el sector de la construcción, con el fin de su implantación y adaptación a el contexto colombiano, que permitan aportar un impulso en el desarrollo sostenible en el sector constructivo.

² Universidad Santo Tomás de Bucaramanga, Facultad de Ingeniería, Esp. Gerencia de Proyectos de Construcción. Contacto: wendy.gomez01@ustabuca.edu.co

³ Universidad Santo Tomás de Tunja, Facultad de Arquitectura, Esp. Gerencia de Proyectos de Construcción. Contacto: angela.riano@usantoto.edu.co

Abstract

The purpose of this article is to carry out a systematic review of the current situation in Colombia regarding sustainable construction and the progress presented with respect to the goals embodied in the sustainable development objectives (SDG), the determining factors that have been barriers in the process, as well as the construction strategies and techniques implemented. Different international contexts of countries that have been pioneers in the application of sustainable strategies, methods, processes, and tools in the construction sector will be evaluated, with the purpose of their implementation and adaptation to the Colombian context, which allow to provide a boost in the sustainable development in the construction sector.

Key Words:

Sustainable development, Construction techniques, Sustainable tools, Construction sector.

Introducción

En la actualidad, es cada vez más notorio el incremento en la construcción de edificaciones sostenibles. Estas son diseñadas y construidas siguiendo unos estándares, los cuales hacen parte de los llamados sistemas de certificación para edificaciones sostenibles. En los últimos años, se ha evidenciado avances, pero así mismo diferentes dificultades en el ámbito del desarrollo sostenible, como también el proceso de certificación de las construcciones, evidenciándose que estas

carecen de una evaluación antes, durante y después de la fase de operación, las cuales nos indicarían si realmente las edificaciones están cumpliendo con sus metas de sostenibilidad planteadas en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) a nivel global.

La sostenibilidad en las edificaciones en general se refiere a la práctica de diseñar, construir, operar y mantener edificios de manera que sean socialmente responsables, económicamente viables y ambientalmente amigables a lo largo de su ciclo de

vida completa. Esta aproximación implica equilibrar y optimizar factores clave para asegurar que los edificios cumplan con las necesidades actuales sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. Algunos aspectos esenciales de la sostenibilidad en las edificaciones incluyen:

Eficiencia energética: los edificios sostenibles están diseñados para minimizar el consumo de energía al utilizar sistemas de aislamiento térmico, iluminación eficiente, equipos de calefacción y refrigeración de bajo consumo.

Avances y desafíos de la construcción sostenible en Colombia hacia el alcance de los objetivos internacionales. (Cf. Arquitectura, 2023, integración de fuentes de energía renovable, como paneles solares).

Gestión del Agua: la gestión responsable del agua es fundamental. Esto incluye la recolección y el uso de aguas pluviales, sistemas de riego eficientes, y tecnologías de ahorro de agua en sanitarios y grifos.

Materiales sostenibles: se busca utilizar materiales de construcción de bajo impacto ambiental, preferiblemente locales y reciclados. La elección de

materiales duraderos y de bajo mantenimiento también es una consideración clave.

Gestión de residuos: los edificios sostenibles buscan reducir la cantidad de residuos generados durante la construcción y la demolición. Además, se promueve la reutilización y el reciclaje de materiales.

Calidad del Ambiente Interior: la calidad del aire interior, la iluminación natural y la acústica son factores importantes en la sostenibilidad de las edificaciones. Se busca crear ambientes interiores saludables y confortables para los ocupantes.

Impacto Social y Comunidad: los edificios sostenibles deben tener en cuenta el impacto en la comunidad circundante y en la sociedad en general. Esto puede incluir consideraciones de accesibilidad para personas con discapacidades, espacios públicos, y diseño que promueva interacciones sociales.

Ciclo de vida: la sostenibilidad en las edificaciones considera el ciclo de vida completo del edificio, desde su diseño y construcción hasta su operación y eventual demolición. Esto implica evaluar cómo se pueden minimizar los impactos negativos a lo largo de todo este ciclo.

Innovación y Tecnología: la implementación de tecnologías innovadoras, tales como sistemas de automatización y monitorización, puede mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad de los edificios.

Al respecto, es pertinente mencionar que la aproximación al concepto de sostenibilidad en las edificaciones se basa en el compromiso de diseñar, construir y operar estructuras que equilibren las necesidades actuales con las futuras, considerando aspectos económicos, sociales y ambientales. Implica la adopción de prácticas que reduzcan el consumo de recursos naturales, minimicen los impactos ambientales y promuevan la salud y el bienestar de los ocupantes. Esto se logra a través de la eficiencia energética, el uso de materiales de bajo impacto, la gestión responsable del agua, la creación de espacios interiores saludables y la incorporación de tecnologías innovadoras. Más aún, la sostenibilidad en las edificaciones también abarca la planificación a largo plazo, el fomento de la comunidad y la consideración de todo el ciclo de vida del edificio, desde su concepción hasta su eventual reutilización o demolición. En última instancia, esta aproximación busca fusionar el progreso constructivo con la responsabilidad hacia el entorno y las generaciones venideras.

Teniendo en cuenta lo anterior el objetivo de este artículo, es describir y evidenciar el avance y desempeño real de una construcción direccionada hacia la sostenibilidad, teniendo en cuenta todos los conceptos aplicables a la sostenibilidad y a su vez tomando como referentes y pioneros de la sostenibilidad a los diferentes países que han adoptado técnicas y metodologías acordes al desarrollo sostenible.

Metodología

El desarrollo *sustentable* es sinónimo de *sostenible* y es un término acuñado desde el informe de Brundtland de 1987, redactado por la ONU, por la Doctora Gro Harlem Brundtland, y que se llamó originalmente “Nuestro Futuro Común”. La frase que resume Desarrollo Sustentable en el informe es el siguiente: Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades (Larrouyet, M. C. 2015); desde ese momento se empezó a contemplar oficialmente la necesidad de seguir buscando un desarrollo sin comprometer los recursos y, asimismo, la búsqueda de herramientas que contribuyeran a este proceso. Es por esto que el sector de la construcción ha

sido uno de los grandes focos en los que se ha buscado implantar la sostenibilidad, ya que se calcula que en este sector de consumo aproximadamente el 70% de electricidad, 40% de energía, el 12% de agua, y el 32% de materiales sin contar que se le acredita la emisión del 40% de los gases de efecto invernadero como lo es el CO₂.

En consecuencia, a lo expuesto anteriormente, se entiende la necesidad global de implementar lo que en la actualidad se conoce como *construcción sostenible*, ya que surge como una alternativa para el ahorro de recursos como la energía, el agua y materiales, pero a la vez la posibilidad de lograr reducir las emisiones de CO₂.

En los últimos años se ha tenido un gran avance a nivel mundial en el sector de la construcción con respecto a la sostenibilidad, tanto así que diferentes países han implementado herramientas y alternativas que les permita contribuir a las metas proyectadas en los objetivos de desarrollos sostenibles (*ODS*), es por esto que se realizó una revisión bibliográfica con el fin de conocer las condiciones actuales de la *construcción sostenible* en Colombia, pero también realizar una inspección del sector internacional y que herramientas

se podrían emplear a nivel nacional. A continuación se presentan las tres etapas de la revisión realizada.

Búsqueda en base de Datos

La primera etapa constó en la búsqueda en diferentes recursos electrónicos como lo fueron *Redalyc*, *Science direct google books* y *Scopus*. Asimismo, se apoyó la búsqueda de información con en páginas gubernamentales y organizacionales, algunas de las palabras claves y ecuaciones de búsqueda empleadas se presentan a continuación.

Ecuaciones de búsqueda

sustainable-construction-“*sustainable development*”-“*civil engineering*”-*ODS-buildings*- “*sustainable construction*”-*Colombia*-*International*- *architecture*

Construction AND “*sustainable development*” AND (*colombia* OR *international*)

ODS AND (*buildings* OR “*sustainable construction*”) AND *Colombia*

ODS AND (*buildings* OR “*sustainable construction*”) AND *Colombia*

ODS AND (buildings OR "sustainable construction") AND International

Selección de información

Con base en los resultados obtenidos en las bases de datos, se procedió a seleccionar los documentos que se relacionaran a el objetivo de la revisión tanto a nivel nacional como internacional, a estos se aplicaron criterios de selección como el país, fecha de publicación y el tema principal abordado.

Clasificación de información

En cuanto se obtuvieron los documentos con los que queríamos trabajar, se procedió a clasificar la información, el criterio principal para esto fue el contexto nacional e internacional que se abordaran en los documentos.

Discusión y organización de la información

Con los documentos seleccionados, se procedió a revisar de manera detallada la información presentada en ellos con el fin de determinar los datos importantes a extraer y que contribuyeran a el objetivo de la revisión, finalmente se organizó la información previamente

seleccionada y clasificada, para posteriormente discutirla y concluir sobre esta.

Resultados y discusión

Construcción sostenible en Colombia frente a los ODS

La sostenibilidad en la vivienda colombiana ha presentado avances importantes, los cuales se han venido generado desde 2008 que se creó el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), el cual tiene por objetivo elevar la sostenibilidad de los nuevos proyectos constructivos del país, así como los que ya han sido ejecutados, pero pueden sufrir adaptaciones que contribuyan al objetivo de la sostenibilidad.

Las medidas que se han tomado a nivel nacional, las cuales van desde implementación de certificaciones, adaptación de normativa internacional y creación de leyes entre otras herramientas, han sido con el objetivo principal de dar respuesta a las metas pactadas en los objetivos de desarrollo sostenible (*ODS*).

Más aún, los *ODS* constituyen un elemento integrador de todas las agendas que actualmente adelanta el país en materia de desarrollo, así como un marco que permite alinear de manera coherente acciones tanto

públicas como privadas alrededor de un objetivo común. En este sentido, el Gobierno nacional ha aunado esfuerzos con diferentes sectores de la sociedad para el alistamiento y efectiva implementación de la Agenda 2030 y la articulación de los ODS con el Plan Nacional de Desarrollo (CONPES 3918)

En consecuencia, a lo anterior en el último *Plan de Desarrollo* se crearon una serie de pactos (longitudinales y transversales que guiados por las metas trazadas en el documento CONPES 3918) buscaban lograr impulsar algunas *metas 2030* como nación en diferentes sectores de desarrollo, uno de los pactos más representativos con respecto a la contribución a los ODS, es el pacto por la sostenibilidad (*producir conservando y conservar produciendo*), mediante este pacto se busca principalmente la implementación de estrategias e instrumentos económicos para que los sectores productivos sean más sostenibles, innovadores y reduzcan los impactos ambientales logrando impulsar una economía circular, en el que en el sector de la construcción se desarrollen procesos constructivos sostenibles.

Como se expuso anteriormente, en Colombia si se han implementado herramientas y se ha buscado lograr un desarrollo sostenible en el país; sin embargo, la realidad no ha sido muy correspondiente a las metas trazadas en el papel y el avance logrado se ha caracterizado por ser lento y poco aplicado, que claramente se ha debido a la influencia de diferentes factores tanto económicos, políticos y sociales.

En las siguientes figuras se presentan los avances logrados en el sector de la construcción hasta 2022 en Colombia.

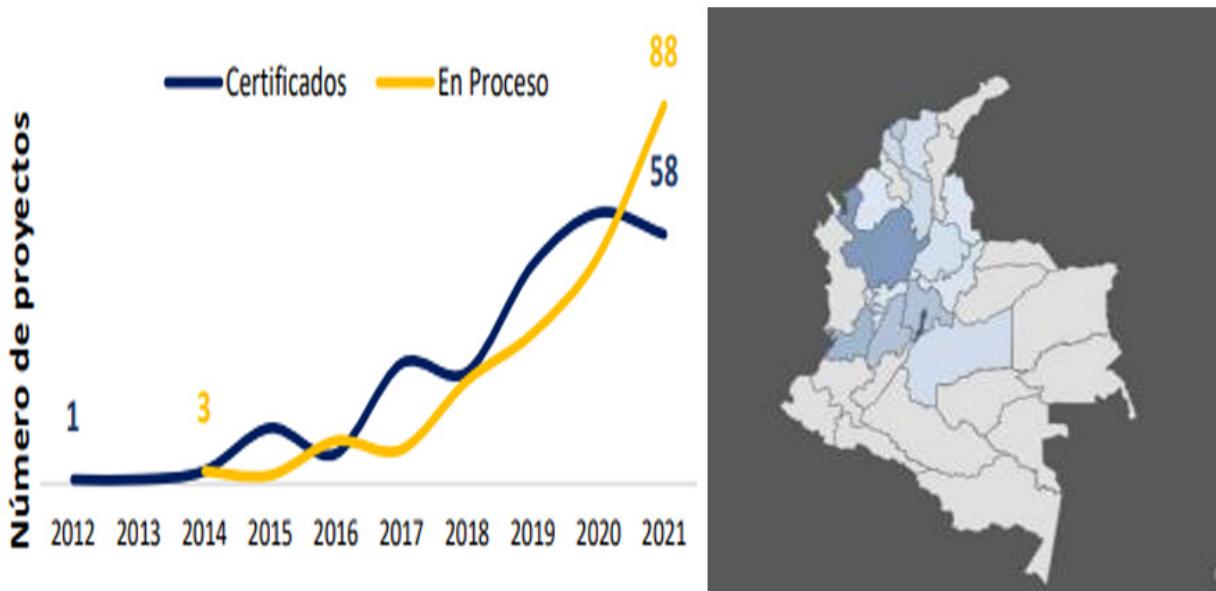


Figura 1. Comportamiento en el tiempo de los proyectos certificados vs. Los proyectos que se encuentran en proceso de conseguirlos y su ubicación geográfica. (tomado y adaptado de la edición 1329 de Asobancaria)

Como se evidencia en la figura, en los últimos años se ha visto el crecimiento tanto en los proyectos constructivos que han sido certificados con sellos sostenibles como los que están a la espera de conseguirlo. Sin embargo, también es notorio que la cantidad de proyectos certificados no sigue siendo significativo en comparación a los proyectos constructivos que se

ejecutan anualmente en el país, lo que evidencia que aún no se está dando prioridad al tema y que además de esto se está generando una centralización de estos proyectos, porque hay zonas del país, que aún no cuentan con el primer proyecto certificado.

