

SINERGIA REGENERATIVA

SINERGIA REGENERATIVA

**UN CENTRO DE CONSERVACION Y RECUPERACION DE LA FLORA EN LA ESTACIÓN DE LA
SABANA DE BOGOTÁ A PARTIR DE PROCESOS BIM**

Jeisson Camilo Herrán Sánchez

Adrián Ebesnit Roncancio Sandoval



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

SINERGIA REGENERATIVA

2025

Sinergia Regenerativa

**Un Centro de conservación y recuperación de la flora en la estación de La Sabana de Bogotá a
partir de procesos BIM**

Jeisson Camilo Herrán Sánchez

Adrián Ebesnit Roncancio Sandoval

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Arquitecta Magister Yuly Cáterin Diaz Jiménez, directora de Proyecto

Arquitecto Andrés Fernando Almario Zamudio

Arquitecto Yuber Alberto Nope Bernal



Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2025

Dedicatoria

Jeisson Camilo Herrán Sánchez

A mis padres, quienes con su amor incondicional y sacrificio me han brindado las herramientas necesarias para alcanzar mis sueños. Su apoyo ha sido mi mayor motivación, mis hermanos, por ser mis cómplices, confidentes y los mejores amigos que alguien podría pedir y mi grupo de amigos, por los momentos inolvidables, las risas compartidas y el apoyo incondicional.

Adrián Ebesnit Roncancio Sandoval

Me gustaría agradecer a mis queridos padres, por ser mi refugio, mi apoyo y también mi motivación, porque su amor, dedicación y sacrificio se han convertido en parte fundamental para mi crecimiento y éxito, juntos, han sido mi equipo, mi familia y mi todo, les agradezco por estar siempre presentes, apoyándome y ayudándome a alcanzar mis sueños.

Agradecimientos

En primer lugar, nos gustaría presentar un sincero agradecimiento a nuestra directora de tesis, la Arquitecta Magister Yuly Catrín Díaz Jiménez, por su invaluable guía, paciencia y conocimientos aportados, sus orientaciones y críticas constructivas fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo, asimismo, agradezco a los miembros del jurado y demás profesores, por dedicar su tiempo para la revisión de este trabajo de grado y por sus valiosas sugerencias.

También, nos gustaría expresar la gratitud a la Universidad La Gran Colombia por proporcionarnos todos los recursos necesarios para poder llevar a cabo esta investigación, por último, a todos los autores y fuentes que han contribuido a este trabajo. Sus ideas y descubrimientos han sido el cimiento sobre el que he construido mis propias reflexiones.

Tabla de contenido

Glosario	15
Resumen	16
Abstract	18
Introducción	20
CAPÍTULO I: Objetivos	23
Objetivo general	23
Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II: Situación problema	24
Pregunta problema	24
Planteamiento del problema	24
Justificación	27
Hipótesis	30
CAPÍTULO III: Marcos de investigación	31
Estado del arte	31
Marco teórico	34
Corredor ecológico	34
Patrimonio férreo	36
Sinergia regenerativa	37
Building Information Modeling (BIM)	38
Marco Histórico	40

SINERGIA REGENERATIVA

Marco conceptual	44
Revitalización urbana	45
Sostenibilidad	46
Espacios verdes	46
Identidad Cultural	47
Desarrollo económico local	47
Cohesión Social	48
Marco referencial	48
Highline – Nueva York / James Corner F.O. y Diller Scofidio + Renfro	48
Eastside City Park / Patel Taylor	50
Marco legal	51
CAPÍTULO IV: Metodología Aplicada	55
Técnicas de investigación	55
Propuesta metodológica	56
Métodos e instrumentos metodológicos	57
Etapa uno- Problemáticas de abandono de infraestructuras y espacio público	57
Etapa dos- Diseño de espacios en base a su valor paisajístico	58
Etapa tres- Diseño de espacio público multifuncional	58
CAPÍTULO V: Análisis de desarrollo de proyecto	59
Análisis poblacional objetivo	59

SINERGIA REGENERATIVA

Localización	60
Estructura de movilidad principal	61
Estructura ecológica principal	63
Análisis Bioclimático	65
BIC- Patrimonio	69
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	71
Objetivo 5: “Igualdad de género”	71
Objetivo 7: “Energía asequible y no contaminante”	71
Objetivo 13: “Acción por el clima”	72
Objetivo 15: “Vida de ecosistemas terrestres”	72
CAPÍTULO VI: Desarrollo del proyecto	73
Concepto inicial	73
Pautas de diseño	74
Organigrama urbanístico	75
Propuesta final	76
CAPÍTULO VII: Diseño colaborativo a partir de procesos BIM	82
Módulo 1: Introducción, Normas, Estándares, Trabajo Colaborativo E Interoperabilidad	84
EIR, Employer Information Requirements (Requisitos de Información del Empleador)	85
Roles BIM	86
BEP, BIM Execution Plan (Plan de Ejecución BIM)	88

SINERGIA REGENERATIVA

Requerimientos y Alcances	89
Usos BIM Asociados al Proyecto	90
Atributos LOI y LOD	91
CDE (Common Data Environment) Cloud Usbim Y Flujos De Trabajo Colaborativos	92
IFC – (Industry Foundation Classes)	94
BCF – (BIM Collaboration Format)	95
Módulo 3: Estructura, Arquitectura e instalaciones MEP	96
Modelado estructural	97
Modelado arquitectónico	106
Modelado instalaciones MEP	113
Modelado instalaciones MEP Piso 1 y 2	121
Modelado instalaciones MEP Piso 3 y 4	124
Módulo 5: Coordinación De Especialidades, Documentación Y Tiempos	127
Análisis de interferencias e inconsistencias	129
1.Revit	129
2. Navisworks	130
Creación de informes de coordinación	132
Abstracción y gestión de cantidades	133
Simulación de actividades constructivas	135
Módulo 6: Realidad virtual e inmersiva	137

SINERGIA REGENERATIVA

Exportación a IFC entre otros	137
Renderización en tiempo real	139
Fotomontaje y retoque fotográfico 3d	140
Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos	141
Visualización de modelos 3d	143
Realidad virtual inmersiva	145
Lista De Referencias	148
Lista De Anexos	154

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Evidencia fotográfica entorno a la estación de la Sabana	27
Figura 2 Ferrocarril de Antioquia	40
Figura 3 Situación actual de la red ferroviaria en Colombia.	42
Figura 4 Crecimiento urbano de Bogotá desde el año 1600 al año 2000	44
Figura 5 Relación conceptual	45
Figura 6 Paseo The High Line New York	49
Figura 7 Eastside City Park / Patel Taylor	50
Figura 8 Población objetivo	60
Figura 9 Localización	61
Figura 10 Análisis de movilidad	63
Figura 11 Estructura ecológica principal	65
Figura 122 Análisis velocidad del viento	66
Figura 13 Análisis Temperatura 9 am	66
Figura 14 Análisis Temperatura 12:30 pm	67
Figura 15 Análisis Temperatura 4 pm	67
Figura 16 Bienes de interés cultural	70
Figura 17 Concepto inicial	74
Figura 18 Pautas de diseño	75
Figura 19 Organigrama del proyecto	76
Figura 20 Zona de espacio público	77
Figura 21 Zona Comercial	78
Figura 22 Zona jardín botánico	79
Figura 23 Zona interconexión del proyecto	80

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 24 Zona recreacional del proyecto	81
Figura 25 Mapa mental diplomado BIM	82
Figura 26 Localización del centro de conservación realizado con metodología BIM	83
Figura 27 Módulo 1: Introducción, Normas, Estándares, Trabajo Colaborativo E Interoperabilidad	84
Figura 28 EIR objetivo del proyecto	86
Figura 29 Roles BIM	88
Figura 30 BEP - BIM Execution Plan	89
Figura 31 Requerimientos	90
Figura 32 Usos BIM asociados al proyecto	91
Figura 33 Atributos LOI y LOD	92
Figura 34 CDE Common Data Environment "Trimble connect"	93
Figura 35 IFC Industry Foundation Classes	94
Figura 36 BCF BIM Collaboration Format	96
Figura 37 Módulo 3: Estructura, Arquitectura e instalaciones MEP	97
Figura 38 Modelado de la estructura	99
Figura 39 Planta de estructura Nivel 0	99
Figura 40 Planta de estructura Nivel 1	100
Figura 41 Planta de estructura Nivel 2	100
Figura 42 Planta de estructura Nivel 3	101
Figura 43 Planta de estructura Nivel 4	101
Figura 44 Detalle placa de concreto en lámina metal Deck	102
Figura 45 Detalle escaleras	102
Figura 46 Detalle muro de concreto ascensor	104

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 47 Detalle columnas y zapatas	104
Figura 48 Detalle vigas y columnas	105
Figura 49 Detalle estructura de zonas vertical	105
Figura 50 Detalle estructura ESTR y Instalación MEP	106
Figura 51 Modelado arquitectónico	107
Figura 52 Planta arquitectónica nivel 1	108
Figura 53 Planta arquitectónica nivel 2	108
Figura 54 Planta arquitectónica nivel 3	109
Figura 55 Planta arquitectónica nivel 4	109
Figura 56 Planta arquitectónica Cubierta	110
Figura 57 Planta arquitectónica Fachada frontal y superior	110
Figura 58 Planta arquitectónica Fachada lateral derecha y izquierda	111
Figura 59 Planta arquitectónica Corte A-A' y B-B'	111
Figura 60 Planta arquitectónica Corte C-C' y D-D'	112
Figura 61 Planta arquitectónica Axonometría	112
Figura 62 Modelado instalaciones MEP	114
Figura 63 Planta de instalaciones MEP nivel 1-2 Comunicación	115
Figura 64 Planta de instalaciones MEP nivel 1-2 iluminación y tomas	115
Figura 65 Planta de instalaciones MEP nivel 1-2 HVAC	116
Figura 66 Planta de instalaciones MEP nivel 1-2 Red de hidráulica	116
Figura 67 Planta de instalaciones MEP nivel 3-4 Iluminación	117
Figura 68 Planta de instalaciones MEP nivel 3-4 Suministro y extracción de aire	117
Figura 69 Planta de instalaciones MEP nivel 3-4 Hidráulica y desagüe	118
Figura 70 Modelado HID (Tuberías de suministro y desagüe)	119

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 71 Modelado ELB (Iluminación y tomas)	119
Figura 72 Instalaciones CDE (comunicaciones y datos)	120
Figura 73 Instalaciones MEC (HVAC - Climatización y ventilación)	120
Figura 74 Sistema de gas piso 1 y 2	121
Figura 75 Sistema Hidráulico piso 1 y 2	122
Figura 76 Sistema HVAC pisos 1 y 2	123
Figura 77 Sistema eléctrico piso 1 y 2	123
Figura 78 Modelado luminarias ELB pisos 3 y 4	124
Figura 79 Modelado tomas ELB pisos 3 y 4	125
Figura 80 Modelado instalaciones mecánicas pisos 3 y 4	126
Figura 81 Detalle hidráulica, tanque y rociadores de viveros pisos 3 y 4	126
Figura 82 Detalle baños hidrosanitario y desagüe	127
Figura 83 Coordinación De Especialidades, Documentación Y Tiempos	128
Figura 84 Interferencias e inconsistencias Revit	130
Figura 85 Interferencias e inconsistencias Navisworks	131
Figura 86 Creación de informes de coordinación	133
Figura 87 Abstracción y gestión de cantidades	134
Figura 88 Simulación de actividades constructivas	136
Figura 89 Video YouTube QR	136
Figura 90 Módulo 5	137
Figura 91 Exportación a IFC	139
Figura 92 Renderización Chaos Enscape	140
Figura 93 Fotomontaje y retoque fotográfico	141
Figura 94 Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejo	142

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 95 Panorama 360° QR	143
Figura 96 Visualización de modelo 3D	144
Figura 97 Visualización de modelo 3D mep	144
Figura 98 Modelado mep 3d en VR	145
Figura 99 Realidad virtual inmersiva	146
Figura 100 Realidad virtual App store	146
Figura 101 Video VR aplicación en QR	147

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diagrama marco legal.	51
Tabla 2 Metodología Objetivo 1	57
Tabla 3 Metodología Objetivo 2	58
Tabla 4 Metodología objetivo 3	58

Glosario

Sinergia: Término que se refiere a la interacción entre dos o más elementos cuya colaboración produce un resultado más potente o significativo que la suma de sus efectos por separado.

Urbanismo: Es el diseño y planificación del entorno urbano, que abarca la utilización y calidad del espacio público, la incorporación de zonas verdes, la promoción de medios de transporte respetuosos con el medio ambiente, la expansión controlada de la densidad de viviendas y el crecimiento ordenado de las ciudades.

Sostenibilidad: Huella ecológica, economía circular, desarrollo sostenible, resiliencia.

Revitalización: Proceso de renovación y mejora integral de una zona o lugar.

Restauración ambiental: Acciones destinadas a recuperar y preservar el entorno natural y ecológico.

Desarrollo social: Mejoras y acciones orientadas a resolver necesidades sociales en una comunidad o área determinada.

Intervención espacial: Modificación o cambio planificado en el diseño y distribución física de un lugar.

Apropiación: Proceso mediante el cual las personas se apropian de un espacio, haciéndolo propio y utilizándolo de manera activa.

Plan de Ordenamiento Territorial: Documento que regula el desarrollo urbano y territorial de una ciudad o región.

Patrimonio férreo: Conjunto de bienes y elementos relacionados con el transporte ferroviario y su historia.

Resumen

La finalidad de esta investigación es realizar el desarrollo de un proyecto a raíz de un análisis urbano, entorno al desarrollo social, cultural, ambiental e histórico que ha ido desarrollando la Estación de la Sabana ubicada en Bogotá D.C, el cual, en principio aborda como problemática el notorio deterioro del complejo férreo y como su entorno urbano se ha visto afectado por el déficit de infraestructura urbana destinada al encuentro y la recreación ciudadana.