Avances y desafíos de la construcción sostenible en Colombia

En Colombia, la construcción sostenible ha experimentado avances significativos en los últimos años, respaldados por regulaciones más estrictas, creciente conciencia ambiental y un aumento en la adopción de prácticas sostenibles. La implementación de certificaciones como LEED ha impulsado la incorporación de criterios sostenibles en proyectos constructivos. Sin embargo, persisten desafíos considerables. Los altos costos iniciales de tecnologías y materiales sostenibles continúan siendo una barrera para su adopción generalizada. Además, la falta de acceso a información y capacitación adecuada para profesionales de la construcción puede limitar la aplicación de prácticas sostenibles. La informalidad en la construcción también representa un reto, ya que muchas edificaciones no reguladas carecen de consideraciones ambientales. A pesar de los avances, el camino hacia una construcción sostenible en Colombia exige un compromiso continuo para superar estos desafíos y garantizar que las prácticas constructivas respeten tanto el entorno como las generaciones futuras.

De esta manera, la *construcción sostenible* en Colombia enfrenta una serie de desafíos que limitan su implementación efectiva y generalizada. A pesar de los avances normativos y el aumento de la conciencia, persisten obstáculos significativos en la adopción de prácticas sostenibles. Los altos costos iniciales de tecnologías y materiales ecoamigables, sumados a la falta de incentivos financieros y fiscales sólidos, dificultan que los actores de la industria abracen plenamente la construcción sostenible. Además, la falta de educación y capacitación adecuadas para los profesionales de la construcción y la escasa disponibilidad de materiales locales y reciclados limitan la viabilidad de proyectos sostenibles en muchas regiones. La informalidad en la construcción también presenta un desafío, ya que la construcción no regulada a menudo carece de consideraciones ambientales y de eficiencia. En última instancia, el desafío radica en la necesidad de transformar no solo las prácticas técnicas, sino también las mentalidades y las estructuras económicas en el sector de la construcción en Colombia para lograr una verdadera y efectiva construcción sostenible.

A través de esta problemática y la intención de hacer frente al incontrolable daño ambiental la construcción

sostenible en Colombia, más que otro asunto, se ha convertido en una preocupación cada vez más importante debido a la necesidad de mitigar el impacto ambiental y promover un desarrollo equitativo y responsable. Algunos aspectos clave relacionados con la construcción sostenible en Colombia son:

Normativas y regulaciones: Colombia ha establecido regulaciones y normativas para promover la construcción sostenible. El Decreto 1075 de 2015 (capítulo 2), establece condiciones y requisitos para la sostenibilidad en la construcción de edificios y promueve el uso eficiente de los recursos y la adopción de tecnologías y prácticas sostenibles.

Certificaciones: La certificación LEED (*Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental*) es ampliamente utilizada en Colombia para evaluar la sostenibilidad de edificios. Varias construcciones en el país han obtenido certificaciones LEED en diferentes niveles, lo que demuestra el compromiso de la industria con prácticas sostenibles.

Por otra parte, Colombia también ha optado por crear su propia certificación, la cual se ha denominado CASA este es un certificado creado por el Consejo

Colombiano de Construcción Sostenible, que reconoce e incorpora el concepto de sostenibilidad integral a edificaciones residenciales. Aunque fue desarrollado para el contexto nacional, está basado en los lineamientos del *WorldGBC*. Esta certificación aborda las construcciones de manera integral, pues considera a las personas parte del medio ambiente. Al respecto, SIMGEA6, empresa colombiana que asesora proyectos de construcción sostenible, destaca que esto hace de CASA un certificado técnicamente robusto, pues hace que exija compromisos en

Eficiencia energética: la implementación de tecnologías y estrategias de eficiencia energética en edificios es un aspecto importante de la construcción sostenible en Colombia. Esto incluye el uso de sistemas de iluminación eficientes, sistemas de climatización de bajo consumo y la integración de fuentes de energía renovable

Materiales sostenibles: la elección de materiales de construcción es esencial para la sostenibilidad. Colombia ha estado promoviendo el uso de materiales locales y reciclados en la construcción para reducir la huella de carbono y minimizar el impacto ambiental.

Gestión de residuos: de construcción y demolición es un aspecto esencial de la construcción sostenible. Promover el reciclaje y la reutilización de materiales puede reducir significativamente la cantidad de residuos enviados a los vertederos.

Innovación y tecnología: Colombia está adoptando tecnologías innovadoras en la construcción, como sistemas de monitoreo de energía y automatización de edificios, para mejorar la eficiencia operativa y el rendimiento ambiental de las edificaciones.

Educación y conciencia: la sensibilización y la educación sobre la importancia de la construcción sostenible están aumentando en Colombia. Se están llevando a cabo programas de capacitación y concientización para profesionales de la construcción y la sociedad en general.

Desafíos persistentes: aunque ha habido avances significativos, todavía existen desafíos en la construcción sostenible en Colombia. Estos incluyen la necesidad de abordar los costos iniciales más altos de las tecnologías y materiales sostenibles, así como la integración de prácticas sostenibles en la construcción informal y la renovación de edificaciones existentes.

De esta manera, es pertinente argumentar que Colombia está avanzando hacia la *construcción sostenible* mediante la implementación de regulaciones, la adopción de certificaciones y la promoción de prácticas y tecnologías que reduzcan el impacto ambiental y promuevan el uso eficiente de los recursos. De hecho, a medida que la conciencia y el compromiso sigan creciendo, es probable que la industria de la construcción en Colombia continúe integrando prácticas sostenibles para contribuir a los objetivos nacionales e internacionales de desarrollo sostenible.

Países pioneros y líderes de la construcción sostenible a nivel mundial

En lo que respecta a la implementación de la sostenibilidad en la construcción son diversos los países que han sido pioneros en la promoción y adopción de metodologías a nivel mundial. Algunos de estos países han desarrollado regulaciones, estándares y prácticas. Asimismo, estos países han establecido un camino a seguir en la construcción sostenible, sus enfoques y lecciones aprendidas han influido en muchas naciones de todo el mundo a medida que trabajan para reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción.

1. Suecia: es conocida por su compromiso con la sostenibilidad en la construcción. Han implementado políticas para fomentar la eficiencia energética en edificaciones, el uso de materiales sostenibles y sistemas de transporte público bien integrados. Se ha destacado en todo el mundo por su firme compromiso con la construcción sostenible. Con una combinación de regulaciones sólidas y enfoques innovadores, el país ha liderado el camino hacia edificaciones más respetuosas con el medio ambiente. A través de estándares exigentes en eficiencia energética, el fomento de materiales de construcción eco-amigables y la promoción de tecnologías renovables, como la energía geotérmica y la solar. Suecia ha logrado impulsar una industria de la construcción que prioriza la reducción de su huella ambiental. Además, su enfoque en la economía circular y la conciencia pública ha contribuido a un cambio cultural hacia la sostenibilidad en el sector de la construcción. En última instancia, el compromiso sostenible de Suecia en la construcción no solo beneficia al entorno global, sino que también establece un modelo inspirador para otros países en su búsqueda de un futuro más verde y responsable.

2. Dinamarca: ha sido líder en el diseño de edificios con enfoque en la eficiencia energética en proyectos emblemáticos como el “8 House” en Copenhague, destacan por su diseño funcional y sostenible, demostrando un compromiso sólido con la construcción sostenible, consolidándose como un referente en la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente en el sector de la construcción. A través de una combinación de regulaciones vanguardistas y enfoques innovadores, el país ha logrado integrar la sostenibilidad en cada etapa del proceso de construcción, para ello ha implementado estándares ambiciosos de eficiencia energética y diseño ecológico en sus edificaciones, lo que ha llevado a la reducción significativa de su huella de carbono. La promoción de tecnologías de energía renovable, como la eólica y la solar, ha sido fundamental en este compromiso, al igual que la promoción de la movilidad sostenible y la planificación urbana orientada hacia el transporte público y las áreas verdes.

3. Alemania: es famosa por su enfoque en la eficiencia energética y la construcción pasiva, que minimiza la necesidad de calefacción y refrigeración. El estándar de construcción *Passivhaus* se originó en Alemania y se ha utilizado como referencia en todo el mundo.

- 4. Noruega:** ha priorizado la construcción sostenible en sus políticas públicas, promoviendo edificios de consumo de energía casi nulo y tecnologías de energía renovable.
- 5. Estados Unidos:** aunque con variabilidad, en Estados Unidos existen ciudades como San Francisco y Nueva York que han adoptado regulaciones y programas de construcción sostenible avanzados. El sistema de certificación *LEED* se originó en Estados Unidos y ha tenido un impacto significativo.
- 6. Canadá:** ha implementado políticas y regulaciones que promueven la eficiencia energética y la construcción sostenible en todo el país, con un enfoque en climas variados.
- 7. Países Bajos:** allí han adoptado medidas sostenibles como la construcción de edificios flotantes y el enfoque en el uso eficiente del espacio y los recursos.
- 8. Singapur:** a pesar de su tamaño limitado, este país se ha destacado por su enfoque en la construcción verde y la sostenibilidad urbana, incluyendo el desarrollo de edificios y vecindarios ecológicos.

Estos países que desarrollan metodologías sostenibles en la construcción implementan una combinación de enfoques para transformar la industria hacia prácticas más responsables y respetuosas con el medio ambiente. Estas naciones establecen regulaciones y normativas que definen estándares específicos de sostenibilidad, abordando áreas como eficiencia energética, uso de materiales sostenibles y gestión del agua. Además, promueven certificaciones de edificaciones sostenibles que evalúan y reconocen el cumplimiento de criterios ambientales y sociales.

Para incentivar la adopción de prácticas sostenibles, ofrecen incentivos financieros, como subsidios y créditos fiscales, para proyectos que cumplan con estos estándares. También invierten en programas de capacitación y educación para profesionales de la construcción, promoviendo la comprensión de las mejores prácticas y las tecnologías innovadoras.

Estos países suelen respaldar la investigación y el desarrollo de soluciones más sostenibles, impulsando la creación de nuevos materiales, tecnologías y métodos de construcción. Promueven la innovación al apoyar proyectos piloto y demostrativos que enseñan cómo las

prácticas sostenibles pueden ser exitosas en la realidad, es así como muchas ciudades están implementando planes de desarrollo urbano sostenible que promueven el transporte público, la densificación inteligente, la creación de espacios verdes y la revitalización de áreas degradadas.

Además, a través de campañas de divulgación y concientización, informan al público sobre los beneficios de la construcción sostenible y generan una demanda creciente de edificaciones más amigables con el entorno. En conjunto, estas estrategias crean un ecosistema en el que la construcción sostenible no solo es valorada, sino que también es la norma, impulsando el cambio hacia un sector de la construcción más consciente y responsable.

Para lograr un cumplimiento efectivo de las normas de construcción sostenible, es fundamental adoptar un enfoque integral que combine regulación, educación y compromiso de todas las partes involucradas. En primer lugar, es crucial establecer regulaciones claras y actualizadas que definen los estándares de construcción sostenible y que incluyan medidas, avances y desafíos de la construcción sostenible en Colombia hacia el alcance de los objetivos internacionales.

Además, se deben ofrecer incentivos tangibles, como beneficios fiscales y financiamiento preferencial, para recompensar a quienes opten por cumplir con estas normas, la promoción de certificaciones y etiquetas de construcción sostenible, como LEED (*Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental*) y BREEAM (*Método de Evaluación Ambiental de Edificios*), que reconocen y recompensan a los proyectos que cumplen con ciertos criterios de sostenibilidad, ha sido parte fundamental de todo este extenso desarrollo. Al mismo tiempo, es esencial establecer consecuencias significativas para el incumplimiento, a través de multas y sanciones, para crear un ambiente de responsabilidad.

La educación y la capacitación deben ser prioritarias, proporcionando a arquitectos, ingenieros, constructores y otros profesionales las herramientas necesarias para diseñar y construir de manera sostenible. Talleres, programas de formación y recursos accesibles pueden aumentar la comprensión y la adopción de prácticas sostenibles.

Para garantizar el cumplimiento, es fundamental llevar a cabo inspecciones regulares y rigurosas durante todo el proceso de construcción. La verificación

independiente, a través de certificaciones reconocidas, puede proporcionar una validación objetiva del cumplimiento de las normas. Además, establecer sistemas de monitoreo y auditoría a largo plazo puede asegurar que los edificios sigan siendo sostenibles a lo largo del tiempo.

La colaboración entre el gobierno, la industria, las organizaciones ambientales y la sociedad civil es esencial. Esta colaboración puede fomentar la transparencia, promover buenas prácticas y garantizar que todas las partes interesadas estén comprometidas en el proceso. En última instancia, el compromiso constante y la implementación colectiva son esenciales para garantizar que las normas de construcción sostenible se cumplan de manera efectiva y se logre un impacto positivo en el entorno y la sociedad. Los gobiernos están invirtiendo en investigación y desarrollo de tecnologías sostenibles para la construcción, como materiales de construcción eco-amigables, sistemas de gestión inteligente de energía y técnicas de construcción de bajo impacto ambiental.