Dicho esto, se identifican diversos aspectos que son consecuencia de la ausencia de sostenibilidad en la estructura ecológica. Esta falta de sostenibilidad se ejemplifica con una estación de ferrocarril que se encuentra en estado de abandono no sólo como consecuencia de la contaminación que supuso una importante cantidad de residuos sólidos, sino también como consecuencia de la transformación y mejora de la red de transportes de la ciudad.

Es así como se despliegan ciertos criterios basados en la ausencia de espacios públicos, espacios recreativos y el abandono de infraestructura de transporte ferroviario como la Estación de Tren de la Sabana, que con el paso de los años ha sido descuidada debido a la transformación de los sistemas de transporte público y regional, los cuales enfrentan serios problemas de gestión por parte de las autoridades competentes.

A pesar de que el edificio fue designado Bien de Interés Cultural por Orden Nacional en 1984, un reconocimiento a su importancia histórica, en la actualidad cumple funciones

SINERGIA REGENERATIVA

operativas. Estas funciones incluyen el mantenimiento y la protección de los trenes, así como la responsabilidad del Tren Turístico de la Sabana y el Centro Cultural Naranja. Pero con el tiempo, esta zona se ha convertido en una barrera física y un vacío urbano que corta la comunicación entre los barrios de Santa Fe, La Favorita, La Sabana, San Façon y El Listón. Esta situación ha generado un progresivo deterioro urbano que compromete tanto el valor patrimonial como la identidad cultural de esta zona clave del Centro Histórico de Bogotá.

Además de promover la sostenibilidad medioambiental, este proyecto ofrece una intervención novedosa basada en la regeneración del espacio mediante la conversión de la Estación de la Sabana en un Centro de conservación y recuperación de la flora. Mediante la utilización de la metodología BIM (Building Information Modeling), se tratará de optimizar el diseño y la gestión del proyecto, permitiendo una planificación precisa, eficaz y sostenible de las obras. El uso de BIM permitirá unificar todos los aspectos técnicos y constructivos, maximizando la colaboración entre los distintos participantes y garantizando que el proyecto respete el patrimonio arquitectónico.

Con el fin de facilitar la apropiación del espacio público y la rehabilitación de este importante bien histórico, el proyecto se concibe como un lugar de encuentro entre la naturaleza y la comunidad, promoviendo la revitalización de una zona que ha sido descuidada a lo largo de los años a pesar de su potencial histórico y cultural. Los objetivos principales de esta intervención son promover la regeneración urbana, la educación medioambiental y el desarrollo sostenible.

SINERGIA REGENERATIVA

Palabras claves: *corredor ecológico, patrimonio férreo, regeneración urbana, Centro de conservación y recuperación de la flora, educación ambiental, metodología BIM.*

Abstract

The purpose of this research is to develop a project based on an urban analysis of the social, cultural, environmental and historical development of the Sabana Station located in Bogotá D.C., which, in principle, addresses as a problem the notorious deterioration of the railroad complex and how its urban environment has been affected by the lack of urban infrastructure for public meetings and recreation.

That said, several aspects are identified as a consequence of the lack of sustainability in the ecological structure. This lack of sustainability is exemplified by a railroad station that is in a state of abandonment not only as a consequence of the contamination that involved a significant amount of solid waste, but also as a consequence of the transformation and improvement of the city's transportation network.

This is how certain criteria are deployed based on the absence of public spaces, recreational spaces and the abandonment of rail transport infrastructure such as the Sabana Train Station, which over the years has been neglected due to the transformation of the public and regional transport systems, which face serious management problems on the part of the competent authorities.

Although the building was designated an Asset of Cultural Interest by the National Order in 1984, in recognition of its historical importance, it currently serves operational functions. These functions include the maintenance and protection of the trains, as well as responsibility

SINERGIA REGENERATIVA

for the Sabana Tourist Train and the Naranja Cultural Center. But over time, this area has become a physical barrier and an urban void that cuts off communication between the neighborhoods of Santa Fe, La Favorita, La Sabana, San Façon and El Listón. This situation has generated a progressive urban deterioration that compromises both the heritage value and the cultural identity of this key area of the Historic Center of Bogota.

In addition to promoting environmental sustainability, this project offers a novel intervention based on the regeneration of the space through the conversion of the Estación de la Sabana into a Center for the conservation and recovery of flora. Through the use of BIM (Building Information Modeling) methodology, it will seek to optimize the design and management of the project, allowing for accurate, efficient and sustainable planning of the works. The use of BIM will make it possible to unify all technical and construction aspects, maximizing collaboration between the various participants and ensuring that the project respects the architectural heritage.

In order to facilitate the appropriation of the public space and the rehabilitation of this important historical asset, the project is conceived as a meeting place between nature and the community, promoting the revitalization of an area that has been neglected over the years despite its historical and cultural potential. The main objectives of this intervention are to promote urban regeneration, environmental education and sustainable development.

Key words: ecological corridor, railway heritage, urban regeneration, Flora Conservation and Recovery Center, environmental education, BIM methodology.

Introducción

En la actualidad, las nuevas tecnologías o los sistemas alternativos de movilidad urbana y regional han suplantado a las infraestructuras de transporte ferroviario en muchas ciudades. El presente estudio se centra en la creación de una propuesta de renovación urbana dirigida a recuperar el espacio público que rodea la Estación de la Sabana y su entorno inmediato debido a la situación, que ha provocado el abandono de numerosos edificios y la creación de vacíos urbanos que contribuyen al deterioro, la inseguridad y el aislamiento de las zonas afectadas. Es significativo señalar que esta zona ha sufrido un importante desgaste físico a lo largo del tiempo, lo que ha dado lugar a una baja permeabilidad urbana que limita la conexión entre los barrios cercanos, fomentando así las condiciones de inseguridad y abandono.

Dado que la Estación de la Sabana ha servido como símbolo de la historia ferroviaria de la ciudad y que además cuenta con un rico legado cultural y arquitectónico, así como con una ubicación y conexión estratégica con el sistema de transporte de Bogotá, esta investigación se concentrará en la recuperación e integración del espacio público a través de un Centro de Conservación y Recuperación de Flora. Esto no sólo tendrá un impacto social significativo en la población al crear nuevos espacios para enfrentar o reducir la delincuencia y la inseguridad en la zona, sino que también producirá una propuesta de mejoramiento urbano que integre exitosamente este espacio con las dinámicas sociales presentes, mejorando así el paisaje, la economía y la cultura de la ciudad.

Así pues, tal y como establece el artículo 39 de la Ley 9 de 1989, el proyecto debe integrarse en el Plan de Ordenación del Territorio (POT) para apoyar el crecimiento de la

SINERGIA REGENERATIVA

industria y del circuito cultural. "Son planes de renovación urbana aquéllos dirigidos a introducir modificaciones sustanciales al uso de la tierra y de las construcciones, para detener los procesos de deterioro físico y ambiental de los centros urbanos, a fin de lograr, entre otros, el mejoramiento del nivel de vida de los moradores de las áreas de renovación, el aprovechamiento intensivo de la infraestructura establecida de servicios, la densificación racional de áreas para vivienda y servicios, la descongestión del tráfico urbano o la conveniente rehabilitación de los bienes históricos y culturales, todo con miras a una utilización más eficiente de los inmuebles urbanos y con mayor beneficio para la comunidad."

Es así como "Sinergia Regenerativa" no solo se plantea como un proyecto de iniciativa destinada a optimizar las interacciones y relaciones sociales, culturales y naturales en la Estación de la Sabana, sino también, como una propuesta integral orientada a la revitalización y permeabilización del lugar, a través de un diseño innovador, se busca integrar el desarrollo cultural, histórico y ambiental, enriqueciendo y fortaleciendo los cambios impulsados por la modernización de esta importante zona de Bogotá, además, el proyecto tiene como objetivo ser un modelo replicable que inspire otras áreas de la ciudad, contribuyendo al desarrollo de ciudades más sostenibles y resilientes en el país.

En este sentido, la metodología BIM es esencial para la planificación y ejecución del proyecto, ya que permitirá un enfoque coordinado y cooperativo, facilitando la integración de todas las disciplinas implicadas en el desarrollo del proyecto, desde el concepto arquitectónico hasta la gestión del proceso de construcción. Se maximizará la utilización de los recursos y se garantizará una restauración respetuosa con el legado histórico, todo ello incorporando soluciones sostenibles para el medio ambiente, gracias a BIM.

SINERGIA REGENERATIVA

Este enfoque holístico, apoyado en la metodología BIM, permitirá no solo la revitalización de un espacio olvidado, sino también el empoderamiento de la comunidad local, promoviendo un futuro más armonioso entre el ser humano y su entorno, de esta manera, "Sinergia Regenerativa" busca ser un ejemplo de regeneración urbana que inspire la creación de espacios más inclusivos, sostenibles y resilientes, donde el respeto por la historia y la naturaleza se combine con las necesidades y aspiraciones de las comunidades actuales.

CAPÍTULO I: Objetivos

Objetivo general

Para mejorar el proceso de diseño, planificación y desarrollo de un Centro de Conservación y Recuperación de Flora en la estación de La Sabana de Bogotá, que integra elementos arquitectónicos sostenibles y accesibles y apoya la educación ambiental, la conservación del patrimonio local y la regeneración urbana, se utilizará la metodología BIM.

Objetivos específicos

1. Analizar las características demográficas del lugar, tales como la población, sus hábitos, características socioeconómicas y patrones de movilidad para comprender las necesidades que existen en torno al espacio urbano y su funcionalidad.
2. Utilizar BIM para diseñar las zonas de crecimiento de los huertos comunitarios, de modo que se pueda modelar y simular su distribución y disposición, aprovechando al máximo el espacio y los recursos disponibles.
3. Diseñar espacios públicos flexibles y multifuncionales a través de la metodología BIM que contemplen distintas configuraciones de uso, asegurando que las instalaciones sean funcionales y fáciles de modificar a lo largo del tiempo, optimizando recursos y mejorando la experiencia de los usuarios en estos espacios dinámicos.

CAPÍTULO II: Situación problema

Pregunta problema

¿Cómo el uso de la metodología BIM, puede apoyar el diseño integral y sostenible del espacio público para que sirva para no solamente como eje de revitalización de la Estación de la Sabana en Bogotá, sino también para promover la inclusión social, el desarrollo económico, la conexión comunitaria y la conservación del patrimonio histórico?

Planteamiento del problema

La Estación de la Sabana de Bogotá se encuentra actualmente en deterioro convirtiéndose en un espacio abandonado que, a pesar de su deterioro, posee la capacidad de transformarse en un espacio clave para el encuentro comunitario, sin embargo, su estado actual de abandono no solo le resta valor estético a la zona, sino que también aumenta la percepción de inseguridad y desinterés en la zona.

En zonas urbanas densamente pobladas como Bogotá, la falta de espacios públicos accesibles y funcionales ha llevado a una creciente necesidad de revitalización urbana que no solo promueva la infraestructura, sino que también integre a la comunidad. La revitalización de la Estación de la Sabana puede presentar una oportunidad única para crear un espacio que promueva la interacción social, el desarrollo cultural y económico y la sostenibilidad ambiental.

Además, es importante que la rehabilitación de esta zona tenga un enfoque respecto a la inclusión social, en donde se pueda garantizar que las distintas voces de la comunidad se tengan en cuenta durante el proceso de diseño por medio de encuestas o talleres sociales que

SINERGIA REGENERATIVA

permitan la participación de grupos sociales directamente afectados o beneficiados y que con frecuencia pueden llegar a quedar fuera de los proyectos de desarrollo urbano.

Sin embargo, es crucial tener en cuenta las dificultades que conlleva la transformación de una región en decadencia, como la exigencia de una planificación adecuada, el mantenimiento continuo de los nuevos espacios y su integración satisfactoria en el conjunto de la ciudad. En este sentido, el proyecto debe ser algo más que un refugio: debe ser un catalizador para la revitalización de la zona circundante. En este sentido, el diseño de un espacio público sostenible e integral en la antigua estación de ferrocarril pretende mejorar la calidad de vida de los bogotanos fortaleciendo el tejido social y económico del barrio, además de recuperar un emplazamiento físico.

A la luz de la información presentada anteriormente, es más que evidente que esta cuestión debe abordarse desde una perspectiva holística que no sólo tenga en cuenta la recuperación de lugares, sino que también promueva activamente la preservación del medio ambiente, la cultura y la sociedad. Se trata de una propuesta de proyecto orientada a revitalizar esta área, en consonancia con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con el fin de potenciar su capacidad para mejorar la calidad de vida, ofreciendo espacios culturales, fortaleciendo la estructura ecológica principal y promoviendo la cohesión social.

Es por esto, que es importante mencionar que más de 600 especies de plantas y quizás más de 200 especies de animales habitan en Bogotá, lo que la convierte en una ciudad con una alta biodiversidad ecológica. De igual forma, en el interior del distrito existen diversos tipos de

SINERGIA REGENERATIVA

protección, que van desde páramos, fauna hídrica, ecosistemas urbanos y remanentes montañosos hasta el río que une la zona. Sin embargo, actualmente existe una pérdida de ecosistemas en las áreas protegidas. Esto se debe a una serie de factores, uno de los cuales es la presión de las actividades antrópicas sobre los ecosistemas, lo que genera conflictos entre el desarrollo urbano y la necesidad de servicios ecosistémicos.

La desaparición de ecosistemas en Bogotá repercute no sólo en la variedad de organismos vivos, sino también en las condiciones de vida de sus habitantes. Estas zonas naturales son cruciales para controlar el clima, suministrar agua, limpiar el aire y minimizar los efectos de las inundaciones. Además, la degradación de estos espacios influye negativamente en la salud física y mental de la población, lo que incrementa problemas como la contaminación, la vulnerabilidad ante desastres naturales y la disminución de áreas recreativas.