Conclusiones

En consecuencia, de la revisión realizada y plasmada anteriormente del contexto nacional respecto a la construcción sostenible y las técnicas implementadas a nivel internacional, se puede concluir, a manera de inferencias:

En Colombia se ha presentado en los últimos años un avance en la *construcción sostenible*; sin embargo, este necesita un mayor impulso, pues sigue siendo lenta y poco dinamizadora para las metas proyectadas tanto a nivel nacional como internacional, por lo que debe servir como llamado a las entidades gubernamentales a que promuevan incentivos de diferentes tipos como lo pueden ser tributarios o económicos, para que los sectores de la construcción apuesten a la implementación de medidas sostenibles en los proyectos constructivos.

A todas luces, es necesario que se promueva e invierta en la investigación de nuevos materiales que puedan reemplazar los utilizados convencionalmente sin que se llegue a perder la resistencia o las propiedades que estos brinden pero que si generen menor emisión de CO₂ en su ciclo de vida.

Más aún, es claro que la implantación de la sostenibilidad en el sector de la construcción ya es una tendencia a nivel mundial, la cual ha sido promovida principalmente por la ONU, y exige que a nivel nacional se sigan tomando medidas que se puedan implementar y que contribuyan a un desarrollo sostenible en mayor medida.

Se evidencia que en Colombia no nos hemos apropiado del tema, y que aun gran parte de la población no lograr identificar la importancia de este, por lo que también es necesario que se realice un trabajo social en el que se pueda capacitar sobre lo que abarca la construcción sostenible y como se puede cooperar para la contribución del desarrollo en este sector.

Es importante que en la formación académica de los profesionales en el sector de la construcción se haga énfasis en la importancia de la sostenibilidad, ya que ellos serán los encargados de ejecutar los proyectos constructivos por lo que si se tiene una apropiación del tema estos generaran diseños que contribuyan a un desarrollo sostenible.

Ahora bien, en el contexto internacional se han presentado grandes avances en el tema de la construcción sostenible, por lo que es necesario identificarlos y

evaluar como estas herramientas implementadas en países como Estados Unidos o Alemania pueden acondicionarse al contexto colombiano.

Una forma concreta en la que se ha impulsado la construcción sostenible ha sido con el desarrollo de certificaciones, que permiten a las empresas de los sectores constructivos dar constancia de que cumple con criterios técnicos en este frente. Actualmente, en Colombia se reconocen principalmente 3 certificaciones, LEED, Edge y CASA Colombia. El uso de estas ha venido en incremento, pues, al sumar proyectos certificados y en proceso de obtención.

En Colombia en los últimos años se ha incrementado la construcción de vivienda tipo VIS (*Viviendas de Interés Social*); sin embargo, no ha habido incentivos o exigencias normativa por parte del gobierno para que estos proyectos también tenga en cuenta la implementación de medidas sostenibles, por lo que es indispensable que se empiecen a tomar medidas en este tipo de proyectos, puesto que al día de hoy son los más comunes en el país.

Referencias bibliográficas y cibergráficas

- Larrouyet, M. C. (2015). "Desarrollo sustentable: Origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta". (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en: RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/154>
- Pinilla, L. (2010). "Construcción sostenible en Colombia". Universidad de los Andes. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/11155/u402347.pdf?sequence=1>
- Martínez, J. (2022). Enseñanza de la Arquitectura y Educación para el Desarrollo Sostenible en España. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/192546/Martinez%20%20Ensenanza%2ode%20la%20Arquitectura%2oy%20Educacion%20Para%20el%20Desarrollo%20Sostenible%20en%20Espana%20Experiencia.pdf?sequence=1>
- Bedoya, C. (2011). Construcción sostenible para volver al camino. Disponible en: <https://luiscalderon.files.wordpress.com/2012/01/construcion-sostenible.pdf> Participación de actores en la agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Disponible en: <https://sdgs.un.org/sites/default/files/202108/Stakeholder%20Engagement%20and%20the%202030%20Agenda%20-%20A%20practical%20guide%20Spanish.pdf>
- Flórez, P. (2020) La construcción sostenible en Latinoamérica. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad cesar-vallejo/estructuras/5336-texto-del-articulo-19544-4-10-20210810/19105376>
- Avances y desafíos de la construcción sostenible en Colombia: Hacia el alcance de los objetivos internacionales. Arquitectura, 2023, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/planeacion-y-seguimiento/objetivos-de-desarrollo-sostenible-ods/>.
- Asobancaria, recuperado de: https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2022/05/1329_be.pdf. dnp, https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/portaldnp/pnd-2023/pnd_2018-2022/pdf/pactotransversales.pdf
- Disponible en: CONPES3918,https://assets.ctfassets.net/z7p7ivvbl4bs/c15L6fPoswiGYUy64Uy4k/d2d1c2b218757846743c6eb335d5b380/CONPES_3918_Anexos.pdf



Estrategias Didácticas para el Diseño de Andenes Accesibles en la Ciudad De Tunja

Carlos Alfredo Castro Bohórquez⁴

Introducción

A continuación, se presenta una perspectiva técnica e inspiradora sobre las estrategias didácticas aplicadas al análisis técnico y rediseño de andenes accesibles en la ciudad de Tunja. Esta exposición es el resultado de un esfuerzo conjunto entre los estudiantes de la cátedra *Proyecto Urbano Ambiental* comprometidos con la mejora de la accesibilidad urbana en respuesta a desafíos preexistentes y las cambiantes circunstancias de movilidad. Martínez, O., & León, O. (2020).

Las ciudades, centros de diversidad y movimiento, se enfrentan al desafío constante de garantizar que todos los ciudadanos, independientemente de su movilidad, puedan acceder de manera segura y cómoda a sus espacios públicos. La ciudad de Tunja se convirtió en

nuestro laboratorio académico de entendimiento sobre las diferentes problemáticas de movilidad con las que cuenta, y más exactamente con la peatonal. (Díaz Calle, K. (2022).

En esta ponencia, se busca no sólo presentar estrategias didácticas efectivas para el diseño de andenes accesibles, sino también inspirar a otras comunidades y planificadores urbanos a adoptar un enfoque inclusivo y centrado en la movilidad universal en sus propias ciudades. La experiencia académica demuestra que, a través de la educación, la concientización y la colaboración, sería posible mejorar la accesibilidad peatonal y crear entornos urbanos más inclusivos y equitativos. G Martínez, O., & León, O. (2020).

⁴ Arquitecto egresado de USTA Seccional Tunja, y Magister con Especialidad en Dirección de Proyectos de la Universidad Viña del Mar (Chile). Docente USTA Tunja. Contacto: carlos.castro@usantoto.edu.co

Objetivo general:

Presentar estrategias didácticas efectivas para el diseño de andenes accesibles en la ciudad de Tunja, basadas en la revisión técnica de andenes existentes. Se destacará el uso de herramientas tecnológicas como *Google Earth*, que permitieron una evaluación integral de la accesibilidad en toda la ciudad, especialmente en el contexto de la pandemia.

Objetivos específicos:

1. Exponer la transformación de las *Estrategias de Revisión Técnica*: Describir la evolución de estas estrategias aplicadas a los andenes, desde las tradicionales inspecciones presenciales en grupo hasta la adopción de herramientas tecnológicas. Se resaltarán cómo esta transición mejoró la eficiencia y el alcance de la evaluación.

2. Analizar la evidencia de *inaccesibilidad en Tunja*: Presentar los hallazgos clave derivados de la revisión técnica de andenes en Tunja, destacando las deficiencias en la accesibilidad peatonal, y cómo esto afecta a las personas con movilidad reducida.

Se proporcionarán datos y ejemplos concretos que respalden esta evidencia.

3. Explorar *Estrategias Didácticas para la Mejora de Andenes Accesibles*: Examinar estrategias didácticas específicas utilizadas en Tunja para abordar los desafíos de la accesibilidad peatonal. Asimismo, se discutirán en detalle enfoques como la sensibilización comunitaria, el mapeo colaborativo, la asesoría técnica y la educación continua.

4. Resaltar la importancia de la *Movilidad Universal*: enfatizar la necesidad de promover la movilidad universal como un objetivo central en la planificación urbana. Se argumentará que la accesibilidad debe ser diseñada para beneficio de todas las personas, independientemente de sus capacidades físicas, edad o circunstancias.

Resumen

La evolución urbana de Tunja, como muchas otras ciudades en el siglo XX, presenció un cambio significativo en su desarrollo y planificación urbana. Durante esta época, la prioridad se centró en el fomento

del uso de automóviles, lo que llevó a un mejoramiento en la infraestructura vial y al olvido de los espacios destinados a los peatones, como los andenes. Martínez, O., & León, O. (2020).

A medida que los automóviles se volvieron más accesibles y asequibles para un mayor número de personas, se produjo un crecimiento constante en el parque automotor. Este fenómeno motivó a las autoridades a enfocar sus esfuerzos en la expansión de carreteras, la construcción de estacionamientos y la mejora de la circulación vehicular. En consecuencia, los andenes, que históricamente habían sido lugares donde las personas caminaban, se socializaban y se desenvolvían en la vida urbana, comenzaron a disminuir en cantidad y calidad. (García Vargas, G. Y. (2023).

La reducción de los andenes en favor de un mayor espacio para los vehículos motorizados acarreó consecuencias notables en la accesibilidad y la calidad de vida en la ciudad. Efectivamente, los peatones se vieron obligados a compartir espacios más estrechos con el tráfico, lo que resultó en una disminución de la seguridad peatonal y en una experiencia menos amigable para quienes caminaban.

Sin embargo, a medida que avanzamos en el siglo XXI, Tunja -como muchas otras ciudades- está reconociendo la importancia de revertir esta tendencia y volver a centrarse en el bienestar de los peatones. De hecho, se están implementando iniciativas para ampliar los andenes, crear espacios peatonales seguros y accesibles, y fomentar la movilidad activa y sostenible.

La falta de implementación de medidas que equilibren la movilidad vehicular con la accesibilidad peatonal y la movilidad universal en la planificación urbana de Tunja puede desencadenar consecuencias significativas en la calidad de vida de sus habitantes y en la inclusión de grupos diversos. Es importante reconocer, entonces, que, aunque la conciencia de la necesidad de estas medidas está en aumento en muchas ciudades, la falta de acción puede obstaculizar el progreso hacia un entorno urbano más equitativo y accesible. (García Vargas, G. Y. (2023).

Más aún, la ausencia de un enfoque equilibrado puede dar lugar a varios problemas, como:

- 1. Congestión vehicular:** La falta de alternativas atractivas al automóvil puede aumentar la congestión

del tráfico, lo que a su vez puede tener un impacto negativo en la calidad del aire y el tiempo de desplazamiento de los ciudadanos.

2. Exclusión social: La falta de andenes accesibles y espacios amigables para peatones puede excluir a personas con movilidad reducida, personas mayores y otros grupos vulnerables, limitando su participación activa en la vida de la ciudad.

3. Seguridad peatonal: La falta de aceras seguras y espacios peatonales adecuados puede aumentar el riesgo de accidentes y lesiones entre los peatones.

4. Calidad de vida: La falta de espacios públicos de calidad, como parques y áreas de juego, puede afectar negativamente la *calidad de vida* de los habitantes y su capacidad para socializar y disfrutar de su entorno.

5. Sostenibilidad: La dependencia excesiva de los vehículos privados puede contribuir a problemas medioambientales, como la contaminación del aire y el agotamiento de recursos naturales.

En consecuencia, para abordar estos desafíos, es fundamental que Tunja y otras ciudades consideren políticas y proyectos que promuevan un enfoque más equilibrado en su planificación urbana. Esto podría incluir la expansión de las redes de transporte público, la construcción de aceras accesibles, la promoción del uso de la bicicleta y la creación de espacios públicos inclusivos. Ga Martínez, O., & León, O. (2020).

En última instancia, la planificación urbana equilibrada es esencial para construir ciudades que sean más sostenibles, inclusivas y habitables para todos sus habitantes, independientemente de su movilidad o circunstancias personales. La falta de acción en este sentido puede dejar a ciudades como Tunja rezagadas en su búsqueda de un futuro urbano más equitativo y accesible. (García Vargas, G. Y. (2023)).

Ahora bien, en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Santo Tomás de Tunja, este desafío se ha abordado de manera innovadora, evolucionando desde revisiones técnicas presenciales limitadas hacia una estrategia integral que aprovecha herramientas tecnológicas avanzadas, destacando especialmente el uso de Google Earth. (Google, s.f.).

La utilización de esta ciber-herramienta aplicada al análisis de los andenes en Tunja no sólo ha ampliado el alcance de estas revisiones, sino que también ha proporcionado una visión más profunda y reveladora de la situación actual. Lo que se ha descubierto a través de esta plataforma ha sido la base de estrategias didácticas que buscan concienciar, involucrar a la comunidad, brindar asesoramiento técnico, influir en las políticas locales y fomentar la educación continua.

En este contexto, esta disertación invita a explorar cómo las estrategias aplicadas en Tunja pueden servir como modelo para abordar desafíos similares en otras ciudades. La accesibilidad es un derecho fundamental y universal, y compartir experiencias exitosas es fundamental para la construcción de entornos urbanos más inclusivos y equitativos. (García Vargas, G. Y. (2023).

Metodología utilizada en la revisión técnica de andenes en Tunja

Para abordar la importante tarea de analizar y diseñar andenes accesibles en la ciudad de Tunja, fue esencial contar con una metodología efectiva que nos permitiera evaluar la situación existente de manera integral y precisa. La estrategia que empleamos se fundamentó en una revisión técnica exhaustiva de los andenes en toda la ciudad, inicialmente realizada de manera presencial en grupo, que posteriormente evolucionó debido a la pandemia y a la utilización de herramientas tecnológicas avanzadas como *Google Earth*. A continuación, detallaré la metodología que seguimos para llevar a cabo esta evaluación.