Finalmente, se evidencia que la creación de un Centro de conservación y recuperación de la flora en la estación de La Sabana de Bogotá es crucial por varias razones que abordan tanto la preservación del patrimonio de la ciudad como la renovación cultural y social de la comunidad.

Es así como el diseño de un Centro de conservación y recuperación de la flora permitiría preservar y promover la biodiversidad local y serviría como espacio educativo sobre las plantas nativas y los ecosistemas de la región, permitirá la preservación y promoción de la biodiversidad local al tiempo que podría servir como un oasis verde en un entorno urbano que ofrecerá a los residentes un lugar para aprender sobre el valor de la sostenibilidad ambiental y la conservación.

Figura 1 Evidencia fotográfica entorno a la estación de la Sabana
Elaboración propia



Justificación

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación parte de la necesidad de indagar a profundidad cómo el desarrollo de esta iniciativa puede contribuir a la conservación ambiental, al desarrollo cultural y al bienestar social de la comunidad. La creación de un Centro para la conservación y recuperación de la flora en la estación La Sabana de Bogotá es una oportunidad única para abordar varios retos contemporáneos que enfrenta la ciudad. Es por ello que el presente trabajo de investigación parte de la necesidad de profundizar en cómo esta iniciativa puede aportar a la comunidad.

Es importante tener en cuenta que la investigación de Greenpeace titulada, situación actual del espacio público verde en Bogotá afirma que "El 80% de la población total de Bogotá vive con déficit de áreas verdes, ya que de sus 19 localidades 13 presentaron esta faltante" (Greenpeace, 2020) Esto pone de relieve la importancia de crear un Centro de Conservación y

SINERGIA REGENERATIVA

Recuperación de la Flora, que no sólo servirá para preservar las plantas autóctonas, sino también como centro educativo. Este centro ayudará a cultivar la conciencia medioambiental y la sostenibilidad entre la comunidad empleando métodos eficaces para proteger y restaurar la biodiversidad en entornos urbanos.

Además, que aprovechando que la Estación de la Sabana tiene un valor histórico significativo, su transformación en un centro cultural podría revitalizar el patrimonio local transformándose en un espacio de reunión para múltiples expresiones culturales, artísticas y educativas, fortaleciendo a su vez el sentido de comunidad y pertenencia entre los habitantes de esta importante zona de Bogotá, además, la creación de un Centro de Conservación y Recuperación de Flora y Cultura puede contribuir a la economía local atrayendo tanto a lugareños como a visitantes, ya que aumentará el potencial económico de la región junto con su capacidad para apoyar el desarrollo sostenible.

Es aquí donde el uso de la metodología BIM se vuelve crucial, ya que permite una gestión más eficiente del proyecto, facilitando la planificación y el diseño, así como la edificación mediante una colaboración y coordinación efectivas, debido a que gracias a BIM, se puede integrar de manera precisa y detallada el diseño de la infraestructura cultural y botánica con el entorno histórico y natural de la Estación de la Sabana, asegurando que la intervención respete tanto el patrimonio como los recursos ecológicos, por otro lado, el éxito de un proyecto que debe encontrar el equilibrio entre la conservación histórica y los principios del desarrollo urbano sostenible depende de la capacidad de la metodología BIM para maximizar la utilización de materiales, ahorrar costes de construcción y mejorar los plazos de entrega.

SINERGIA REGENERATIVA

Por último, la revitalización de la Estación de la Sabana, ayudada por el uso de BIM, no sólo respondería a las necesidades actuales de la población, sino que también serviría de modelo para futuros proyectos de intervención urbana en Bogotá, distinguiéndose por su enfoque eficaz, sostenible y respetuoso con el patrimonio. Este proyecto no sólo pretende contribuir al debate sobre la importancia de los espacios públicos en la ciudad, sino también proponer un modelo novedoso que integre armoniosamente naturaleza y cultura.

La justificación para llevar a cabo este proyecto se basa en su capacidad para proporcionar un análisis profundo y detallado de un diseño que tiene el potencial de transformar tanto el entorno urbano como la vida de la comunidad en esta área de Bogotá, fomentando un desarrollo más sostenible y cohesivo. En este sentido, la utilización de BIM no solo mejora los aspectos técnicos del proyecto, sino que también favorece la integración de objetivos sociales, económicos y ambientales, asegurando así su éxito a largo plazo.

Hipótesis

La construcción de una instalación para la preservación y restauración de plantas en la estación de La Sabana de Bogotá tendrá un efecto favorable y notable en la revitalización de la ciudad y mejorará la calidad de vida de los lugareños. Por otro lado, mediante la celebración de eventos y actividades que promuevan la implicación de la comunidad en la conservación de los ecosistemas, este espacio apoyará la educación ambiental y concienciar sobre el valor de la biodiversidad regional.

SINERGIA REGENERATIVA

Además, la implementación de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto optimizará de manera significativa la gestión y ejecución del mismo, permitiendo una planificación, diseño y construcción más eficiente, coordinada y colaborativa, BIM permitirá integrar de manera precisa y detallada el diseño de la infraestructura cultural y botánica con el entorno histórico y natural de la estación, garantizando que la intervención no solo respete el patrimonio arquitectónico, sino que también proteja los recursos ecológicos circundantes, también la implementación del BIM facilitara una mejor visualización y simulación del proyecto, lo que reduciría riesgos y errores durante la ejecución.

Por tanto, la incorporación de BIM en este proyecto no solo contribuiría al desarrollo de un espacio público innovador que integre naturaleza y cultura de manera armónica, sino que también aseguraría que el proceso de revitalización sea más efectivo, económico y respetuoso con el entorno, es así como la Estación de la Sabana, transformada bajo esta metodología, no sólo respondería a las necesidades actuales de la comunidad, sino que también se establecería como un modelo replicable para futuras intervenciones urbanas en Bogotá y otras ciudades.

Es así como la hipótesis sostiene que, si se incorpora BIM en el desarrollo de este proyecto, se lograría una intervención más sostenible y coherente con las metas sociales, culturales, económicas y ambientales, esto, a su vez, no solo abordarán la necesidad urgente de restaurar un área urbana degradada, sino que también ofrecerán beneficios multidimensionales que abarcan la educación ambiental, la promoción de la cultura local, la cohesión social y el desarrollo económico.

CAPÍTULO III: Marcos de investigación

Estado del arte

En las últimas décadas, la expansión urbana de Bogotá ha aumentado, lo que ha provocado una grave carencia de espacios públicos. Además de reducir el nivel de vida de sus habitantes, este fenómeno plantea problemas de justicia social y sostenibilidad. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la población de Bogotá pasó de aproximadamente 715,250 habitantes en 1951 a más de 7 millones en 2021, debido a la migración interna y la rápida urbanización. Este incremento ha llevado a una expansión descontrolada de la ciudad y a la consolidación de barrios informales.

Romina Valeria Schroeder y Eduardo Julio Garriz sostienen que el espacio público debe considerarse un conjunto de actividades sociales, comerciales y sensoriales en las que participan los lugareños, y no sólo un lugar físico. En su análisis sobre las dimensiones del espacio público, destacan cómo este espacio refleja y transmite experiencias, siendo fundamental para la cohesión social. De acuerdo con Gehl (2010), los espacios públicos bien diseñados promueven la interacción y la convivencia social, fortaleciendo el bienestar de la comunidad y facilitando la expresión cultural y la participación ciudadana. Sin embargo, las políticas urbanísticas en Bogotá durante la segunda mitad del siglo XX tendieron a priorizar el desarrollo residencial y comercial, dejando en segundo plano la creación de espacios públicos. Rodríguez (2011) señala que esta falta de una planificación integral generó un déficit de parques y plazas, elementos esenciales para la vida comunitaria y las relaciones sociales.

SINERGIA REGENERATIVA

Aunque, el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá implementado en el 2019 busca mitigar algunos de estos problemas mediante la regulación del uso del suelo y la correcta planificación del desarrollo urbano, se ha podido evidenciar que la implementación ha sido desigual y que las políticas públicas a menudo no han logrado integrar adecuadamente las necesidades de todos los ciudadanos (Gutiérrez y Rojas, 2020), además que la invasión del espacio público a causa de actividades informales y el comercio ambulante han generado diferentes conflictos entre usuarios y usos del suelo, dificultando así la convivencia (Observatorio de Espacio Público, 2019).

El déficit de espacio público en Bogotá se refleja en la escasez de áreas recreativas, parques y lugares para la interacción comunitaria. De acuerdo con la Secretaría Distrital de Planeación (2020), la ciudad dispone menos de 10 metros cuadrados de espacio público por habitante, cifra que está por debajo del estándar recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece un mínimo de 15 metros cuadrados. Esta carencia afecta negativamente la salud física y mental de los bogotanos, debido a la limitada disponibilidad de espacios para actividades recreativas y socialización.

Varios autores han estudiado el impacto del déficit de espacio público en la cohesión social y la calidad de vida, por ejemplo, un estudio de Salazar et al. (2018) concluye que la falta de espacios adecuados contribuye al aumento de la violencia y al deterioro de las relaciones comunitarias; asimismo, la investigación de Castro (2019) resalta que la carencia de espacios públicos afecta desproporcionadamente a las poblaciones más vulnerables, exacerbando las desigualdades sociales existentes.

SINERGIA REGENERATIVA

Para enfrentar el déficit de espacio público en Bogotá, se han planteado varias estrategias, entre ellas la promoción de sistemas de movilidad sostenible. La ampliación de la red de ciclorrutas y la mejora del transporte público son consideradas acciones fundamentales para liberar espacio en las vías urbanas y facilitar el acceso a zonas verdes (Rojas y Martínez, 2021).

Por otro lado, la participación ciudadana en la planificación urbana se ha vuelto un aspecto crucial, ya que proyectos como el "Plan de Revitalización del Centro Histórico" buscan no solo recuperar espacios, además de mejorar la infraestructura, es fundamental involucrar a la comunidad en los procesos de toma de decisiones (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2020). No obstante, diversos expertos señalan la necesidad de adoptar un enfoque integral que no solo contemple la participación de todos los sectores sociales, sino que también asegure la equidad en el acceso a los espacios públicos (García y Mejía, 2022).

En conclusión, el desarrollo urbano de Bogotá se ha caracterizado por un crecimiento rápido y descontrolado que ha provocado una grave falta de espacio público. A pesar de los esfuerzos realizados a través de políticas y planes de acción, la situación actual requiere un compromiso firme para garantizar el acceso equitativo a los espacios públicos que son esenciales para el bienestar de los bogotanos. Para hacer frente a estos retos y crear una ciudad más inclusiva y habitable, será esencial planificar y desarrollar proyectos que integren enfoques participativos y sostenibles.

Marco teórico

Corredor ecológico

Inicialmente, se debatió uno de los principios básicos de la evolución del espacio público, haciendo hincapié en las variables que afectan a la dinámica social. En este contexto se examinó la idea de los corredores ecológicos como componentes importantes del entorno urbano, destacando su importancia en la formación del espacio público. Este método pretende explicar el papel ecológico de estos corredores utilizando una visión teórica del espacio que tenga en cuenta tanto su aspecto físico como sus efectos en la sociedad y el medio ambiente.

A partir de esta perspectiva, se configuran distintos contextos que favorecen la acción colectiva en el entorno urbano, lo cual requiere comprender el concepto de corredor ecológico. Estos corredores permiten la conectividad entre ecosistemas fragmentados, facilitando tanto el desplazamiento de especies como la continuidad de procesos ecológicos. Pueden ser de origen natural —como ríos, cerros y quebradas— o contruidos, por ejemplo, mediante franjas verdes en áreas urbanizadas. Su principal propósito es mitigar los efectos de la fragmentación del hábitat, promoviendo la biodiversidad y fortaleciendo la resiliencia los ecosistemas Beier y Noss (1998) argumentan que los corredores ecológicos son herramientas valiosas de conservación, ya que facilitan la conectividad entre hábitats fragmentados, permitiendo el movimiento de especies y la continuidad de procesos ecológicos esenciales.

Por ello, se reconoce que el espacio público desempeña un papel fundamental en la promoción del bienestar social, al mismo tiempo que facilita la accesibilidad e inclusión dentro del entorno urbano, además que, la fragmentación del hábitat puede conducir a problemas

SINERGIA REGENERATIVA

como el aislamiento de poblaciones y la pérdida de diversidad genética, es aquí donde los corredores ecológicos ayudan a combatir estos efectos al permitir que se puedan combinar áreas urbanas con un diseño de áreas verdes, lo que favorece la dinámica poblacional (Fischer y Lindenmayer, 2007).

Ahora bien, se puede identificar que además de sus beneficios ecológicos, los corredores ecológicos pueden ofrecer importantes servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del ciclo hidrológico, que incluye la filtración, el almacenamiento y la distribución natural del agua dentro del entorno urbano, junto con la conservación del suelo, Görmüş (2015) argumenta que los corredores ecológicos no solo facilitan la conectividad entre hábitats fragmentados, sino que también pueden ser atractivos para el ecoturismo, mejorando la calidad de vida de las comunidades locales y fomentando la educación ambiental.

En conclusión, esta línea de investigación sostiene que los corredores ecológicos son esenciales para aumentar la conciencia medioambiental y educar a la población. Su uso refuerza la conexión con la biodiversidad local al ofrecer a los residentes zonas para relacionarse con el medio ambiente, además de unir piezas naturales. La creación de parques, senderos y espacios de ocio dentro de estos corredores promueve el acceso al aire libre y fomenta la participación pública en iniciativas de conservación. Estas zonas pueden servir de aulas vivas para programas educativos dirigidos a escuelas y organizaciones comunitarias, fomentando el conocimiento de la flora y la fauna, así como de los principios de sostenibilidad, como señala Bramwell (1996).