1. Selección de Rutas representativas:

Iniciamos seleccionando rutas representativas en diferentes áreas de la ciudad de Tunja. Estas rutas se eligieron teniendo en cuenta la diversidad de condiciones urbanas y la presencia de lugares de interés público, como parques, comercios y espacios de reunión comunitaria. (García Vargas, G. Y. (2023).

Imagen 1. Ruta práctica de campo presencial Proyecto Urbano Ambiental



Imagen 1. Ruta práctica de campo presencial. Proyecto Urbano Ambiental. Google Earth

2. Evaluación Presencial en Grupo:

En la primera fase de nuestro trabajo, realizamos una evaluación presencial de los andenes seleccionados. Equipo de revisores, compuestos por expertos en accesibilidad y planificación urbana, se desplazaron por las rutas identificadas para llevar a cabo inspecciones detalladas.

Durante estas inspecciones, se tomaron registros fotográficos y se realizaron mediciones precisas de los andenes, incluyendo la anchura, la presencia de obstáculos, la existencia de rampas y pasamanos, y la calidad del pavimento. Gar Martínez, O., & León, O. (2020).



Imagen 2. Prácticas análisis de andenes presencial, Clase Proyecto Urbano Ambiental

3. Utilización de *Google Earth*:

Con la llegada de la pandemia de Covid-19 y la restricción de movimientos, adaptamos nuestra metodología para garantizar la continuidad de nuestra revisión técnica. En este contexto, la herramienta *Google Earth* desempeñó un papel fundamental.

Este utensilio nos permitió ampliar drásticamente nuestro alcance al ofrecernos una visión detallada de la totalidad de la ciudad de Tunja. Ya no estábamos limitados a revisar una o dos calles; pudimos evaluar andenes en toda la ciudad de manera virtual y segura. (Google, s.f.).

4. Análisis de Datos y generación de reportes

Una vez recopilados todos los datos, procedimos a su análisis exhaustivo. Esto incluyó la comparación de las condiciones de los andenes con los estándares de accesibilidad vigentes y la identificación de áreas problemáticas.

A partir de estos datos, generamos informes detallados que destacaban las deficiencias en la accesibilidad de los andenes, identificando ubicaciones específicas que requerían atención prioritaria. Estos informes se utilizaron como base para el desarrollo de estrategias de mejora.

Esta metodología, que combinó la revisión presencial con el uso de tecnología, nos permitió llevar a cabo una evaluación pormenorizada y precisa de los andenes en Tunja. Desde luego, los resultados evidenciaron la falta de accesibilidad peatonal en la ciudad, especialmente para aquellos con movilidad reducida. Estos hallazgos sirvieron como punto de partida para el desarrollo de estrategias didácticas y acciones concretas para mejorar la accesibilidad en la ciudad. (Díaz Calle, K. (2022).

5. Google Earth como herramienta de análisis

Este dispositivo se convirtió en una herramienta clave en nuestro enfoque, que nos permitió no sólo revisar una calle o un sector a la vez, sino explorar andenes en toda la ciudad desde la comodidad de nuestras oficinas o casas, minimizando el riesgo de contagio. Esta adaptación tecnológica amplió significativamente nuestro alcance y mejoró la eficiencia de nuestra labor.

En efecto, *Google Earth* -desarrollado por *Google*-, es una herramienta de mapeo que utiliza imágenes satelitales, fotografías aéreas y datos geoespaciales para proporcionar

una vista tridimensional detallada de la Tierra. Esta aplicación, que inicialmente se concibió para la exploración geográfica y el entretenimiento, ha demostrado poseer un potencial significativo en la planificación urbana y el diseño de andenes accesibles. Aquí presento cómo utilizamos *Google Earth* en nuestro enfoque:

6. Ampliación del alcance de la Evaluación:

Uno de los principales desafíos que enfrentamos durante la pandemia de Covid-19 fue cómo llevar a cabo una revisión técnica exhaustiva de los andenes en Tunja sin poner en riesgo la salud de nuestros evaluadores. La respuesta llegó en forma de *Google Earth*.

Esta plataforma nos permitió superar las restricciones de movimiento y realizar una evaluación virtual de los andenes en toda la ciudad. No estábamos limitados a analizar sólo una calle o un área específica; en cambio, pudimos revisar una amplia gama de andenes en diferentes vecindarios de Tunja sin abandonar nuestras ubicaciones.



Imagen 3. Plano de Tunja con las rutas analizadas. Fuente: Alcaldía de Tunja - Autor

Resultados reveladores

A medida que comenzamos a explorar la ciudad a través de *Google Earth*, se hicieron evidentes algunas realidades preocupantes. Tunja, como muchas ciudades, no estaba diseñada pensando en la accesibilidad peatonal. Las aceras eran estrechas, a menudo obstruidas por obstáculos como postes, señales de tráfico y vehículos estacionados. Además, la falta de rampas adecuadas y la presencia de desniveles

significativos en los andenes dificultaban aún más el acceso a personas con movilidad reducida. (García Vargas, G. Y. (2023).

Estrategias didácticas para el diseño de andenes accesibles

Nuestra revisión técnica de andenes en Tunja nos llevó a desarrollar una serie de estrategias didácticas para abordar estos problemas:

1. Sensibilización y concientización: comenzamos por sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la accesibilidad peatonal y los desafíos que enfrentan las personas con movilidad reducida. Esto implicó la organización de charlas y talleres virtuales para compartir nuestros hallazgos y concienciar a la sociedad. (Díaz Calle, K. (2022).

2. Mapeo colaborativo: invitamos a la comunidad a participar en un esfuerzo de mapeo colaborativo, utilizando herramientas en línea como *Google Maps*. Esto permitió a los ciudadanos marcar áreas problemáticas y sugerir mejoras, involucrándolos activamente en la solución. Martínez, O., & León, O. (2020).

3. Asesoría técnica: establecimos colaboraciones con expertos en diseño de espacios accesibles para proporcionar asesoramiento técnico a las autoridades locales y a los propietarios de propiedades comerciales. Esto ayudó a definir estándares y directrices para la construcción y renovación de andenes. (García Vargas, G. Y. (2023).

4. Lobby y presión política: trabajamos en estrecha colaboración con organizaciones de derechos civiles y grupos de defensa de personas con discapacidad para presionar a las autoridades locales y nacionales para que se adopten políticas más inclusivas y se destinen recursos a proyectos de accesibilidad. (Díaz Calle, K. (2022).

5. Educación continua: implementamos programas de educación continua dirigidos a ingenieros, arquitectos y urbanistas locales para aumentar su conocimiento sobre diseño accesible y fomentar su aplicación en nuevos proyectos. Martínez, O., & León, O. (2020).

El trabajo realizado por los estudiantes de la cátedra de Proyecto Urbano Ambiental resultó en un conjunto de aportes significativos para mejorar la accesibilidad de los andenes en Tunja. Inicialmente, se efectuó un análisis detallado de las condiciones actuales de los andenes, incluyendo mediciones de ancho, estado del pavimento y la identificación de barreras físicas. Estas actividades se realizaron tanto en campo como a través del uso de herramientas tecnológicas como *Google Earth*.



Imagen 4. análisis de andenes mediante herramienta digital clase de proyecto urbano ambiental, Autor: Estudiante Carolina Cruz

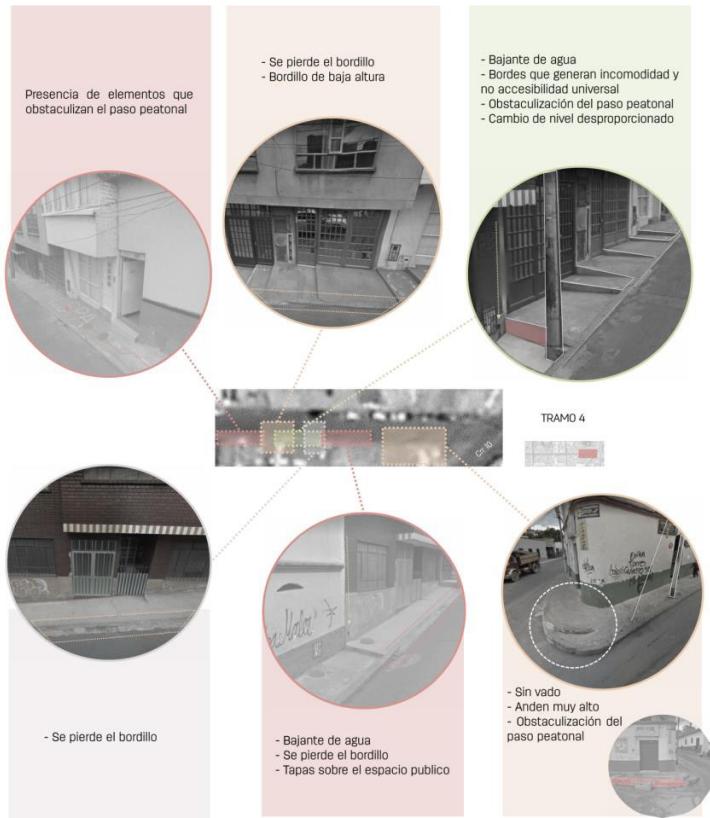


Imagen 5. Análisis de andenes mediante herramienta digital clase de Proyecto Urbano Ambiental, Autor: Estudiante Tatiana Martínez

Los estudiantes, guiados por las normativas vigentes, diseñaron soluciones específicas para las áreas problemáticas identificadas. Estas soluciones incluyeron propuestas para ampliar el ancho de los andenes, garantizar la continuidad de las superficies y eliminar los obstáculos existentes. Se enfatizó la instalación de rampas con pendientes adecuadas, barandas de soporte y texturas podotáctiles para personas con discapacidades visuales.

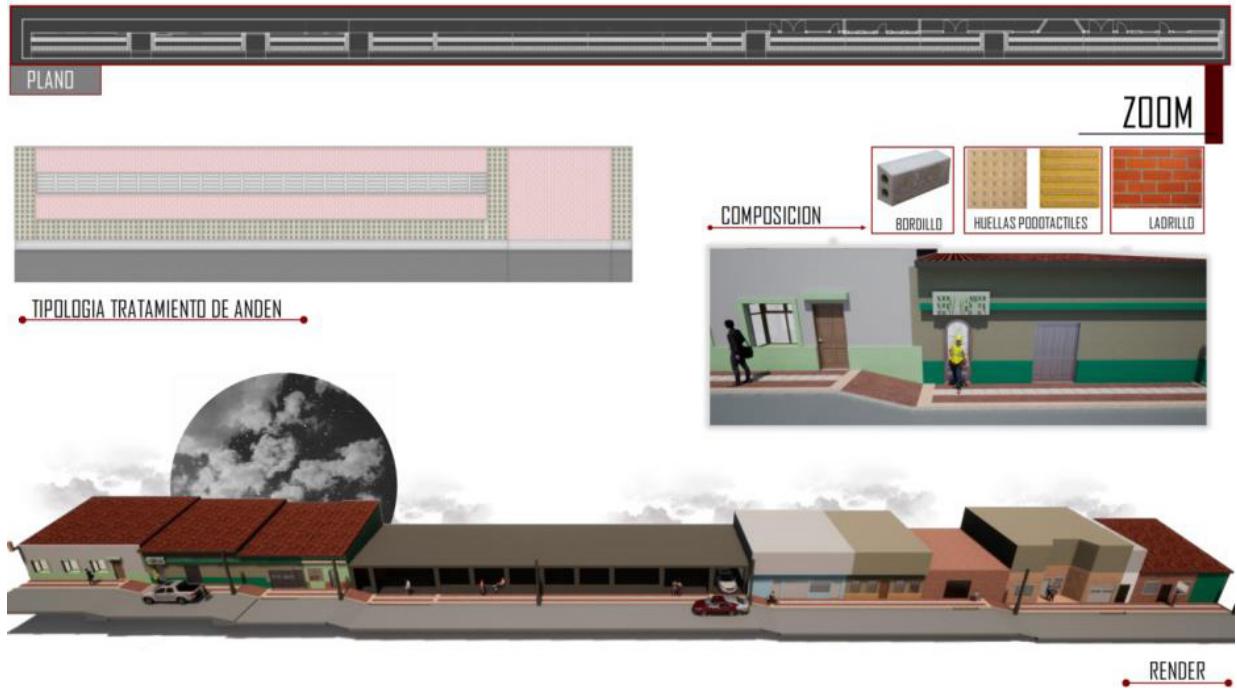


Imagen 6. Análisis de andenes en clase de Proyecto Urbano Ambiental, Realizo: Marlon Mesa

Un logro destacado fue la elaboración de planos detallados que incluyeron todas las especificaciones necesarias para el rediseño de los andenes, cumpliendo con la norma técnica colombiana (NTC 6047) que

regula la accesibilidad en el espacio público. Además, se desarrollaron maquetas virtuales para ilustrar cómo lucirían los andenes tras la implementación de las mejoras.

LUMINARIAS

Se ubican
cada 25 m
aproximada-
mente

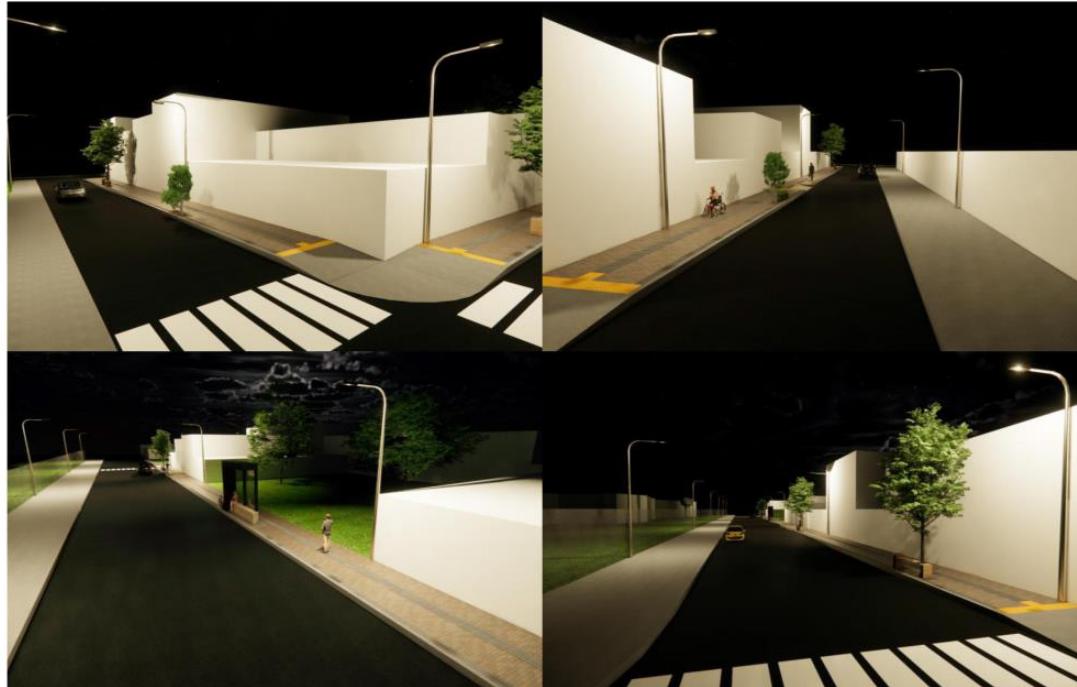


Imagen 7. Análisis de andenes en clase de Proyecto Urbano Ambiental Realizo: Estudiante Marlon Mesa

Conclusiones

En el camino hacia la accesibilidad universal, la educación, la colaboración y la concienciación son herramientas poderosas que nos ayudarán a superar los obstáculos. Esperamos que las estrategias que hemos

compartido hoy sirvan de inspiración para abordar desafíos similares en otras comunidades. (Google, s.f.).

En suma, el uso de *Google Earth* como herramienta de análisis en nuestra revisión técnica de andenes en Tunja no sólo demostró ser eficiente, sino también altamente

efectivo. Esta tecnología nos permitió evidenciar de manera sólida y visual, que Tunja no estaba diseñada adecuadamente para los peatones, especialmente para aquellos con movilidad reducida.

En última instancia, *Google Earth* amplió nuestra perspectiva y facilitó una comprensión más profunda de los desafíos de accesibilidad en la ciudad. Reiteramos que a través de esta herramienta, estamos en una posición más sólida para impulsar *estrategias didácticas* que promuevan un diseño de andenes accesibles, y una mayor conciencia sobre la importancia de la movilidad peatonal en Tunja y más allá.

Bibliografía

Martínez, O., & León, O. (2020). Análisis de la influencia de la accesibilidad en la movilidad peatonal en el espacio público próximo al hospital universitario de Santander (HUS) de la ciudad de Bucaramanga: Una revisión metodológica [Doctoral dissertation, Tesis de licenciatura, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional UST. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31150/2020MartinezOscar.pdf>

Díaz Calle, K. (2022). Análisis de la accesibilidad peatonal y el tránsito vehicular de la intersección de av. la marina con av. universitaria en condiciones actuales y qué cambios se generaría con la ejecución de un viaducto. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21545>

García Vargas, G. Y. (2023). Efectividad de metodologías para evaluar accesibilidad en espacio público. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/51968/2023GarciaGriver.pdf>

Google. (s.f.). Accesibilidad en Google Earth. <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Cristancho V. (2015). Guía práctica de la movilidad peatonal urbana guía práctica de la movilidad peatonal urbana. IDU. Bogotá



El Reciclaje En La Universidad: Un Proyecto Sostenible Con Plástico

Esther Mariana Moreno Reyes

María Fernanda Jiménez Martínez

Luisa Fernanda Lesmes Caballero

Fabián Camilo Bello Quevedo

Resumen

El reciclaje de plástico en el ámbito universitario es una herramienta clave para enfrentar la contaminación y el cambio climático, al mismo tiempo que desempeña un papel educativo esencial. Las universidades no solo son centros de formación académica, sino también, espacios donde se pueden implementar soluciones innovadoras que promuevan la sostenibilidad. Al integrar el reciclaje de plástico en proyectos urbanos y arquitectónicos, se puede transformar lo que sería un residuo contaminante en elementos funcionales que mejoren el entorno y reduzcan el daño ambiental.

Un ejemplo de esto nace a partir de la intención de la investigación enfocándola principalmente sobre la creación de jardines verticales, adoquín y pérgolas construidas con plástico reciclado, que no solo le dan

una segunda vida al reutilizar los materiales, sino que al mismo tiempo pueden optimizar o adecuar los espacios dentro del campus. En lugares como Tunja, con un clima lluvioso, este tipo de proyectos son aún más relevantes, ya que los jardines verticales contribuyen a la biodiversidad, las pérgolas complementan el confort dentro de los mismos y por otra parte los adoquines permiten la infiltración del agua de lluvia reduciendo el riesgo de inundaciones.

Abstract

Plastic recycling in universities is a key tool to confront pollution and climate change, while playing an essential educational role. Universities are not only centers of academic training, but also spaces where innovative solutions that promote sustainability can be implemented. By integrating plastic recycling into urban and architectural projects, what would be polluting waste can be transformed into functional elements that improve the environment and reduce environmental damage.

An example of this comes from the intention of the research focusing mainly on the creation of vertical gardens, cobblestones and pergolas built with recycled plastic, which not only give them a second life by reusing the materials, but at the same time can be optimized.. or adapt spaces within the campus. In places like Tunja, with a rainy climate, this type of project is even more relevant, since vertical gardens contribute to biodiversity, pergolas complement the comfort within them and on the other hand, paving stones allow water infiltration. rain reducing the risk of flooding.

Estos proyectos no solo embellecen el campus, sino que también permiten adaptar la ciudad a los efectos del cambio climático, de esta manera, el reciclaje de plástico no solo resuelve problemas ambientales, sino que también ofrece alternativas creativas para mejorar la calidad de vida en los entornos urbanos, convirtiendo las universidades en ejemplos de innovación y sostenibilidad.

These projects not only beautify the campus, but also allow the city to adapt to the effects of climate change. In this way, plastic recycling not only solves environmental problems, but also offers creative alternatives to improve the quality of life in the urban environments, turning universities into examples of innovation and sustainability.

Keywords:

recycling, plastic, solid waste, innovation, green infrastructure.

Introducción

Este artículo sobre el reciclaje de plástico en las universidades surge con el propósito de resaltar la importancia de esta práctica en la lucha contra la contaminación y el cambio climático, destacando el papel fundamental que las universidades pueden desempeñar en la formación de una cultura ambiental responsable. Al abordar la reutilización del plástico en proyectos innovadores, buscamos mostrar cómo este material puede ser transformado en soluciones sostenibles que no solo mejoran el entorno universitario, sino que también fomentan la colaboración interdisciplinaria y la creatividad entre los estudiantes. Las ideas presentadas, como la rehabilitación de espacios con plástico reciclado, sirven como proyección para inspirar a

las instituciones educativas a adoptar sustentables, creando así un impacto positivo en la comunidad universitaria y más allá.

Implementar el reciclaje de plásticos en la universidad tiene como enfoque cuidar nuestro entorno natural y crear una cultura responsable dentro de la comunidad estudiantil. En nuestros campus, se genera una gran cantidad de residuos plásticos que permiten desarrollar este tipo de proyectos por medio del fomento de una cultura del reciclaje.

La rehabilitación de espacios degradados ofrece una excelente oportunidad para transformar áreas descuidadas o infrautilizadas en lugares funcionales y estéticamente agradables. Utilizando plástico reciclado como material principal, se pueden crear soluciones

sostenibles que buscan mejorar la calidad del entorno y al mismo tiempo aprovechen sus propiedades de durabilidad y bajo mantenimiento, resistencia al desgaste y a condiciones climáticas extremas. Además, el uso de plástico reciclado permite una personalización en el diseño de proyectos, adaptándolos a las necesidades específicas de cada comunidad. Este enfoque también favorece el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, integrando a estudiantes de arquitectura, ingeniería, biología y artes para colaborar en la planificación y creación de espacios innovadores y ecológicos, como jardines verticales y otros elementos urbanos.

Estado Del Arte

Reutilización del plástico: La reutilización del plástico se ha convertido en una estrategia fundamental dentro del marco de la economía circular, un modelo que busca maximizar el ciclo de vida de los materiales,

reducir residuos y minimizar el impacto ambiental. Los principales avances tecnológicos en la reutilización del plástico diseño de productos reutilizables están basado principalmente por empresas e investigadores que están creando productos plásticos diseñados para ser reutilizados muchas veces, como botellas reutilizables, recipientes y utensilios de cocina. Uno de estos ejemplos los desarrolla Tupperware, “que ofrece recipientes duraderos para almacenar alimentos” (Tupperware, 2023) y por otra parte la empresa Usar y reusar, la cual “produce bolsas de silicona reutilizables como alternativa a las plásticas desechables. Estas marcas contribuyen a la reducción del uso de plásticos de un solo uso y fomentan un consumo más sostenible.” (Usar y Reusar, 2020).



Figura 1. Bolsa de silicona. Lunarillos, s.f. 2022

Entre otros productos que están generando un impacto positivo en la elaboración de plásticos transformados en otros productos se encuentran los plásticos de alta resistencia, con los cuales se han desarrollado polímeros más resistentes al uso y desgaste, esenciales para aplicaciones industriales donde se requiere durabilidad. Un ejemplo es DuPont, la cual “ha creado materiales como el Kevlar y el Nylon 6.6, usados en cables, piezas automotrices y ropa de protección, gracias a su alta resistencia al desgaste”. (Plastic85, 2021).



Figura 2. Fibra Sostenible. Beijing Fabric Garden Textile Trade Center. 2020

La tecnología de impresión 3D con plásticos reutilizables ha permitido y facilitado la implementación de estos, permitiendo crear productos personalizados y sostenibles. Un ejemplo es BigRep, “que utiliza plásticos reciclados para fabricar componentes arquitectónicos como paneles de fachada y muebles, promoviendo un enfoque más ecológico en la construcción”. (<https://bigrep.com/applications/concrete-formwork/>)



Figura 3. Impresora 3d. Bigrep. 2020

En este ejemplo se puede observar que no hay límite en la plasticidad y búsqueda de formas debido a lo maleable que es el plástico y al mismo tiempo genera una rigidez y resistencia óptima para desarrollo de elementos de construcción, muebles entre otros.

Una solución innovadora y sostenible frente a la crisis global de residuos, destacándose numerosos casos de éxito que demuestran su viabilidad y

potencial transformador. Desde la conversión de botellas PET en materiales de construcción hasta la creación de textiles sostenibles a partir de plásticos reciclados, estas iniciativas han revolucionado la manera en que concebimos y manejamos los residuos plásticos. Empresas como Adidas, con su línea de calzado fabricado con plástico oceánico reciclado, o la compañía mexicana EcoDomum, que construye

viviendas asequibles utilizando paneles hechos de plástico reciclado, ejemplifican cómo la innovación en el reciclaje no solo aborda desafíos ambientales, sino que también genera oportunidades económicas y beneficios sociales.

Estos casos de éxito no solo han demostrado la viabilidad técnica y económica del reciclaje de plástico, sino que también han establecido nuevos paradigmas en la economía circular, inspirando a más organizaciones y comunidades a adoptar prácticas sostenibles y transformar lo que alguna vez fue considerado “residuo” en recursos valiosos para el futuro. De igual manera encontramos a LOOP, esta plataforma de comercio electrónico ofrece productos de marcas conocidas en envases reutilizables. Los consumidores pueden devolver los envases una vez vacíos, y estos son limpiados y rellenados, cerrando así el ciclo de vida de los plásticos.

En algunos países de Europa y América Latina, los sistemas de botellas retornables para bebidas han demostrado ser una estrategia efectiva para reducir la producción de plásticos de un solo uso, con tasas de reutilización que alcanzan hasta el 90%. En el

ámbito de la construcción, se han comenzado a utilizar plásticos reciclados y reutilizados en aplicaciones como ladrillos de plástico, paneles de aislamiento y otros materiales de construcción, ofreciendo una solución a la acumulación de plásticos no reciclables.

La reutilización de plásticos en la construcción es una opción súper interesante y práctica para resolver dos grandes problemas al mismo tiempo: la acumulación de residuos plásticos y la búsqueda de materiales sustentables en este ámbito que genera enormes volúmenes de contaminación. La reutilización de plásticos en la construcción es una opción súper interesante y práctica para resolver dos grandes problemas al mismo tiempo: la acumulación de residuos plásticos y la búsqueda de materiales sustentables en este ámbito que genera enormes volúmenes de contaminación.

Metodología

El reciclaje de materiales se ha convertido en una estrategia clave para reducir el impacto ambiental y promover la sostenibilidad. En este contexto, el plástico reciclado ofrece grandes oportunidades para su

reutilización en la construcción. La Universidad Santo Tomás es un espacio ideal para explorar su potencial en proyectos arquitectónicos innovadores. Este estudio busca analizar cómo transformar el plástico reciclado en elementos útiles para el campus, proponiendo soluciones sostenibles que mejoren la estética, funcionalidad y eficiencia de los espacios universitarios.