Patrimonio férreo

Como primera medida, es importante mencionar que el patrimonio ferroviario en Colombia representa una parte importante de la historia y del desarrollo del país, ya que las vías de tren y las infraestructuras asociadas a estas no solo se consideran fundamentales para la expansión económica de las diferentes ciudades del país, sino que también desempeñaron un papel clave en la integración social y territorial, es así como las líneas de ferrocarril construidas en el siglo XIX y principios del XX reflejan un período crucial en la historia colombiana, ya que infraestructuras como la del Ferrocarril de Antioquia y el Ferrocarril del Atlántico, fueron impulsadas por la necesidad de conectar regiones, facilitando el comercio y el transporte de bienes, González (2011) argumenta que las obras ferroviarias en Colombia no solo simbolizaron avances tecnológicos, sino que también reflejaron el esfuerzo colectivo y la aspiración del país hacia la modernización.

Por su parte, estas líneas ferroviarias también han venido jugando un papel decisivo en la integración de regiones, Según Gonzalo Duque-Escobar (2016), los ferrocarriles en Colombia, especialmente durante las primeras décadas del siglo XX, fueron considerados una manifestación tangible del progreso y la integración nacional. Estos proyectos no solo responden a necesidades económicas, sino que también representaban el anhelo colectivo de modernizar el país y conectar sus diversas regiones, tal y como lo muestra un informe de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2016) en el que sugiere que el turismo ferroviario puede ser una fuente importante de ingresos para las regiones, revitalizando economías locales y promoviendo la conservación del patrimonio.

SINERGIA REGENERATIVA

Para concluir, el patrimonio ferroviario en Colombia es un recurso invaluable que ofrece lecciones sobre la historia y el desarrollo del país, es así como su conservación y revitalización no sólo promueven la identidad cultural y el turismo, sino que también pueden impulsar un desarrollo más sostenible, es por esto que invertir en este patrimonio es esencial con el fin de reconocer la historia y garantizar un futuro prometedor para las próximas generaciones en la ciudad.

Sinergia regenerativa

La sinergia es un concepto que se refiere a la colaboración entre diferentes elementos, sistemas o entidades para crear un impacto positivo que trasciende la suma de sus partes, este enfoque se aplica en diversas disciplinas, como la ecología, la economía y la sociología, promoviendo la sostenibilidad y la restauración de ecosistemas y comunidades, ahora bien, la sinergia se basa en varios principios como por ejemplo la interconexión que reconoce todos estos elementos del sistema y cómo están interrelacionados.

Por otro lado, el término 'regenerativo' describe un enfoque orientado a recuperar y fortalecer los sistemas naturales y sociales, más allá de solo mantenerlos o utilizarlos de manera extractiva. Este concepto se aplica en ámbitos como la agricultura, la economía y el urbanismo.

Por eso, el término «sinergia regenerativa» describe los diversos procesos naturales que reparan hábitats dañados, como la reforestación, la restauración de humedales y la recuperación de especies vegetales o animales en peligro. Restaurar los ecosistemas es

SINERGIA REGENERATIVA

esencial para preservar la biodiversidad y atenuar las consecuencias del cambio climático, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

En conclusión, el diseño regenerativo está enfocado en procesos que no solo buscan mantener los ecosistemas existentes, sino mejorarlos activamente, esto es una diferencia que tiene con la sostenibilidad, que se centra en preservar lo que ya existe, en cambio el diseño regenerativo busca dejar los ecosistemas en mejores condiciones de las que se encontraron originalmente.

Building Information Modeling (BIM)

El Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa se utiliza en el sector de construcción para gestionar la planificación, diseño, construcción y operación de edificios e infraestructuras, es así como a través de la integración de información digital en un modelo tridimensional, BIM permite representar de manera precisa todos los elementos físicos, funcionales y técnicos de un proyecto.

Eastman et al. (2011) definen BIM como una representación digital que incluye tanto las características físicas como funcionales de un espacio, facilitando la visualización y simulación del proyecto a lo largo de todas sus fases. A diferencia de los métodos tradicionales de diseño asistido por computadora (CAD), BIM no solo crea modelos visuales, sino que también integra datos que permiten realizar simulaciones y análisis en tiempo real.

Uno de los pilares esenciales de BIM es su carácter colaborativo; en lugar de que los profesionales involucrados en un proyecto —como arquitectos, ingenieros y contratistas— trabajen por separado, todos colaboran en un modelo digital compartido. Esto mejora la

SINERGIA REGENERATIVA

coordinación, permite detectar conflictos desde etapas tempranas y optimiza la eficiencia durante todo el desarrollo del proyecto (Kymmell, 2016).

Uno de los beneficios clave de BIM es su capacidad para aumentar la precisión y eficiencia durante las etapas de planificación y diseño. Azhar (2011) señala que BIM facilita una visualización detallada del proyecto, lo que ayuda a tomar decisiones informadas y a detectar posibles inconvenientes antes de iniciar la construcción. Además, las simulaciones en 3D permiten a diseñadores e ingenieros evaluar el comportamiento de materiales y sistemas bajo diferentes condiciones, asegurando que el diseño sea adecuado y eficiente.

En resumen, la aplicación de BIM desde el diseño hasta la operación final no solo mejora la eficiencia del proceso constructivo, sino que también promueve la colaboración, la optimización de recursos y la sostenibilidad, convirtiéndose en una herramienta fundamental para proyectos de regeneración urbana y desarrollo sostenible.

Marco Histórico

Como primera medida, el patrimonio ferroviario en Colombia es un componente crucial de la historia del país que ha reflejado su evolución no solo económica sino social, desde la llegada del ferrocarril en el siglo XIX, estas infraestructuras han sido vitales para conectar regiones, pero su abandono ha llevado a una pérdida significativa de espacio público y ha afectado negativamente las comunidades urbanas. La construcción de ferrocarriles en Colombia comenzó a mediados del siglo XIX, de proyectos emblemáticos como Ferrocarril de Antioquia, inaugurado en 1880, estas obras fueron fundamentales para el desarrollo del sector agrícola, especialmente del café, facilitando el transporte de productos hacia mercados

SINERGIA REGENERATIVA

nacionales e internacionales, según Fandiño (2007), el ferrocarril no sólo impulsó la economía, sino que también contribuyó a la creación de espacios públicos alrededor de estaciones, donde se fomentaban actividades sociales y comerciales.

Figura 2 Ferrocarril de Antioquia

Tomado de: Alponiente. (2016). *Desarrollo sobre rieles: el Ferrocarril de Antioquia*. <https://alponiente.com/desarrollo-rieles-ferrocarril-antioquia/>



A partir de la década de 1950, la situación del transporte ferroviario en Colombia cambió radicalmente debido al auge del transporte por carretera y la escasa inversión en el mantenimiento y modernización de las vías férreas. Según el Ministerio de Transporte, más del 80 % de la red ferroviaria dejó de operar, generando un vacío en el sistema de transporte y provocando el abandono de la infraestructura existente. Este deterioro no solo ha afectado la movilidad, sino que también ha impactado negativamente el desarrollo del espacio público, ya que las antiguas estaciones ferroviarias se han transformado en áreas olvidadas, disminuyendo las opciones de espacios recreativos y de encuentro comunitario. González (2019) señala que

SINERGIA REGENERATIVA

en Bogotá, este abandono ha profundizado el déficit de espacios públicos accesibles y funcionales, repercutiendo de manera negativa en la calidad de vida de sus habitantes.

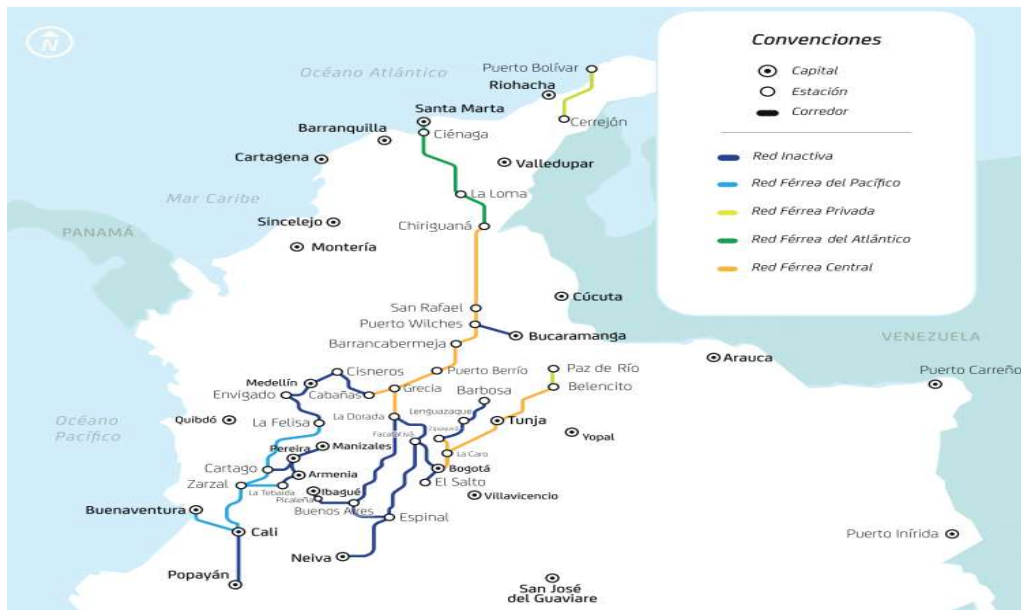
Como segunda medida, en la capital Bogotana, el impacto del abandono ferroviario es especialmente evidente, de modo que las antiguas vías, que antes servían como arterias de movilidad, han dejado espacios que a menudo permanecen vacíos o subutilizados, tal y como se menciona en el Plan Maestro Ferroviario:

Según el Ministerio de Transporte de Colombia, debido al abandono histórico de gran parte de la red ferroviaria, la falta de recursos para su control y la escasa integración en los procesos de ordenamiento territorial, se han producido invasiones en algunos tramos de la infraestructura, lo que ha incrementado la inseguridad y la accidentabilidad, dificultando la operación en las vías activas y agravando el deterioro de la red férrea inactiva (Ministerio de Transporte, 2021, p. 15).

Figura 3 Situación actual de la red ferroviaria en Colombia.

Tomado de: Plan Maestro Ferroviario . (23 de noviembre de 2020). Ministerio de transporte. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Plan-Maestro-Ferroviano.pdf>

SINERGIA REGENERATIVA



Según el Observatorio de Espacio Público de Bogotá y Álvarez (2019), la ciudad ha sufrido un abandono progresivo de sus espacios públicos, con más del 60% de ellos en condiciones deficientes debido a la falta de inversión y mantenimiento. Dado que la falta y la degradación de los espacios recreativos tienen un efecto perjudicial tanto en la salud física como mental, sobre todo en las comunidades más vulnerables que necesitan espacios seguros y accesibles, esta condición influye en la calidad de vida de las personas.

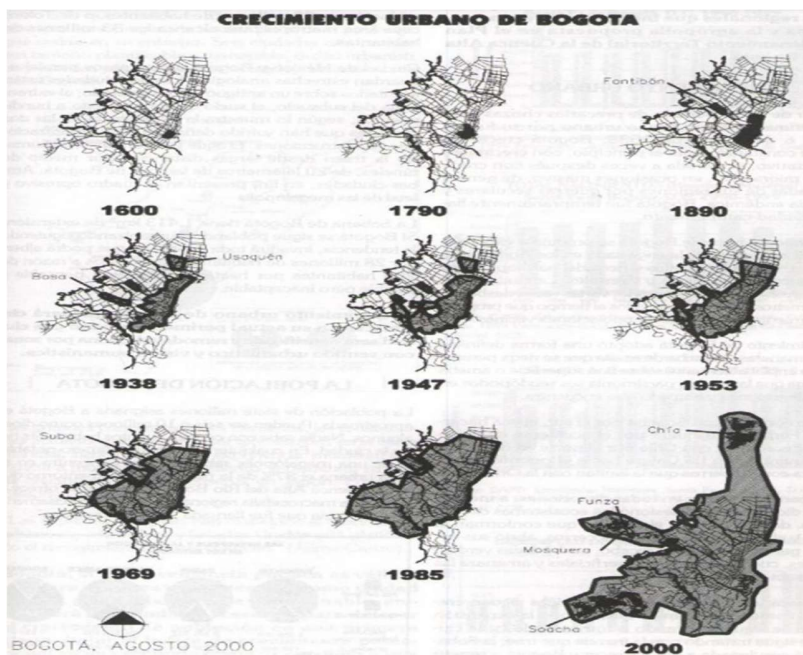
Durante la década de 1950, Bogotá experimentó un crecimiento urbano acelerado impulsado principalmente por la migración masiva desde zonas rurales hacia la ciudad. Para 1951, la población era aproximadamente de 1.2 millones y para 1973 supera los 3 millones de habitantes, lo que provocó la expansión desordenada de barrios, muchos de ellos construidos de manera informal y sin una planificación adecuada. Este crecimiento desmedido incrementó la demanda de servicios públicos, vivienda y espacios recreativos, sin embargo, la infraestructura urbana no logró seguir el ritmo, resultando en un notable abandono y deterioro

SINERGIA REGENERATIVA

de los espacios públicos. Según el Observatorio del Espacio Público de Bogotá (2019), más del 60% de los espacios públicos se encuentran en condiciones deficientes, lo que afecta la calidad de vida de los ciudadanos, especialmente en las comunidades más vulnerables, donde la falta de áreas recreativas seguras y accesibles impacta negativamente la salud física y mental (Secretaría Distrital de Planeación, 2019; Álvarez, 2019).