1. Se realizó un análisis sobre las oportunidades que ofrece el reciclaje de materiales en la Universidad Santo Tomás, enfocándose en el plástico reciclado como material potencial para proyectos de construcción.
2. Se planteó la pregunta: ¿Cómo, desde el ámbito de la arquitectura, podemos transformar el material reciclado en elementos útiles para la construcción?
3. Se evalúa y elige el plástico como el material central de la investigación, dado su potencial para ser reutilizado en la creación de nuevos materiales de construcción.
4. Se investigó las propiedades, ventajas y posibles aplicaciones del plástico reciclado, así como ejemplos previos de su implementación en proyectos similares.

5. El análisis de tres posibles proyectos que podrían llevarse a cabo con el plástico reciclado en el campus, buscando aportar soluciones sostenibles y mejorar la estética y funcionalidad de los espacios en la Universidad.
6. El desarrollo de una propuesta final que demuestra cómo el aprovechamiento del plástico reciclado no solo contribuye al medio ambiente, sino que también ofrece beneficios económicos y arquitectónicos, generando soluciones innovadoras para el campus.

Desarrollo

Pérgolas: El proyecto de pérgolas sostenibles con plástico reciclado tiene como objetivo promover la sostenibilidad en la construcción utilizando plástico reciclado para crear estructuras como pérgolas en la Universidad Santo Tomás. Este enfoque busca reducir la huella de carbono y aprovechar el plástico que, de otro modo, terminaría en vertederos. Además, se pretende reducir costos y generar espacios más ecológicos y agradables para los estudiantes, mejorando el bienestar y aprovechamiento de las áreas al aire libre del campus.

Los procesos para implementar este proyecto incluyen el moldeo por inyección, donde el plástico reciclado se derrite y se moldea en piezas específicas para formar partes de la estructura de la pérgola. También se empleará la extrusión de plástico, que convierte el

plástico reciclado en perfiles largos (tubos, barras o láminas) que se utilizan para las columnas, vigas o paneles de la pérgola. Finalmente, se fusionarán varias capas de plástico reciclado mediante calor para crear paneles delgados que servirán como techos o paredes para la pérgola.

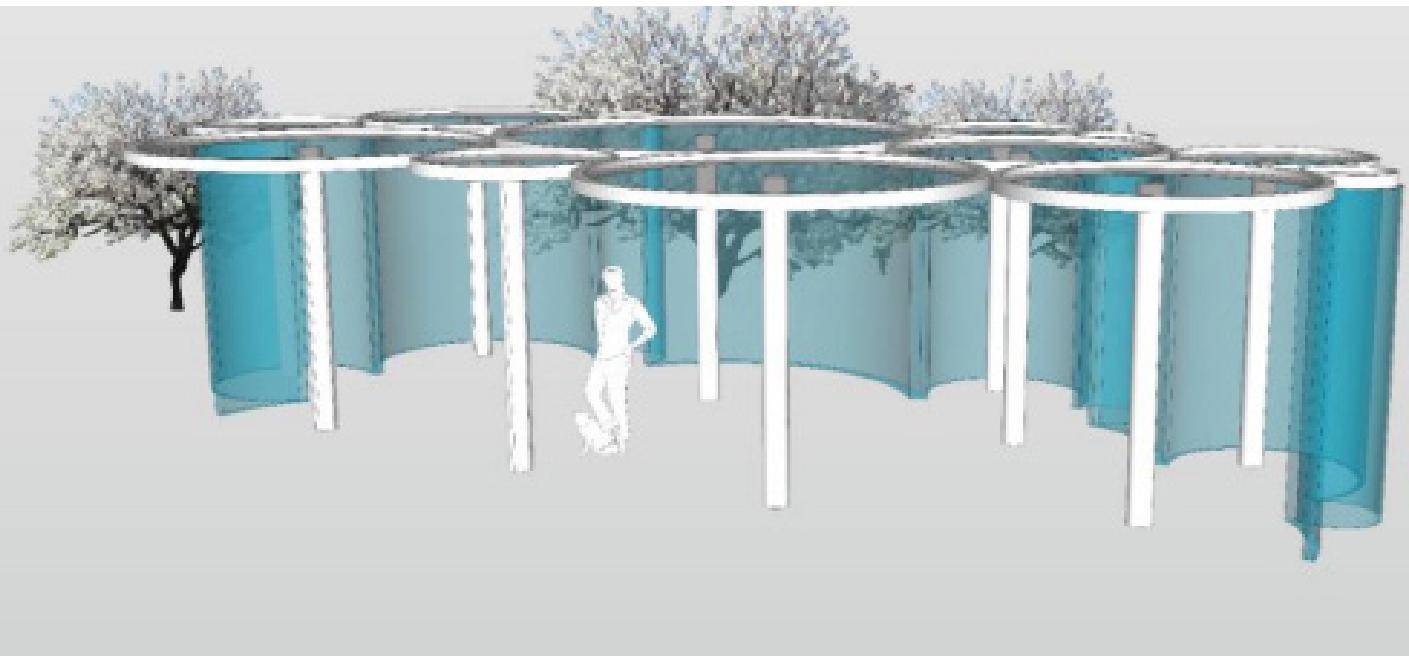


Figura 4. Modelado pérgolas. Los autores. 2024



Figura 5. Modelado pérgolas. Los autores. 2024

Jardines verticales: La creación de un jardín vertical con plástico reciclado y derretido es un proceso ecológico e innovador, primero, se recogen y limpian los plásticos reciclables, como botellas y bolsas. Luego, se derriten utilizando herramientas como pistolas de calor, hornos o planchas térmicas. El plástico derretido se moldea en estructura y piezas que encajan diseñadas para el

jardín vertical. Estas piezas se fijan a la estructura y se llenan con sustrato adecuado para las plantas, se plantan especies pequeñas como suculentas o hierbas y se riega con moderación. El jardín vertical es funcional y decorativo, promoviendo la reutilización del plástico y contribuyendo al cuidado del medio ambiente al reducir residuos plásticos.



Figura 7. Jardín vertical. Los Autores. 2024

Huellas: El proyecto propone el uso de huellas reciclables para crear caminos permeables en zonas blandas. Estas huellas permitirían una mejor infiltración del agua en el suelo, reduciendo el riesgo de inundaciones y favoreciendo la recarga de acuíferos. Además, facilitarían la circulación sin dañar la vegetación, promoviendo la conservación de los espacios verdes y la biodiversidad. Los caminos también podrían diseñarse de manera creativa,

mejorando la estética urbana. El proyecto de huellas ecológicas propone el uso de plástico reciclado de alta densidad para crear caminos permeables con patrones antideslizantes y orificios para la infiltración del agua. Estas huellas serán adaptables en tamaño y color, integrándose con el entorno natural. La implementación incluirá la selección de zonas, preparación del terreno, instalación sencilla y mantenimiento regular.

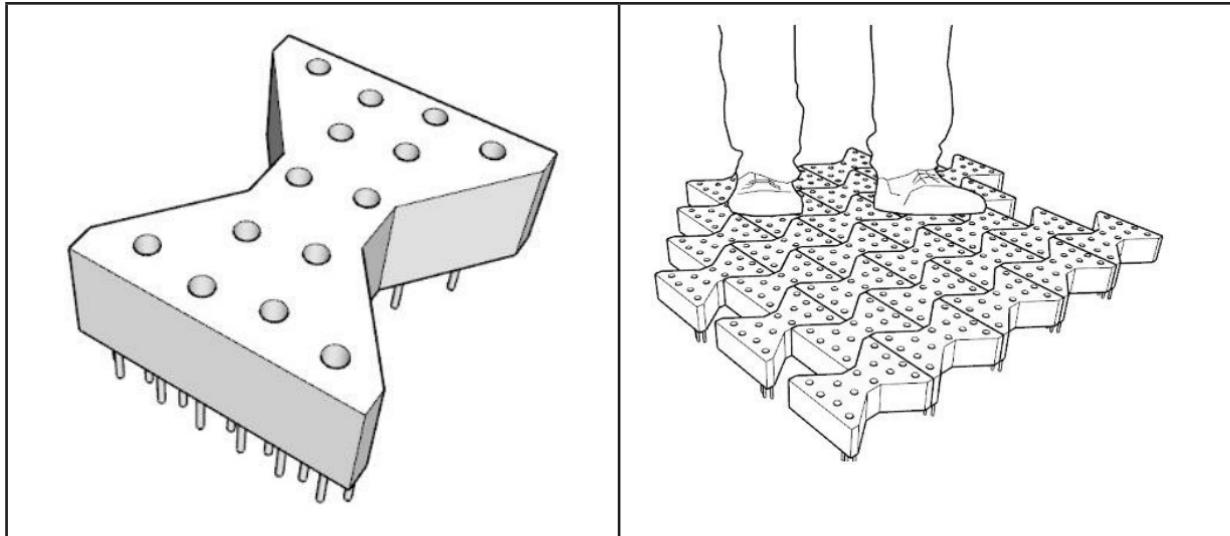


Figura 9. Modelo huella. Los autores. 2024

Este proyecto tiene un impacto social y ambiental positivo, mejorando la calidad de vida, promoviendo la conciencia ambiental y generando empleo. En conjunto, ofrece una solución sostenible para gestionar el agua, conservar espacios verdes y embellecer la ciudad.

Conclusiones

- Esta iniciativa destaca la importancia del reciclaje de plástico en las universidades como

una herramienta proyectual para promover la sostenibilidad y formar una cultura ambiental responsable.

- Al proponer ideas para la reutilización del plástico en proyectos experimentales e innovadores, se busca inspirar a las universidades a adoptar soluciones sostenibles que beneficien tanto al entorno académico como al comunitario.

- La implementación de proyectos de reciclaje, como las propuestas permiten una rehabilitación de espacios por medio de un material que ofrece soluciones duraderas y de bajo mantenimiento, adaptadas a las necesidades específicas de cada comunidad.
- La experimentación de proyectos dentro de las universidades permite la experimentación y formación en enfoques tecnológicos fortaleciendo las habilidades del estudiante como un laboratorio de experimentación que posteriormente puede implementarse en proyectos sociales.
- Este enfoque de proyectos con “basura” no solo ayuda a mitigar los efectos del cambio climático, sino que también mejora la calidad de vida en los entornos académicos y urbanos, permitiendo explotar la creatividad de los estudiantes en soluciones enfocadas en cuidado y protección de la biodiversidad.

Bibliografía

Bigrep. (s.f). Impresora 3d. Obtenido de Brigrep One: <https://bigrep.com/es/bigrep-one/>

Lunarillos, M. (s.f). Bolsa ecológica reutilizable (Fotografia). Obtenido de Maria Lunarillos: <https://www.marialunarillos.com/bolsa-ecologica-reutilizable-purpura19-cm-silicona-stasher.html>

MadeinChina. (s.f). Fibra Sostenible (Fotografia). Obtenido de MadeinChina: https://es.made-in-china.com/co_fgtx-tzd/product_DuPont-Sorona-Ptt-Pet-BiComponent-FDY-Yarn-Sustainable-Fiber-for-Durable-Fabrics-Fgtx-reg-EcoFriendly-Fabric-Garden-with-20-Years-of-Deep-Cultivation_horisnrny.html

Plastic85. (22 de Julio de 2021). Cómo influyó DuPont en el desarrollo de los termoplásticos Delrin y Nylon. Obtenido de Plastic 85: <https://plastic85.com/como-influyo-dupont-en-el-desarrollo-de-los-termoplasticos-delrin-y-nylon/>

Tupperware. (01 de Junio de 2023). Productos Tupperware que ayudan a cuidar el medio ambiente. Obtenido de Tupperware : <https://www.tupperware.com.co/web/tips/productos-tupperware-que-ayudan-acuidar-el-medio-ambiente>

- UsaryReusar. (2020). Bolsas de silicona Stasher. Obtenido de Usar y reusar: <https://usaryreusar.com/categoría-producto/bolsas-reutilizables-residuo-cero/bolsas-de-silicona/>
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2012). Foro Manejo de residuos de demolición y construcción. Recuperado de: <https://www.cccs.org.co/wp/>
- Lance, G. (2000-2001a). Why housing matters. *Rural Voices*, 6(1), 2-3. Recuperado de: <http://www.ruralhome.org/sct-information/rural-voices>.
- Lance, G. (2000-2001b). Why housing matters to children's well-being. *Rural Voices*, 6(1), 4-5. Recuperado de: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/181515/CWRC-00108-2012.pdf.
- Leiva Paladines, X. C. (2017). Estrategias de diseño solar pasivo para brindar confort térmico en viviendas de la ciudad de Loja, sector Amable María. Proyecto de grado Universidad Internacional del Ecuador sede – Loja Facultad de Arquitectura y Diseño CIPARQ. Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2320/1/T-UIDE-o683.pdf>.
- Pita. M. F. (s.f). Clima, arquitectura y urbanismo: La consecución del confort desde la arquitectura bioclimática. Recuperado de: <http://titulaciongeografiasevilla.es/contenidos/profesores/materiales/archivos/2012-06-07temasietesoc.pdf>.



Cocreación Proyectual Entre Inteligencia Artificial y Arquitectura: Análisis de un Museo de Sitio.

Leonardo Enrique Osorio Salazar⁵

Resumen

Palabras clave:

Análisis de datos, Conceptualización, Inteligencia Artificial, Memoria colectiva, Arquitectura.

En este documento, se presenta una reflexión con base en la experiencia de participación en el taller titulado, explorando el territorio investigativo en arquitectura con herramientas de Inteligencia artificial. Esta actividad se adelantó en el marco del *TALLER ASINEA 110 EL FIN DE LA ENSEÑANZA*, realizado en la Ciudad de México en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en conjunto con las actividades de investigación que sean desarrollado durante el periodo lectivo del 2024. El objetivo de esta experiencia está relacionado con la intención de presentar una experiencia de uso de *Inteligencia Artificial*, en la formulación de las características principales de un museo de sitio.

⁵ Arquitecto Universidad Santo Tomás. Magister en Historia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Doctor en Historia Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente USTA Seccional Tunja. Google Académico:

https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=w4oWl_gAAAAJ&view_op=list_works

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4896-5437>

CVLAC: http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000567698

Contacto: leonardo.osorio@usantoto.edu.co

Para lograrlo, se combina el análisis de datos con herramientas IA que permiten reconocer las particularidades ambientales, funcionales y técnicas, soportadas en una conceptualización que asume la significación de *cocreación proyectual*, con datos abiertos, que permiten comprender como establecer relaciones entre herramientas IA, y cómo proyectar el devenir de este tipo de proyectos en una perspectiva de 10 años, en la enseñanza y aprendizaje de la arquitectura.

Abstract

In this document, a reflection is presented based on the experience of participating in the workshop titled, exploring the investigative territory in architecture with artificial intelligence tools. This activity was carried out within the framework of the ASINEA 110 WORKSHOP THE END OF TEACHING, held in Mexico City at the National Autonomous University of Mexico (UNAM), in conjunction with the research activities that are developed during the 2024 school year. The objective of this experience is related to the intention of presenting an experience of using Artificial Intelligence, in the formulation of the main characteristics of a site museum. To achieve this, data analysis is combined with AI tools that allow us to recognize environmental, functional and technical particularities, supported by a conceptualization that assumes the meaning of project co-creation, with open data, which allows us to understand how to establish relationships between AI tools, and how to project the future of this type of projects in a 10-year perspective, in the teaching and learning of architecture.

Key Words:

Data analysis, Conceptualization, Artificial Intelligence, Collective memory, Architecture.

Introducción

El auge que ha tenido la Inteligencia Artificial (IA), durante la última década, ha puesto en crisis la manera como se ha asumido la generación de-des/información (en efecto, existe una ambivalencia entre información y desinformación), y des/conocimiento (o ambivalencia entre el nuevo conocimiento y desconocimiento) en distintas dimensiones del saber. Efectivamente, la incidencia de la IA, en áreas que van desde la salud, pasando por la economía, las matemáticas, el análisis de datos o la ciencia de datos; y de manera simultánea, en áreas como el deporte, la creación, la imagen, y la escritura. De hecho, evidencia una crisis de saberes, que incide en la vigencia del paradigma de lo que se asume como verdadero o falso. En este sentido, basta con la digitación de un *PROMPT* en un dispositivo móvil, para corroborar la manera como se ha potencializado y globalizado, en la estructura popular de la sociedad, el uso de algoritmos que producen respuestas, y cuyo uso no ha tenido precedentes en la historia de la humanidad.

La presente experiencia de trabajo surge en el entorno de la dimensión creativa de la disciplina de

la Arquitectura. Presenta sus antecedentes en las actividades de investigación que se han realizado en el Programa de Arquitectura de la Universidad Santo Tomás en Tunja (Colombia, 2022), y que han seguido una línea de trabajo hasta la actualidad y cuyo énfasis tiene como punto central de esta discusión, la conferencia realizada en el contexto del *TALLER ASINEA 110 EL FIN DE LA ENSEÑANZA*, que se adelantó en Ciudad de México en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 24-25/04/2024). Cabe resaltar que esta experiencia de estudio ha continuado su indagación de lo que se denominó en esta conferencia como *cocreación proyectual*, y de los conceptos de encuadre y reencuadre conceptual; a través de la electiva y el grupo de estudio sobre *Inteligencia artificial* que se ha desarrollado durante el periodo del 2024 en la Universidad Santo Tomás (Colombia).

La conferencia de referencia asumió como objetivo presentar una experiencia de uso de *Inteligencia Artificial*, en la formulación de las características principales de un museo de sitio. Desarrollada el 25 de abril, aquí se presentó una propuesta sobre el uso de la IA y la analítica de datos, en la formulación y desarrollo

de un museo de sitio (objeto de estudio); tema que sirvió como ejemplo para presentar el potencial prescriptivo y predictivo de la IA en la disciplina de la Arquitectura; experiencia que estructura las presentes líneas de trabajo pero que no se limita a esta, ya que se incorporan a su vez aspectos conceptuales de significación elaborados durante 2024.

Cuatro autores en el universo cocreativo de los signos

En las experiencias semióticas de significación y resignificación de la vivencia de la Arquitectura y de la ciudad en Colombia, son cruciales los trabajos del Arquitecto Juan Carlos Pergolis. En sus trabajos sobre el espacio urbano y rural, nos ha permitido comprender -a partir de los estudios realizados a Julia Kristeva, Michel Serres, y Jean Baudrillard-, que el sujeto puede ser una parte activa de todo proceso de significación (Pergolis, 2000). Este aspecto conceptual central, permite comprender a su vez, que este acto de significación se desenvuelve entre lo que vivimos y deseamos; es decir, entre aquello que es y que puede llegar a ser; o, en otras palabras, en una experiencia sobre las presentaciones y

representaciones, que se desenvuelve entre lo real y lo imaginario (Pergolis, 2000).

Este es el punto de partida conceptual de este trabajo. En efecto, comprender esta situación que deviene desde la teoría y la historia de la Arquitectura, plantea una manera diferente de acercarse a todo objeto de estudio. Desde esta perspectiva de trabajo, el sujeto que estudia los modos de representación de la Arquitectura y la ciudad encuentra en esta práctica significante (Pergolis, 2000), un lugar de pensamiento dinámico y activo que permite interiorizar y exteriorizar la realidad que se investiga. Con todo lo anterior, para efectos de esta indagación, una cuestión central emerge oculta de estas dicotomías que caracterizan los lugares de pensamientos desde los cuales se puede generar un acercamiento al estudio de lo que aparece inicialmente como contradictorio, y que se expresa en el conector “y” que está presente en las dicotomías en cuestión: real y lo imaginario; arquitectura y ciudad; dinámico y activo; presentación y representación; perspectiva que emerge desde una idea de continuidad.

Su estudio plantea, igualmente, pensar no en una diferenciación sino, por el contrario, en una

simultaneidad de conceptos. Es desde esta perspectiva que el presente trabajo articula una segunda idea en el estudio de la IA en el proyecto arquitectónico, a saber: la idea de complejidad. En este sentido, Edgar Morin -su pionero- nos sumerge en una manera de comprender la realidad a partir de cuatro aspectos básicos de conocimiento de aquello que se significa: desde una *distinción*, *conjunción*, *implicación* y *disyunción* de posturas que existen de manera simultánea en la realidad que se pretende aprehender (Morin, 1994). En términos de este autor, la distinción hace referencia a los rasgos distintivos de un objeto. La conjunción, por su parte, informa sobre las relaciones comunes de los fenómenos que se estudian. La implicación expresa el grado de afectación de cada elemento o parte de un sistema que se estudia en relación con las demás partes. Y la disyunción, a su vez, es asumida como una crítica frente a la visión reduccionista y fragmentada del pensamiento, y cuyo uso puede darse de manera transitoria para comprender aspectos detallados, en el contexto de las correlaciones presentes de las partes con relación al todo (Morin, 1994). Para efectos de este estudio, estos aspectos se comprenden a través de los diálogos que emergen entre las contradicciones

y su complementariedad (Morin, 1994); en cuanto a la potencialidad de interconexión de los algoritmos artificiales (IA), y la condición creativa humana.

Pensar la realidad de las relaciones entre IA y Arquitectura, asimismo plantea la oportunidad de comprender este estudio desde una perspectiva de duración que se desenvuelve entre la temporalidad y la atemporalidad. Visto de esta manera, emerge una tercera categoría de análisis a través de la idea de prefiguración. En este sentido, se hace uso de este concepto desde el pensamiento histórico de Hayden White. En consecuencia, se asume la idea de pensar dinámicamente las relaciones entre IA y Arquitectura, a partir de las interpretaciones que surgen entre un encuadre programático presente en la tradición de la IA, y un reencuadre programático que emerge desde el sujeto activo que hace el proceso de significación (White, 2002).

Adicionalmente, esta discusión se asume durante 2024, la compleja idea de comprender la IA y sus relaciones con la arquitectura, en concordancia con la idea del uso de estas herramientas desde lugares de pensamiento que asumen posturas informadas y reflexivas de la

realidad. Visto de esta manera, se presenta la idea de la permeabilidad, comprendida como la incidencia y dirección de acción que puede potenciar el uso consciente de estas herramientas y sus oportunidades a través de los diálogos e interacciones conscientes y críticas entre el sujeto y estos algoritmos (Le Voci Sayad, 2024).

En suma, este trabajo propone pensar en un sujeto que hace parte activa de un proceso de significación que entra en un dialogo complejo con algoritmos artificiales, que se abordan desde un marco de relaciones de integración. A su vez, propone asumir una postura que reconoce las experiencias como duraciones temporales que vinculan los encuadres presentes en la tradición de estos algoritmos, y la actualización constante que se van experimentando en estas máquinas y también en los sujetos, desde los diversos presentes que caracterizan estos reencuadres mentales. Adicionalmente, propone pensar que estas acciones, pueden hacerse desde lugares reflexivos de pensamiento que permean su uso consciente e informado; y que, en conjunto, constituyen los marcos conceptuales, desde los cuales, se propone la comprensión de la realidad de estas herramientas de

algoritmos que contingentemente se denominan *IA* y su relación con la disciplina de la Arquitectura.

Desarrollo de la experiencia de cocreación proyectual

Como referente a este trabajo, está la conferencia que se desarrolló con los estudiantes de la línea de *IA* de proyectos de grado de la facultad de Arquitectura de la UNAM México, y estudiantes de proyectos de grado del programa de Arquitectura de la Universidad Santo Tomás en Tunja (Colombia). Para este fin, la idea central de trabajo giró en torno al concepto de *cocreación proyectual*, que se asumió como el diálogo complejo que emerge entre los algoritmos artificiales presentes en lo que se ha llamado popularmente como *IA*; y el acto del pensamiento informado presente en la actividad humana de significación de la realidad.

ASINEA 110

el fin de la enseñanza



EXPLORANDO EL TERRITORIO INVESTIGATIVO EN ARQUITECTURA CON HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

24 de Abril 14:00 a 15:00 y 25 de Abril/08:00 a 12:00
Presencial

Mostrar y capacitar a los participantes en el uso efectivo de diferentes herramientas de inteligencia artificial para adentrarse en el mundo de la investigación en arquitectura; se potenciarán dichos procesos con herramientas de búsqueda efectivas.

Coordinan:

Mtro. Bruno Bellota Noguera

Cupo: 20 lugares max.

Dr. Pablo Francisco Gómez Porter

Dr. Leonardo Enrique Osorio Salazar

[REGISTRATE DANDO CLICK AQUÍ](#)

Arq. David Cueto Meza

Imagen 01. Imagen afiche publicitario, invitación actividad Explorando el territorio Investigativo en arquitectura con herramientas de Inteligencia Artificial

Fuente. Taller ASINEA 110. El fin de la enseñanza. (2024).

Ciudad de México. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Inicialmente, esta experiencia implicó elaborar una introducción al tema, contexto donde se presentó lo que la IA entiende por este tipo de inteligencia, asumida como un campo de la ciencia computacional, que imita acciones humanas de razonamiento y representación (*Chat GPT 4, 2024*); se enfatizó sobre lo que se entiende como lenguaje Natural *PLN*, en el contexto de la capacidad de las máquinas para entender y procesar el lenguaje humano (*Chat GPT 4, 2024*).

Expuesto lo anterior, esta experiencia de cocreación *proyectual* de análisis, propuso una primera reflexión que surgió de la pregunta problemática: *¿La Inteligencia Artificial era como un sombrero de copa del cual emergían conejos?* Frente a esto, se propuso pensar en el imaginario cultural que asume esta situación, y pensar -en su lugar- en la importancia en cuanto a la tradición y avance de la IA en el tiempo, y de sus oportunidades como campo de investigación, para contextualizar el pasado, comprender el presente, y proyectar el futuro.

En este sentido, la experiencia del taller propuso la experimentación en un tema determinado: un museo de sitio. Este tema se conceptualizó como el estudio de las características en la tradición de un objeto

arquitectónico, y su posterior proyección en una duración de 10 años. Para lograrlo, se implementó la estrategia de mapas mentales, elaborados por el autor de esta experiencia, que se puede apreciar en la imagen No. 2 de este documento.



Imagen 02. Prefiguración del tema de estudio Fuente. Osorio, Leonardo (2024). Elaboración propia.

Como se observa, se propuso una estructuración del PROMPT (*Instrucciones de lenguaje natural*), que se presentaron en estas herramientas de algoritmos artificiales (IA); desde un perfil de trabajo, en un contexto, con clasificaciones, categorizaciones y medios de representación de salida. La delimitación

del trabajo se hizo con el uso de la herramienta GPT 4. Desde esta perspectiva, la experiencia se presentó desde una perspectiva inductiva que combinó el uso de datos cuantitativos y cualitativos para resolver las características del tema de estudio.

Así vez, se presentó la perspectiva de trabajo desde los conceptos de encuadre y reencuadre programáticos, presentes en estos actos de *cocreación proyectual*; que en el primero de los casos reconoció la tradición de la IA como un aspecto de permanencia y durabilidad; y de reencuadres programáticos, asumidos como los actos de actualización que emergen en cada uso que se hace de esta, y que en conjunto definen la perspectiva de *cocreación proyectual* que se asumió en esta experiencia académica.