Figura 4 Crecimiento urbano de Bogotá desde el año 1600 al año 2000

Tomado de: Crecimiento Urbano de Bogotá. (s/f). Sociedad Geográfica de Colombia. <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/cuencap7.pdf>



Marco conceptual

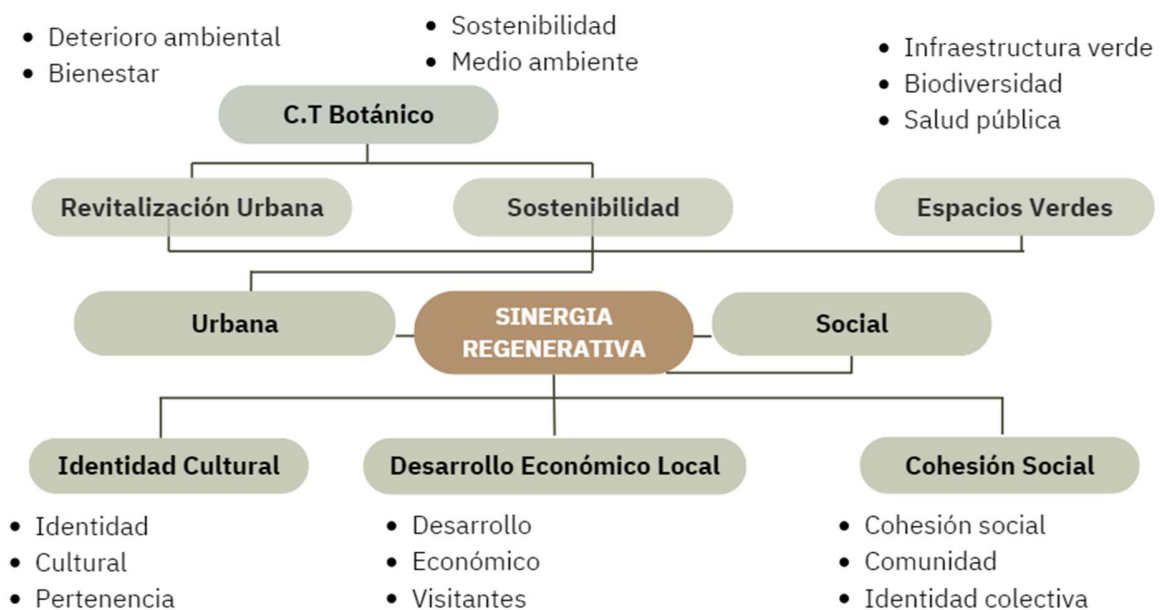
Los conceptos relativos a las metodologías de diseño aplicadas al espacio público, así como la dinámica social y cultural y el valor patrimonial de la infraestructura ferroviaria, son

SINERGIA REGENERATIVA

cruciales para el desarrollo de este proyecto de estudio. Al combinar diversas estrategias para crear una intervención cohesiva y duradera, se crea una articulación conceptual que apoya la idea de regeneración urbana. La ilustración que sigue sirve de ejemplo de ello.

Figura 5 Relación conceptual

Elaboración propia



Revitalización urbana

Según el urbanista Edward Glaeser (2011), las ciudades representan el motor económico, por lo que su revitalización resulta fundamental para mantenerlas como espacios dinámicos y sostenibles. Los residentes deben participar activamente en este proceso, y los sectores público y privado deben colaborar estrechamente. La revitalización urbana se entiende

SINERGIA REGENERATIVA

como una estrategia orientada a la renovación de zonas que han sufrido deterioro, abandono o declive. En línea con esto, el informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2019) señala que estas iniciativas buscan no solo mejorar la calidad de vida de los residentes, sino también impulsar el desarrollo económico y fomentar la sostenibilidad ambiental.

Sostenibilidad

La idea de sostenibilidad consiste en satisfacer las demandas actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Esta idea se basa en tres dimensiones interrelacionadas: económica, social y medioambiental. El Informe Brundtland de 1987 de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo afirma que la justicia social, la expansión económica y la preservación del medio ambiente deben equilibrarse para lograr la sostenibilidad (WCED, 1987). A todos los niveles, este método sienta las bases de planes y políticas que promueven un desarrollo auténticamente sostenible.

Espacios verdes

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), los espacios verdes desempeñan un papel fundamental en la promoción de la salud física y mental, al incentivar la actividad física, reducir el estrés y mejorar el bienestar emocional de las personas (OMS, 2016). Estos espacios pueden definirse como áreas urbanas o periurbanas que incorporan vegetación, tales como parques, jardines, plazas y zonas naturales. Son componentes importantes de la

SINERGIA REGENERATIVA

calidad de vida urbana y de la cohesión de la comunidad porque proporcionan una serie de ventajas ecológicas, sociales y psicológicas.

Identidad Cultural

Un elemento clave para fomentar el crecimiento sostenible y fortalecer el tejido social es la identidad cultural. Según la UNESCO (2001), la diversidad cultural debe considerarse un legado común de la humanidad, ya que su fomento y preservación no sólo realza las manifestaciones culturales, sino que también favorece el entendimiento y la convivencia entre las distintas culturas. En este sentido, un informe posterior de la Comisión de la UNESCO sobre la Diversidad Cultural (2002) señala que la identidad cultural desempeña un papel vital en el fomento de la cohesión social al potenciar el compromiso cívico y el sentimiento de pertenencia, componentes esenciales para alcanzar la estabilidad social y política.

Desarrollo económico local

Al reforzar la economía local, el desarrollo económico local conlleva un proceso global destinado a mejorar la calidad de vida de los residentes. Esta estrategia anima a los ciudadanos a participar activamente en la toma de decisiones y fomenta un ambiente favorable a la inversión y el emprendimiento. La Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE, 2012) afirma que el fomento de la innovación, la mejora de las infraestructuras locales y la formación del capital humano son componentes esenciales de un enfoque exitoso en este ámbito. Estos factores permiten no solo la creación de empleo y la expansión de las empresas cercanas, sino también una mejora general del nivel de vida de la comunidad.

Cohesión Social

La cohesión social es un elemento fundamental para el desarrollo sostenible y la estabilidad de las comunidades. De acuerdo con la Organización para la (OCDE, 2011), este concepto hace referencia a la capacidad de una sociedad para garantizar la inclusión de todos sus miembros en la vida social, económica y política, independientemente de sus diferencias sociales o económicas. En este sentido, la cohesión social no solo busca reducir las desigualdades estructurales, sino también fomentar la igualdad de oportunidades y fortalecer los vínculos entre los individuos, promoviendo así una ciudadanía activa y una convivencia armónica. Sociedades cohesionadas tienden a ser más resilientes y colaborativas, lo cual es crucial para enfrentar desafíos colectivos como la pobreza, la exclusión y la fragmentación urbana.

Marco referencial

Highline – Nueva York / James Corner F.O. y Diller Scofidio + Renfro

La High Route, que se extiende desde el Meatpacking District de Manhattan hasta los Hudson Rail Yards, es un parque público elevado construido sobre un antiguo trazado ferroviario ya desaparecido. Debido a su estado de abandono, esta infraestructura, que estuvo en uso de 1930 a 1980, estuvo en un principio destinada a ser eliminada. Sin embargo, se salvó y se convirtió en una zona verde gracias a la ayuda de la organización Friends of the High Line. Los estudios que demostraron que los efectos beneficiosos del parque para el entorno urbano, incluido el aumento del valor de las propiedades cercanas, superan el coste de la propiedad donde se encontraba el ferrocarril, llevaron a la decisión de mantenerlo intacto.

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 6 Paseo The High Line New York

Tomado de: "Paseo urbano" High Line, Nueva York (2023)

<https://arquitecturaviva.com/obras/paseo-urbano-high-line-nueva-york>



Con el fin de crear una serie de microclimas urbanos, este concepto reinterpreta la biodiversidad que se desarrolló de forma natural en la antigua vía férrea. Como el pavimento está hecho de grandes trozos de hormigón en forma de cuña, crea espacios donde puede crecer una flora endémica. Tumbonas construidas con gruesos tablones de madera y bancos que parecen crecer de la propia acera son ejemplos del mobiliario urbano. Un paseo seguro y cómodo es posible gracias a la iluminación, compuesta por luces LED sutilmente incorporadas a los antiguos raíles y colocadas por debajo de la línea de visión.

Con base en esta experiencia, la propuesta del proyecto Sinergia Regenerativa en la Estación Sabana adopta una lógica similar: se incorporan dinámicas naturales y paisajísticas para estructurar el espacio urbano, aprovechando tanto los componentes arquitectónicos

SINERGIA REGENERATIVA

existentes como los elementos patrimoniales. A través de esta integración, se buscan generar flujos que articulen múltiples actividades culturales y sociales, promoviendo así un entorno urbano para revitalizar, sostenible y en estrecha relación con su historia y biodiversidad.

Eastside City Park / Patel Taylor

El parque lineal ofrece aproximadamente 3,4 hectáreas destinadas al equipamiento público, constituyéndose como un componente esencial del Big City Plan en Birmingham. Este espacio se sitúa en el corazón del proyecto de regeneración urbana del Eastside, y ha sido diseñado como un lugar de encuentro, descanso y disfrute, caracterizado por un paisaje vibrante en colores y aromas. Al mismo tiempo, este parque cumple una doble función: actúa como punto focal del distrito y como eje principal de circulación peatonal, lo cual no solo facilita la conectividad urbana, sino que también estimula la llegada de visitantes, promueve la prosperidad económica de la zona y sirve de catalizador para el desarrollo de nuevos proyectos urbanos.

Figura 7 Eastside City Park / Patel Taylor

Tomado de: Patel Taylor (2013), <https://pateltaylor.co.uk/works/landscape/eastside-city-park>

SINERGIA REGENERATIVA



El diseño de este parque sigue la estrategia de crear una secuencia de espacios definidos con un recorrido lógico y placentero entre ellos, pero con una superposición de significados adicionales, ya que funcionan de manera diferente en las direcciones longitudinal y transversal. La longitud del parque se presta a una narrativa continua, mientras que en su dimensión más corta es más un momento verde en un viaje por la ciudad, ya sea que se disfruten como una secuencia o individualmente, los espacios del parque crean una variedad de conexiones topográficas, históricas y formales con la ciudad.

Este referente se integra con el proyecto de tal modo que se utiliza la naturaleza como un componente que ayuda a diferenciar espacios, vistas directas, y que a su vez proporciona refugio y cierre.

Marco legal

Con el objetivo de desarrollar ópticamente metodologías y estrategias de diseño en relación con la dinámica y funcionalidad de su entorno, las normativas de las múltiples ramas utilizadas en el proyecto se reflejan dentro del marco legal tal y como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Diagrama marco legal.

SINERGIA REGENERATIVA

Adaptado de: "Constitución política de Colombia". S.f. <https://acortar.link/FuTQpv> ; "Decreto 2811 de 1974". <https://acortar.link/CcY8h3> ; "Decreto 1504 De 1998" <https://acortar.link/AQNVNo> ; "Ley 388 de 1997" <https://acortar.link/m8ZrK7> .

LEY	CARACTERÍSTICA
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991	ARTÍCULO 79. Todo el mundo tiene derecho a vivir en un entorno sano. La legislación debe garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar. Proteger la diversidad e integridad del medio ambiente, preservar las regiones de especial importancia ecológica y fomentar la educación son responsabilidades del Estado.
DECRETO 2811 DE 1974	El resultado es la promulgación del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente. El medio ambiente es un recurso compartido. Su gestión y preservación, de valor público e interés social, requieren la implicación tanto del Estado como de los particulares.
DECRETO 1504 DE 1998	Regular la gestión del espacio público mediante la ordenación del territorio. La integridad del espacio público y su uso previsto para el público en general son responsabilidad del Estado, que prevalece sobre los intereses privados. en el desempeño de la función pública del urbanismo. La planificación, construcción, mantenimiento y salvaguarda del espacio público debe primar sobre otros usos del suelo en municipios y distritos.

LEY 388 DE 1997	<p>ARTÍCULO 3.- Función pública del urbanismo. Todo el proceso de planificación urbanística y rural es una función pública.</p> <p>ARTÍCULO 8.- La acción urbanística está contemplada. La acción urbanística de las entidades distritales y municipales sirve a la finalidad pública de la ordenación del territorio municipal o distrital.</p> <p>ARTÍCULO 9.- Plan de Ordenamiento Territorial. La herramienta fundamental para crear el proceso de ordenamiento territorial municipal es el plan de ordenamiento territorial, el cual se exige a los municipios y distritos para la aplicación de esta ley y se menciona en el artículo 41 de la Ley 152 de 1994.</p> <p>ARTÍCULO 19.- Planes parciales. Tanto el Decreto Nacional 4300 de 2007 como el Decreto Nacional 2181 de 2006 lo regulan parcialmente. Se denominan planes parciales a los instrumentos utilizados para elaborar y complementar las previsiones de los planes de ordenación para determinadas regiones de suelo urbano y zonas incluidas en suelo de expansión urbana.</p>
ODS - OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	<p>Como parte de una nueva estrategia de desarrollo sostenible, el 25 de septiembre de 2015 los líderes mundiales acordaron una serie de objetivos globales para acabar con la pobreza, salvaguardar el medio ambiente y garantizar la prosperidad para todos.</p>
ANTECEDENTE ISO 19650	<p>Una norma internacional llamada ISO 19650 establece las directrices y normas para la gestión de la información utilizando la técnica BIM a lo largo de un proyecto de construcción. Esta norma se creó para garantizar que los proyectos se gestionan con éxito y eficacia, fomentando la cooperación entre todas las partes interesadas, maximizando el flujo de información y garantizando la calidad de los datos durante las fases de diseño, construcción y explotación.</p>
ISO 19650-1: 2018	<p>Las ideas y reglas para una gestión de la información más precisa, eficiente y colaborativa las proporciona la norma ISO 19650--1, crucial para el éxito de la aplicación del BIM en los proyectos de construcción. Esta norma aumenta en gran medida la eficiencia de los proyectos de construcción, reduce la posibilidad de errores y malentendidos, y optimiza los gastos y los plazos de ejecución fomentando el desarrollo de un modelo digital común y una planificación exhaustiva de la gestión de la información.</p>

SINERGIA REGENERATIVA

ISO 19650-2: 2018

Al hacer hincapié en el valor de una gestión adecuada de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto, la norma contribuye a crear proyectos más **colaborativos, eficientes y sostenibles**. Además de optimizar la fase de construcción, la norma **ISO 19650-2** sienta las bases de un modelo de gestión de la información que puede utilizarse en fases posteriores del proyecto.

RESOLUCIÓN 0441 DE 2017 – MINISTERIO DE CULTURA DE COLOMBIA

Crea las bases legales para la gestión y preservación del patrimonio cultural en las áreas de restauración urbana y arquitectónica. En concordancia con los lineamientos establecidos por el **Ministerio de Cultura** y las políticas del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), esta normativa fue creada para orientar el proceso de intervención de los bienes culturales y patrimoniales, fomentando su conservación, restauración y uso adecuado.

CAPÍTULO IV: Metodología Aplicada

Técnicas de investigación

Dado que el proceso de investigación implica una búsqueda exhaustiva y en profundidad de información desde múltiples puntos de vista, comienza haciendo hincapié en el estudio de casos. Esto permite reunir muchos datos, lo que facilita su análisis detallado, la toma de decisiones bien informadas y la optimización de los procesos implicados. Esto ayuda a elaborar un diagnóstico claro de las condiciones del entorno, y el análisis pretende determinar la relación entre las variables sociales y urbanas en el contexto concreto.

La condición actual del espacio público y sus componentes urbanos, reflejo de las dinámicas sociales, económicas y ambientales que afectan la calidad de vida de las comunidades y el funcionamiento del entorno urbano, es analizada mediante un estudio cualitativo y cuantitativo previo para desarrollar la propuesta de revitalización urbana.

La recopilación de datos de encuestas es la base del enfoque cuantitativo, que también se apoya en el análisis de documentos y en un minucioso estudio bibliográfico. Esto nos permite analizar los resultados y aplicar métodos de diseño de espacios públicos teniendo en cuenta las condiciones y dinámicas ambientales actuales, así como factores urbanos, bioclimáticos, sociales, salud, deportivos y sanitarios.

Por otro lado, el enfoque cualitativo se fundamenta en un análisis detallado del entorno y de las dinámicas urbanas vinculadas al proyecto, empleando técnicas que permiten una aproximación profunda al contexto social. Mediante el trabajo de campo, se recopilan

SINERGIA REGENERATIVA

observaciones directas y se llevan a cabo entrevistas con la población objetivo, facilitando la obtención de datos de manera objetiva y clara.

Propuesta metodológica

El diseño metodológico se estructura inicialmente en tres etapas principales y se fundamenta en un conjunto de estrategias, herramientas y enfoques que facilitan la consecución de los objetivos especificados.

En el primer paso se lleva a cabo una observación exhaustiva de la región investigada para evaluar y analizar su estado actual, teniendo en cuenta tanto los factores sociales como los físicos. Mediante la recopilación de información de fuentes originales, también se investigan las conexiones primarias, la organización del espacio público y las condiciones medioambientales y bioclimáticas.

El objetivo principal es integrar esta dinámica en el entorno actual, aumentando la cobertura de espacio público de la zona, explorando en la segunda fase diversos enfoques de diseño del espacio público que tengan en cuenta factores sociales, paisajísticos y culturales.

La tercera fase, que incorpora el diseño de un centro para la conservación y recuperación de la flora como componente crucial para el desarrollo cultural, se centra en la definición y el diseño de espacios, así como en la proyección de la revitalización urbana haciendo hincapié en el espacio público. Pretende mejorar los elementos paisajísticos, las infraestructuras ferroviarias y el desarrollo económico.

SINERGIA REGENERATIVA

En resumen, este enfoque metodológico permitirá desarrollar factores significativos que fortalezcan los sectores sociales, culturales, y económicos que promuevan la integración de los diferentes aspectos urbanos de la zona.

Métodos e instrumentos metodológicos

Para desarrollar las distintas etapas se realiza una excursión sobre el terreno al lugar de la investigación. Para llevar a cabo una investigación exhaustiva del entorno físico y urbano, se recorre toda la zona de la estación de Savannah, incluidos los límites internos y externos de la región, así como sus características arquitectónicas actuales.

Tabla 2 Metodología Objetivo 1

Elaboración propia

Etapa uno- Problemáticas de abandono de infraestructuras y espacio público

OBJETIVO	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS
Analizar las características demográficas del lugar, tales como la población, sus hábitos, características socioeconómicas y patrones de movilidad para comprender las necesidades que existen en torno al espacio urbano y su funcionalidad.	<ul style="list-style-type: none">* Trabajo de campo* Método de observación* Recorrido por el Estado de La Sabana* Contacto con la población* Visitas a lugares de influencia* Recorrido fotográfico y videos	<ul style="list-style-type: none">* Entrevistas con los residentes internos y externos del inmueble* Vídeos de apoyo al sector* Pruebas fotográficas* Búsquedas en bases de datos documentales* Base de datos de jardines botánicosMapas geográficos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y cartografía de Google Earth.

SINERGIA REGENERATIVA

Tabla 3 Metodología Objetivo 2

Elaboración propia

Etapa dos- Diseño de espacios en base a su valor paisajístico

OBJETIVO	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS
Diseñar espacios públicos flexibles y multifuncionales a través de la metodología BIM que contemplen distintas configuraciones de uso, asegurando que las instalaciones sean funcionales y fáciles de modificar a lo largo del tiempo, optimizando recursos y mejorando la experiencia de los usuarios en estos espacios dinámicos.	<ul style="list-style-type: none"> * Conexión con la teoría de la sinergia regenerativa * Método de dinámica interna La interacción entre el entorno y la dinámica 	<ul style="list-style-type: none"> * Borradores y bocetos * Tensiones en las regiones de influencia * Rutas plantadas * La conexión entre accesibilidad, cohesión social y actividad económica

Tabla 4 Metodología objetivo 3

Elaboración propia

Etapa tres- Diseño de espacio público multifuncional

OBJETIVO	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS
Diseñar espacios dedicados al desarrollo de jardines comunitarios a través de BIM, para sí modelar y simular la distribución y disposición de los mismos, optimizando el uso del espacio y los recursos.	<ul style="list-style-type: none"> *Evaluación de un componente de los elementos existentes * Relación y observación con la infraestructura ferroviaria *Análisis de fuentes bibliográficas 	<ul style="list-style-type: none"> * Búsqueda de vegetación cercana * Regulación del espacio público * Análisis de suelos y masas * Análisis bioclimático * Búsqueda virtual de hipótesis de sinergia regenerativa

CAPÍTULO V: Análisis de desarrollo de proyecto

Análisis poblacional objetivo

Todas las personas, independientemente de su edad, género o condición social, podrán acceder y utilizar la iniciativa de regeneración urbana. Mediante la inclusión de espacios recreativos, deportivos, educativos y de esparcimiento, su objetivo es crear un entorno urbano que fomente la integración y el bienestar de todos los miembros de la comunidad. Esto no sólo fortalecerá el medio ambiente, sino que también fomentará la recreación, la apropiación social de su patrimonio y el desarrollo económico de los ciudadanos.

Se plantean una variedad de instalaciones que respondan a las necesidades y preferencias de cada grupo etario, desde áreas para niños y adolescentes, con juegos interactivos y zonas deportivas, hasta espacios para adultos mayores, con circuitos de ejercicio al aire libre y áreas de descanso, además, los espacios recreativos serán diseñados para ser seguros y accesibles, fomentando el cuidado del patrimonio y la flora como parte de un estilo de vida integral para todos, transformando

La propuesta de renovación urbana busca transformar el espacio público en un lugar dinámico y multifuncional, donde cada miembro de la comunidad pueda disfrutar de actividades que fomenten el bienestar físico y mental, fortaleciendo así los lazos sociales y creando un entorno más saludable, inclusivo y equilibrado para la comunidad en su conjunto.

Figura 8 Población objetivo

Elaboración propia



Localización

El proyecto está ubicado en la localidad de Los Mártires, un área estratégica de la ciudad que se encuentra entre la Calle 14 y la Calle 16, con las carreras 19D y 19A delimitando su perímetro. Esta zona está cerca de la estación de La Sabana, lo que otorga una excelente conectividad y permitiendo que los residentes y visitantes se desplacen con mayor facilidad mediante el uso del transporte público.

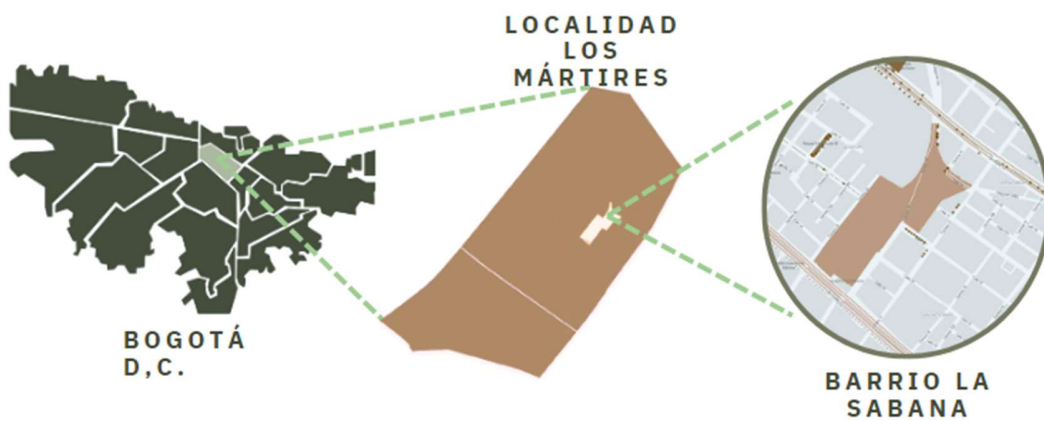
El emplazamiento, situado en el centro de una zona urbana con gran actividad comercial, residencial y de tránsito, presenta una fantástica oportunidad para rejuvenecer la zona pública y mejorar la calidad de vida tanto de los habitantes como de los turistas. Además de facilitar el acceso a los servicios y las oportunidades recreativas que se construirán dentro de la zona de intervención, el proyecto tiene el potencial de conectar significativamente diferentes partes de la ciudad debido a su proximidad a la estación de La Sabana, un importante centro de tránsito.

SINERGIA REGENERATIVA

Este contexto urbano permite aprovechar al máximo los recursos disponibles, mejorando la infraestructura existente y creando un entorno más accesible y funcional tanto para los residentes del área como para aquellos que se movilizan por la zona a diario.

Figura 9 Localización

Elaboración propia



Estructura de movilidad principal

Debido a su cercanía con uno de los principales centros de transporte de la ciudad, la estación La Sabana de Bogotá conecta una variedad de opciones de transporte, incluyendo buses, trenes y taxis, convirtiendo la zona en un punto neurálgico para la movilización de personas tanto dentro como fuera de la ciudad. Esto hace de la zona de vías y movilidad cercana a la estación La Sabana de Bogotá un lugar de alto tráfico vehicular y peatonal. Sin embargo, la accesibilidad y la congestión son dos de los principales problemas que trae consigo este enorme volumen.

SINERGIA REGENERATIVA

En primer lugar, las vías cercanas, como las carreras 19D y 19A, así como las calles 14 y 16, son de alta demanda vehicular, lo que genera embotellamientos durante las horas pico, limitando la fluidez del tráfico y aumentando los tiempos de desplazamiento, este tipo de congestión impacta no solo la movilidad de los vehículos, sino también la experiencia peatonal, ya que los transeúntes deben compartir las mismas rutas con los vehículos en condiciones no siempre seguras.

Otro aspecto importante para considerar es la infraestructura peatonal; si bien la zona tiene una considerable actividad peatonal, las aceras y cruces peatonales a menudo no están adecuadamente acondicionados para facilitar el tránsito seguro y cómodo de las personas, la falta de señalización adecuada, de espacios para esperar el paso seguro y la congestión en las aceras representan barreras para una movilidad eficiente, especialmente para personas con discapacidad, adultos mayores o aquellos con movilidad reducida.

Figura 10 Análisis de movilidad

Elaboración propia



Estructura ecológica principal

El estudio sobre el desarrollo ecológico en la estación de La Sabana, Bogotá, identifica diversos retos y oportunidades vinculados con la sostenibilidad y la incorporación de elementos naturales en un entorno urbano densamente poblado. Esta zona, situada en un nodo clave del transporte urbano, enfrenta presiones derivadas del crecimiento acelerado, la expansión de infraestructuras y la concentración de actividades comerciales e industriales. No obstante, también ofrece un gran potencial para aplicar estrategias ecológicas que contribuyan a mejorar la calidad ambiental y aumentar la resiliencia del espacio.

SINERGIA REGENERATIVA

En primer lugar, la ausencia de espacios verdes y la escasez de vegetación en los alrededores de la estación de La Sabana constituyen importantes retos ecológicos. La expansión de las infraestructuras y la densa urbanización han reducido la cantidad de espacios naturales, lo que repercute tanto en la biodiversidad como en la calidad del aire y el confort térmico de la zona. Esta deficiencia limita las oportunidades de ocio y esparcimiento al aire libre, cruciales para el bienestar de los residentes y usuarios.