Finalmente, como estrategia narrativa de prefiguración conceptual, la experiencia se presentó a través de dos grandes apartes que se desarrollaron a través de retos diferenciados relacionados, en primer lugar con el encuadre programático de la IA:

1. *Los datos.*
2. *El entrenamiento de datos.*
3. *El análisis de datos.*

En un segundo momento de reencuadre programático con:

1. *Aspectos precedentes de estudios sobre museos*
2. *La museografía de museos*

Estas actividades en conjunto permitieron, metodológicamente, establecer el reto final de trabajo, a través de la prospectiva de datos que emergió de este *estudio de caso*, en un lapso proyectado a 10 años, donde se indagó sobre los aspectos centrales que deberían tener estos museos, como tema central en el aprendizaje del proyecto de Arquitectura. Actualmente, se ha observado la importancia de los datos y de la información que genera este estudio, dentro de otro tipo de proyectos que ha demostrado su eficacia como aporte en la contextualización de este tipo de temas.

Resultados

Frente al primer reto, sobre los datos, la estrategia metodológica de trabajo propuso hacer uso de datos abiertos presentes en la Web. Estos se presentaron a la herramienta, a través de tropos prefigurativos de la *analogía de datos*. En efecto, se partió de bases de datos

de acceso abierto presentes en el Museo de IML, el cual presenta más de 35.000 datos, que permitieron pasar de este número inicial de datos, a más de 50 millones de datos presentes en más de 18 bases de datos con uso y acceso abierto... Con esto, se ha comprendido a su vez, la importancia de este tipo de datos en las investigaciones académicas, y de su adecuado uso en beneficio del desarrollo del conocimiento.

Una vez definidos estos datos, los cuales fueron corroborados en la Web -y cuyo uso fue exclusivamente académico y didáctico-, se pasó al segundo reto de trabajo, a saber: el entrenamiento de datos y análisis de datos, el cual se puede seguir en la siguiente lámina de trabajo:

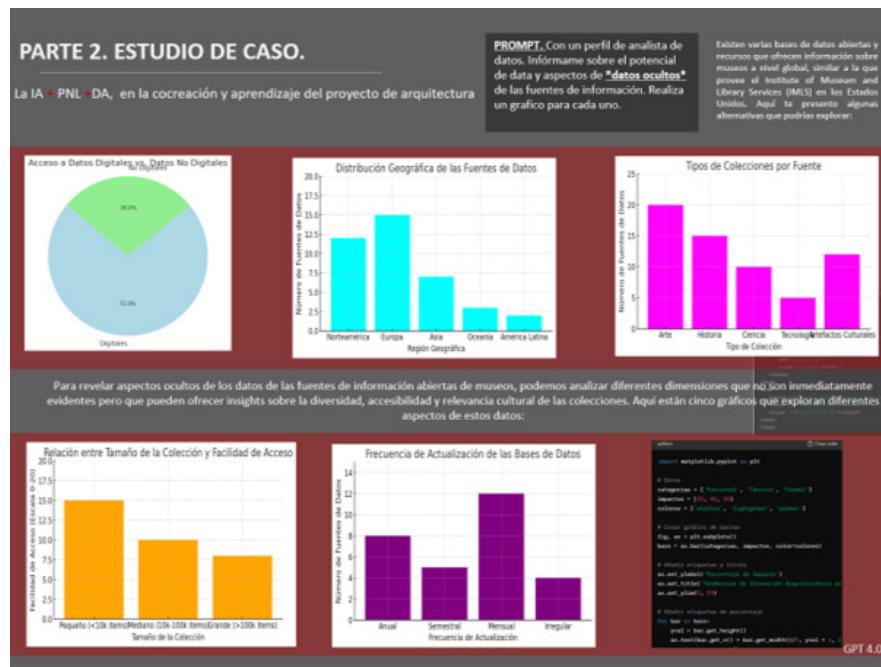


Imagen 03. Entrenamiento de datos del tema de estudio. Fuente. Osorio, Leonardo y Herramienta de asistencia digital (Chat GPT 4, 2024).

En este sentido, se ha podido comprender la existencia de un conocimiento inicial sobre este tipo de datos, y su instalación en este tipo de herramientas como una estrategia para proyectar adecuadamente los análisis a realizar. En efecto, comprender la distribución de datos en digitales y físicos, su ubicación espacio-temporal, tipos de colecciones por datos, su tamaño y frecuencia de actualización, fue un aspecto inicial que se ha estructurado en el tiempo y ha permitido *cocrear* una secuencia de entrenamiento de estas herramientas, aplicable a otro tipo de estudios de caso.

Posterior a esta situación, se ejecutó un reencuadre programático, el cual surgió de la experiencia en una investigación anterior (2020-2022), relacionada con museos y que permitió aportar al tema de trabajo la dimensión museográfica de estos sitios de la memoria. Desde esta perspectiva de trabajo, se logró comprender que, en el desarrollo de cualquier museo, es determinante comprender las relaciones de Interactividad, iluminación, diseño espacial, materiales y acabados, narrativas expositivas y accesibilidad.

En cuanto al guion museográfico que la herramienta asistida permitió determinar, el desarrollo de la

experiencia posibilitó delimitar los siguientes aspectos de trabajo: Inducción al museo, Esquema funcional de recorridos, la definición de exposiciones principales, la interactividad y la tecnología, los servicios al visitante, y finalmente la salida y la retroalimentación.

Al término, se propuso una prospectiva de datos en una proyección a 10 años, sobre aspectos novedosos que podrían estar presentes en los museos como tema de estudio. En este sentido, la herramienta de asistencia digital, permitió comprender 10 aspectos centrales de trabajo y diferenciación proyectual:

- Incremento en la digitalización pospandémica*
- Diversificación de audiencias*
- Interactividad mejorada*
- Estrategias de sostenibilidad*
- Análisis de datos para personalización de la experiencia en el museo*
- Colaboraciones transnacionales*
- Accesibilidad al diseño*
- Nuevas formas de financiación*
- Énfasis en narrativas locales*
- Uso de espacios visuales como extensión física*

Desde luego, estos temas se proyectaron en un entorno de tecnologías avanzadas, sostenibilidad y ecoeficiencia, cambio en la dinámica de los visitantes, Globalización y colaboración, y adaptación social y cultural, tal como se presentan en el siguiente grafico generado por la herramienta de asistencia digital con base en las instrucciones propuestas (PROMPT).

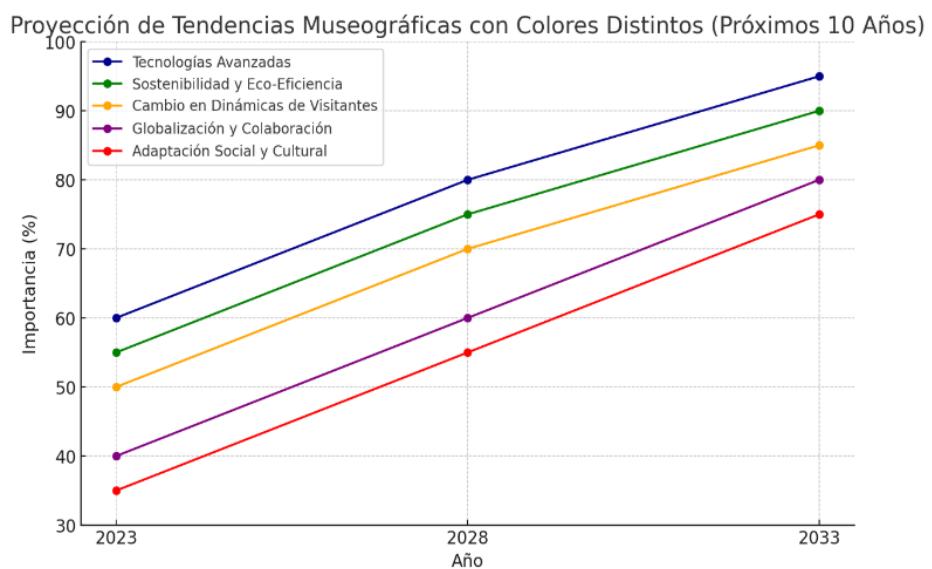


Imagen 04. Proyección tendencias de datos del tema de estudio. Fuente. Osorio, Leonardo y Herramienta de asistencia digital (Chat GPT 4, 2024).

En este punto, una indicación adicional que puede aportar a la actividad de *cocreación proyectual* en la disciplina de la Arquitectura, está relacionada con la interrelación de aspectos innovadores en Arquitectura. En este aspecto, el siguiente gráfico presenta la perspectiva que la IA propone, así:

Interrelación de Aspectos Innovadores en Arquitectura

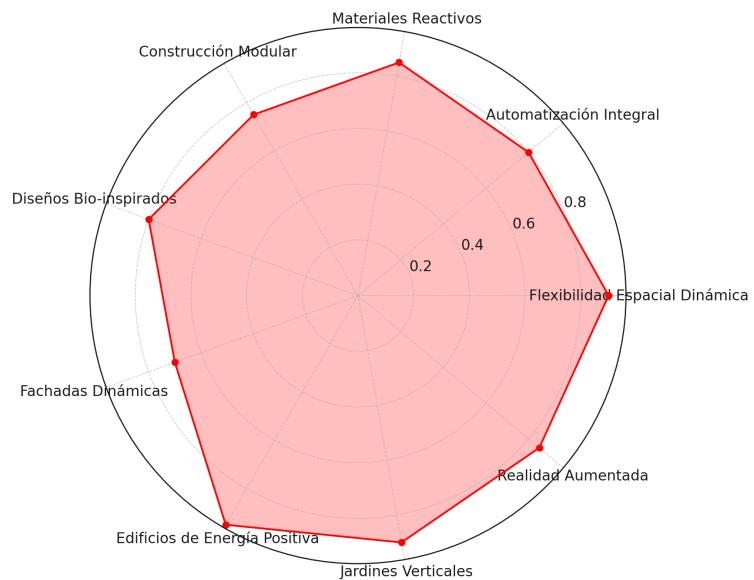


Imagen 05. Interacción de Aspectos innovadores en la Arquitectura. Fuente. Osorio, Leonardo y Herramienta de asistencia digital (Chat GPT 4, 2024).

En cuanto a este último aspecto de proyección, el estudio realizado permitió determinar en su desarrollo, y comprender una tendencia hacia la flexibilización espacial y dinámica, la automatización de estos edificios, la incorporación de materiales reactivos y avanzados, la construcción modular y prefabricada, los diseños bio-inspirados, fachadas dinámicas e interactivas, la existencia de edificios con energía positiva, la posibilidad en la existencia de jardines verticales y agricultura urbana, y la realidad aumentada con espacios virtuales.

Discusión

Esta experiencia de trabajo investigativo planteó diversos retos que se presentaron a la mesa de trabajo. En primer lugar, los relacionados con el sesgo en los datos y la información. En efecto, como se indicó inicialmente, estas herramientas de asistencia digital pueden generar un aporte en el avance del conocimiento siempre y cuando su uso se haga de manera ética e informada. Aquí, la labor activa del sujeto que hace parte de este proceso de significación es determinante. Efectivamente, desde una perspectiva compleja el uso de estas herramientas se desenvuelve entre la desinformación, y des/conocimiento (o ambivalencia entre el nuevo conocimiento y desconocimiento); temas sobre los cuales se debe continuar indagando de una manera metódica y multidisciplinaria.

Igualmente, está la calidad en los datos y su análisis académico. Este aspecto es central en el desarrollo de estas experiencias de *cocreación proyectual*. Desde esta perspectiva de trabajo, este tipo de experiencias no deben ser asumidas como un punto de síntesis únicamente. En su lugar, plantea nuevos retos complejos en cuanto a la

profundización y contrastación de la información inicial, que este tipo de herramientas de asistencia digital puede permitir. En su práctica, plantea una motivación de potenciar el conocimiento, y a su vez de permear su uso desde prácticas disciplinadas y metódicas que permitan una mejor comprensión en la realidad.

Asimismo, persiste la oportunidad de comprender la idea de los encuadres programáticos que la tradición de estas herramientas de asistencia digital, han construido a lo largo del tiempo como un esfuerzo por avanzar en el conocimiento de la realidad de una manera profunda. En efecto, es conocido el avance que el uso adecuado de los algoritmos ha permitido en sectores como la salud, el desarrollo informático, técnico y probabilístico de fenómenos de la realidad.

Estos retos están inmersos en las cualidades del uso de estas herramientas digitales, que se evidencian en su rapidez, la adaptabilidad, la oportunidad, el conocimiento abierto y la mitigación de las brechas en el conocimiento, en su oportunidad en la academia de ser un nuevo tipo de acompañamiento tutorial en la formación y el descubrimiento, en la transformación de la realidad desde una perspectiva positiva; todo esto

desde una perspectiva de reencuadre programático asumido por el sujeto que indaga, y en conjunto caracteriza esta perspectiva de trabajo de *cocreación proyectual*.

Referencias

Le Voci Sayad, Alexandre (2024). *Inteligencia Artificial y pensamiento crítico*. Ed. Instituto Palabra Abierta. Uniminuto.

Morin, Edgar (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Ed. Gedisa

Pergolis, Juan Carlos (2000). *Estación Plaza de Bolívar*. Ed. Alcaldía Mayor de Bogotá.

White, Hayden (2003). *El texto histórico como artefacto literario*. Ediciones Paidós.

Referencias Digitales

Chat GPT 4 (18 05 2024)

Chat Gemini (18 05 2024)

Chat Copylot (18 05 2024)

IMLS Museo Data Files: (18 05 2024) en sitio Web: Recuperado de: <https://www.imls.gov/research-evaluation/data-collection/museum-data-files>.