A pesar de ello, esta región tiene un gran potencial de crecimiento ecológico. En primer lugar, su proximidad a la estación de La Sabana brinda la oportunidad de incorporar proyectos de infraestructura verde que mejoren la conexión de la ciudad con las zonas naturales. Estos proyectos podrían incluir la creación de jardines verticales, parques urbanos y corredores ecológicos que aumenten la vegetación. Además, la incorporación de espacios verdes puede mejorar la calidad del aire y disminuir el efecto isla de calor urbano, habitual en zonas con alta densidad de edificación y escasa vegetación.

Por último, un proyecto que busque el equilibrio entre la conservación del medio ambiente y el desarrollo urbano podría promover el uso de recursos sostenibles, como materiales reciclados, y el despliegue de tecnologías de energías renovables. Un Centro para la Conservación y Recuperación de la Flora también ayudaría a reducir los efectos negativos de la urbanización en el medio ambiente, a la vez que mejoraría la vida de los lugareños al ofrecer zonas de descanso y ocio.

Figura 11 Estructura ecológica principal

Elaboración propia



Análisis Bioclimático

El análisis bioclimático es un componente fundamental utilizado en el diseño arquitectónico sostenible, ya que permite el uso de los recursos naturales para mejorar el confort térmico y reducir el impacto ambiental es así como se han considerado diversas estrategias bioclimáticas para garantizar un diseño eficiente y armonioso con el entorno.

Cabe mencionar que Bogotá está alrededor de 2.640 msnm, tiene un clima templado de montaña, con temperaturas entre 7°C y 20°C en promedio; su radiación solar es muy alta; su humedad relativa, variante; su precipitación, entre moderada y alta durante todo el año, todo esto condiciona las estrategias de diseño del Centro de conservación y recuperación de la flora,

SINERGIA REGENERATIVA

ya que el análisis del sitio mostró que el proyecto debía protegerse del viento frío dominante proveniente del este y capturar para minimizar á ficamente la utilización de su energía pasiva.

Figura 122 Análisis velocidad del viento

Elaboración propia

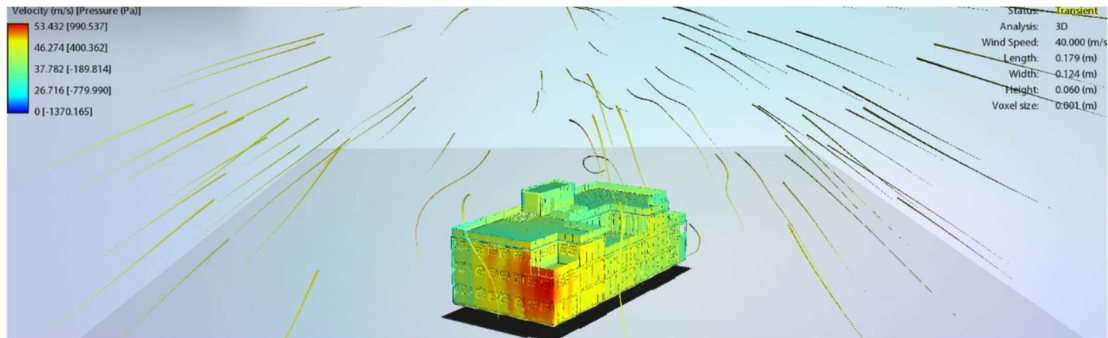


Figura 13 Análisis Temperatura 9 am

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 14 Análisis Temperatura 12:30 pm

Elaboración propia



Figura 15 Análisis Temperatura 4 pm

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Para mejorar la inercia térmica y evitar fluctuaciones extremas de temperatura en el interior del Centro de conservación y recuperación de flora, se incorporan materiales como tierra compactada, ladrillo y concreto con aditivos naturales. Adicionalmente, debido a que Bogotá tiene un régimen de lluvias constante, se utiliza la recolección y almacenamiento de agua lluvia para el suministro de riego. Estas estrategias incluyen la orientación estratégica del proyecto que maximiza la captación de radiación solar en las fachadas clave, minimiza el impacto de los vientos fríos y se desarrolla alrededor de patios verdes que favorecen la ventilación cruzada y el control térmico pasivo.

del Centro de conservación, se integran sistemas de filtración y almacenamiento para su uso eficiente en las áreas de conservación y jardines, por último, se prioriza el uso de iluminación natural mediante tragaluces, ventanas estratégicamente ubicadas y superficies reflectantes para reducir el consumo energético y la ventilación cruzada se optimiza a través de la disposición de aberturas que permiten la renovación constante del aire.

En conclusión, el diseño del Centro de Conservación y Recuperación de Flora no sólo ayuda a revitalizar el ecosistema urbano, sino que también sirve como zona educativa y recreativa de la comunidad. El uso de estrategias bioclimáticas demuestra la dedicación del proyecto a la sostenibilidad y ofrece un modelo de arquitectura adaptada al entorno local. Combinando soluciones pasivas y activas, el proyecto pretende reducir su impacto ambiental y proporcionar una zona resistente y útil para la ciudad.

BIC- Patrimonio

Resulta fundamental destacar que los bienes de interés cultural ubicados en los alrededores de la estación de La Sabana en Bogotá representan un patrimonio invaluable, cuyo cuidado y conservación son esenciales para preservar la identidad histórica y arquitectónica de la zona, en el cual se percibe un legado cultural e histórico de gran valor e importancia a la hora de describir la cultura la ciudad; al encontrar en una zona con una gran actividad ferroviaria y comercial, allí se ha desarrollado una serie de edificaciones y espacios públicos con un alto grado de patrimonialización como evidencia de la evolución de la ciudad, en especial durante los siglos XIX y XX. Pero la integración de los bienes culturales dentro de un espacio urbano en cambio permanente supone un reto importante no sólo para la conservación de los mismos, sino también para su adaptación a los nuevos usos urbanos.

Algunos de los bienes de interés cultural más importantes situados en esta zona son la Estación de La Sabana, un referente del patrimonio arquitectónico de la ciudad, caracterizada por su estructura arquitectónica histórica por ser importante para el desarrollo de los transporte ferroviario Colombia, esta estación ferroviaria no sólo constituye una pieza de gran importancia para la infraestructura de transporte, sino que también se trata de un punto repleto de historias que representan el crecimiento y la evolución de la ciudad, así como su conexión con otras regiones del país, además de la estación, el área circundante alberga varias edificaciones de valor arquitectónico, muchas de las cuales están relacionadas con el auge de la actividad industrial y comercial en la capital durante los últimos siglos, sin embargo, muchas de

SINERGIA REGENERATIVA

estas construcciones enfrentan problemas de conservación debido al abandono, la falta de mantenimiento adecuado y el impacto de las nuevas construcciones que alteran el entorno histórico, la presencia de estos bienes culturales también está amenazada por la expansión de la infraestructura moderna, compromete tanto su solidez estructural como su capacidad para funcionar en el entorno urbano moderno.

Sin embargo, se logran identificar grandes oportunidades para integrar estos bienes de interés cultural en el desarrollo de este proyecto de renovación urbana, ya que la estación de La Sabana y los edificios circundantes podrían rehabilitarse para recuperar su valor histórico, convirtiéndose en espacios multifuncionales que no solo preservan el patrimonio, sino que también respondan a las necesidades actuales de la comunidad.

Figura 16 Bienes de interés cultural

Elaboración propia



Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Con el fin de abordar los problemas más acuciantes a los que se enfrenta el mundo, como la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, la paz y la justicia, y la sostenibilidad medioambiental, todos los países miembros de la ONU aprobaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en 2015. En el marco de la colaboración internacional, pretenden salvaguardar la justicia social, promover un desarrollo económico inclusivo y sostenible y proteger el medio ambiente (ONU, 2015).

Objetivo 5: “Igualdad de género”

Buscar a todas las mujeres y niñas y alcanzar la igualdad de género. Sus principales objetivos son poner fin a la violencia y la discriminación, garantizar la igualdad de acceso a los recursos y las oportunidades, y fomentar la plena participación de las mujeres en la vida pública, política y económica. Además, apoya el acceso a la educación, el trabajo y la toma de decisiones, así como la salud y los derechos sexuales y reproductivos (ONU, 2015).

Objetivo 7: “Energía asequible y no contaminante”

Se orienta a garantizar que todo el mundo tenga acceso a una energía moderna, asequible, fiable y sostenible. Con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y frenar el cambio climático, pretende promover las tecnologías limpias, impulsar la eficiencia energética y emplear más fuentes de energía renovables. Además, pretende proporcionar acceso a servicios energéticos sostenibles a las comunidades en situación de riesgo (ONU, 2015).

SINERGIA REGENERATIVA

Objetivo 13: “Acción por el clima”

Promover la puesta en marcha de acciones inmediatas para contrarrestar el cambio climático y sus efectos. Con el fin de cumplir los acuerdos internacionales para limitar el calentamiento global, implica mejorar la educación y la concienciación sobre el clima, reforzar la capacidad de adaptación de las naciones, fomentar acciones para mitigar las emisiones, promover políticas de resiliencia climática y acelerar la transición hacia energías limpias (ONU, 2015).

Objetivo 15: “Vida de ecosistemas terrestres”

Buscar a preservar, recuperar y fomentar el uso sostenible de los ecosistemas terrestres. Implica restaurar los ecosistemas dañados, gestionar los bosques de forma sostenible y detener la deforestación, la desertificación y la pérdida de biodiversidad. El objetivo es garantizar la disponibilidad y la salud a largo plazo de los recursos naturales mediante una gestión responsable, fomentando así la sostenibilidad medioambiental y el bienestar de las generaciones futuras (ONU, 2015).

CAPÍTULO VI: Desarrollo del proyecto

Concepto inicial

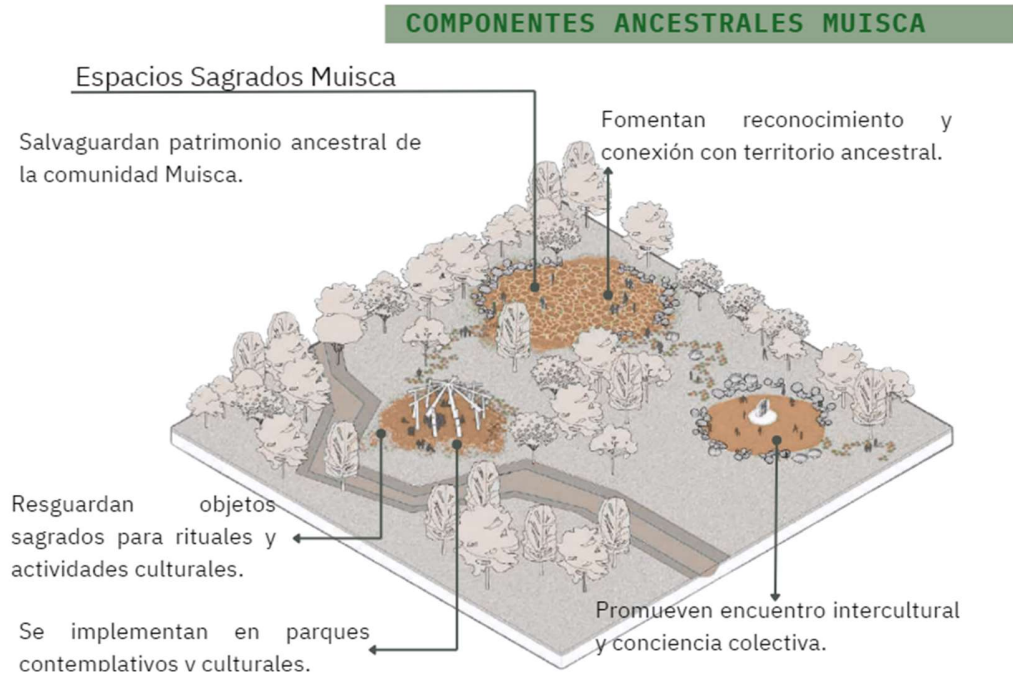
Bjarke Ingels, fundador del estudio BIG (Bjarke Ingels Group), ha resaltado la relevancia de la sinergia en la arquitectura y el diseño urbano. Según Ingels, la creación de nuevas ideas y el logro en las iniciativas arquitectónicas no derivan exclusivamente de ideas individuales, sino de la interacción dinámica entre múltiples elementos y disciplinas. La arquitectura, en su enfoque, debe integrar de manera equilibrada tecnología, naturaleza, sociedad y cultura, con el objetivo de crear diseños funcionales, sostenibles y adaptados a las necesidades contemporáneas (Bjarke Ingels Group, s.f.).

En su enfoque, la sinergia se refiere a una colaboración más allá de los equipos de trabajo, sino a una combinación armónica de ideas, materiales, soluciones y contextos, al juntar estos elementos, el resultado no solo es la combinación de los componentes, sino que resulta en un valor más grande y complicado que ayuda tanto al entorno como a las personas que se relacionan con el área, de esta manera, este enfoque busca principalmente desarrollar proyectos que sean creativos, flexibles y que tengan la capacidad de provocar un efecto beneficioso en la sociedad y el ecosistema.

Para Ingels, la sinergia implica más que una colaboración convencional; representa la conjunción armoniosa de ideas, materiales, soluciones y contextos. Esta combinación genera un valor que excede la suma de sus partes, beneficiando tanto al entorno construido como a sus usuarios. El propósito es diseñar proyectos innovadores, flexibles y con impacto positivo en la comunidad y el medio ambiente (Bjarke Ingels Group, s.f.).

Figura 17 Concepto inicial

Elaboración propia



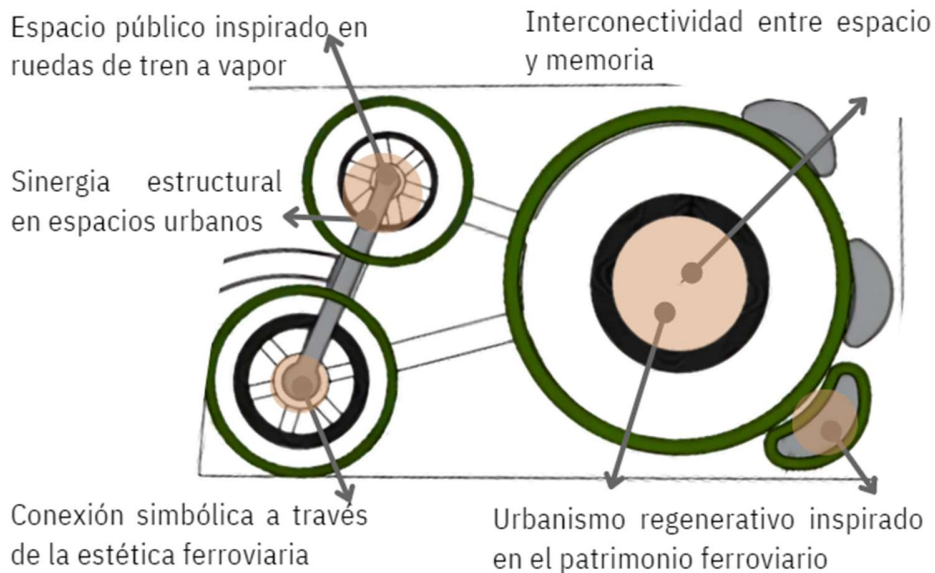
Pautas de diseño

El desarrollo de las pautas de diseño de este proyecto hace parte de un proceso fundamental para asegurar que los espacios creados no solo sean funcionales y estéticamente agradables, sino también sostenibles, accesibles y adaptados a las necesidades de la población objetivo, estas pautas guían cada fase del proyecto, desde la conceptualización hasta la construcción final, y se fundamentan en un conjunto de principios orientados a lograr equilibrar la creatividad con la resolución de problemas prácticos, desarrollado así:

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 18 Pautas de diseño

Elaboración propia

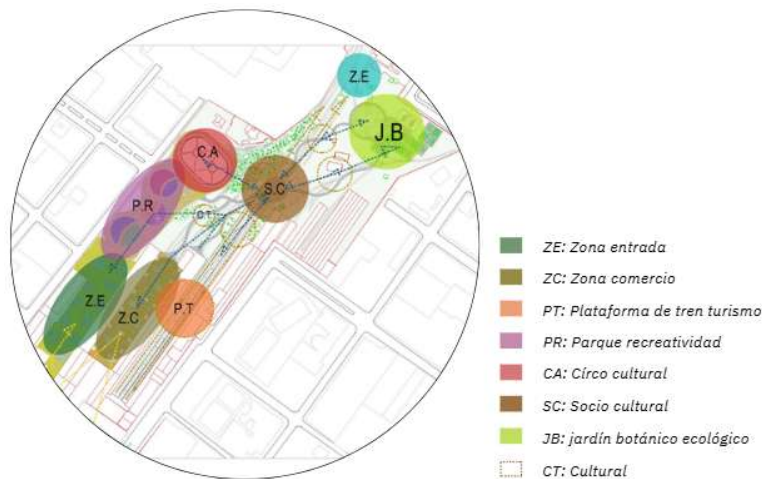


Organigrama urbanístico

Este proyecto urbano contempla la planificación y ejecución de acciones en el espacio público destinadas a elevar el bienestar de la comunidad favorecida, promoviendo la durabilidad y la utilización efectiva de los recursos, tras pasar por diferentes etapas, desde la investigación y análisis del área de intervención, pasando por el diseño conceptual y técnico, hasta la implementación y evaluación, considerando aspectos como la movilidad, la accesibilidad, el impacto ambiental, la funcionalidad de los espacios y las necesidades sociales de la comunidad, es así como para organizar y gestionar eficazmente el proyecto, se realiza un organigrama, que es una representación gráfica de la estructura del equipo de trabajo y las relaciones jerárquicas dentro del proyecto.

Figura 19 Organigrama del proyecto

Elaboración propia



Propuesta final

Para la elaboración de la propuesta final de diseño, se toman en cuenta aspectos fundamentales como la optimización del espacio público, el mejoramiento de la conectividad y accesibilidad, de la misma manera que se establece la creación de espacios verdes y la adición de instalaciones urbanas, que abarcan tanto zonas deportivas como recreativas. Asimismo, se llevan a cabo tácticas dirigidas a minimizar el efecto en el medio ambiente y a promover la implicación activa de los habitantes en el proceso de planificación.

El propósito principal es transformar el espacio en un lugar que promueva el bienestar social, impulse la sostenibilidad y atienda de manera eficiente las demandas de la población, configurando un entorno urbano dinámico, seguro y con capacidad de adaptación a las necesidades futuras.

Figura 20 Zona de espacio público

Zona de espacio público:



Esta zona está diseñada para fomentar la convivencia y el bienestar de la comunidad, combinando diferentes tipos de espacios que promuevan tanto el esparcimiento como el encuentro social, cuenta con un área recreo-deportiva, ideal para actividades al aire libre, deportes y ejercicio físico: el rincón literario ofrece un espacio tranquilo para la lectura y el disfrute cultural; el corredor impermeable está diseñado para gestionar el flujo peatonal de manera eficiente, mientras que los espacios públicos para el encuentro facilitan la interacción entre los ciudadanos en áreas abiertas y accesibles, además, la plaza Deichmann de recorrido urbano conecta estos elementos, ofreciendo un lugar de paso y descanso que invita a la exploración y el disfrute del entorno urbano.

Figura 21 Zona Comercial

Elaboración propia

Zona Comercial:



Esta zona busca crear un entorno urbano multifuncional y sostenible, integrando diversas áreas de uso comunitario, incluye un espacio cultural para actividades artísticas y recreativas, y un espacio de aprendizaje abierto que fomenta la educación informal. La arboleda proporcionará sombra y mejorará la calidad del aire, mientras que los alcorques ecológicos protegerán los árboles de manera sostenible; se instalarán luminarias eficientes para mejorar la seguridad nocturna, y pérgolas bioclimáticas ofrecerán sombra y confort, además, las plazoletas comerciales promoverán el comercio local, creando un espacio dinámico y accesible para la comunidad.

Figura 22 Zona jardín botánico

Elaboración propia

Zona Jardín botánico:

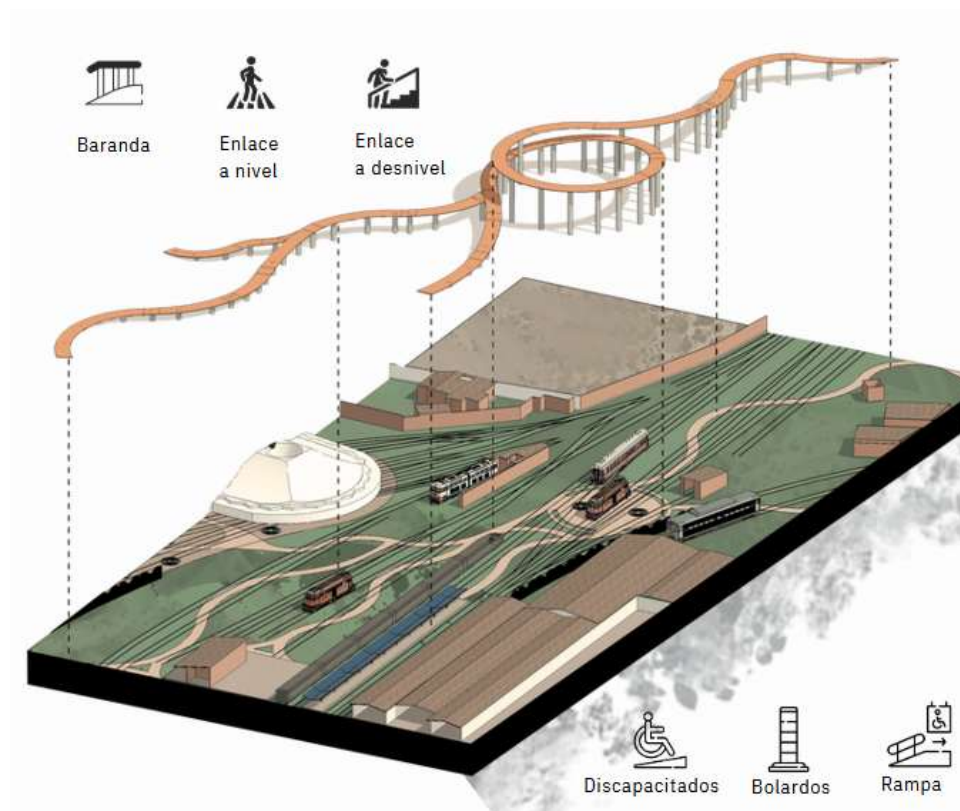


Esta zona está diseñada para ofrecer un entorno sostenible, accesible y educativo, ya que incluye baños públicos y servicios para el confort de los usuarios, junto con paneles fotovoltaicos que garantizan el uso de energía renovable. Las pérgolas bioclimáticas proporcionan sombra y bienestar, adaptándose al clima local. Se crean zonas específicas como una zona de ósea para actividades físicas y recreativas, y una zona de charlas y aprendizaje para fomentar la educación comunitaria. El jardín botánico ecológico promoverá la biodiversidad local, mientras que la arboleda generará un entorno verde, saludable y sostenible.

Figura 23 Zona interconexión del proyecto

Elaboración propia

Zona Interconexión del proyecto:

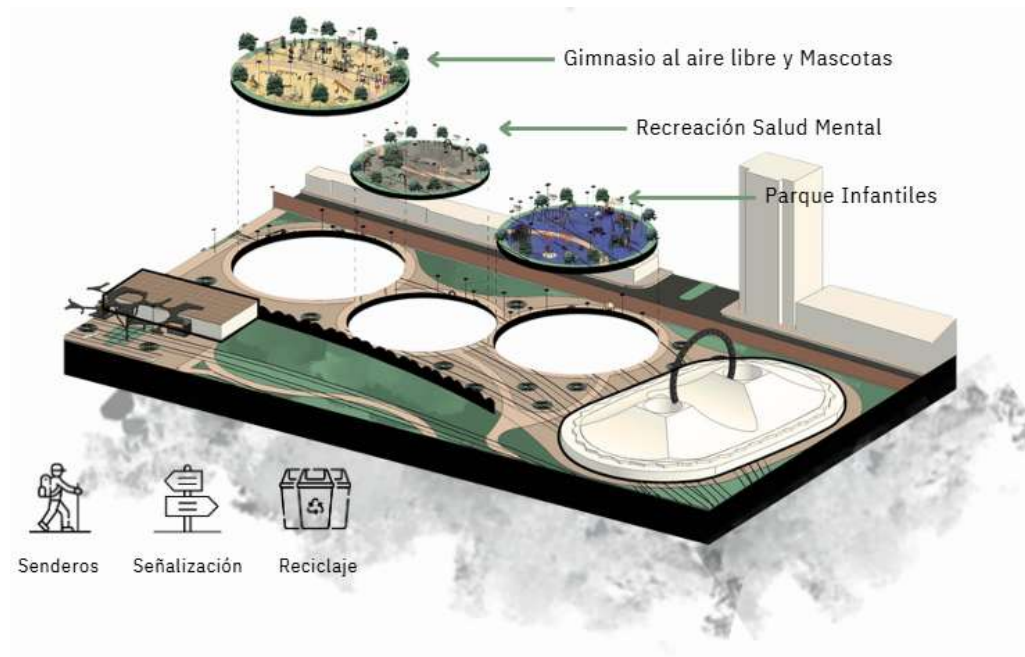


Este proyecto de espacio público incluye un puente que conecta de manera integral todas las áreas del espacio, ofreciendo una circulación fluida y accesible, el puente contará con barandas para seguridad, accesos para personas con movilidad reducida, asegurando la inclusión, y estará equipado con bolardos para proteger el área peatonal, además, se instalará una rampa que facilitará el acceso en todo el recorrido, garantizando la comodidad y el acceso seguro para todos los usuarios del proyecto.

Figura 24 Zona recreacional del proyecto

Elaboración propia

Zona recreacional:



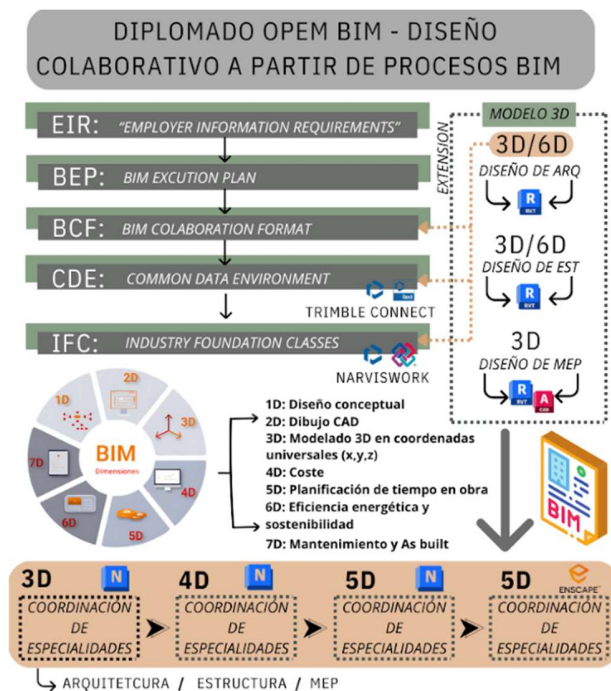
Esta zona busca promover la salud y el bienestar de la comunidad, ofreciendo diversas zonas de recreación y actividades. Incluye un gimnasio al aire libre para el ejercicio físico, un parque de mascotas donde los animales puedan disfrutar de un espacio adecuado, y áreas dedicadas a la recreación y salud mental, como zonas tranquilas para relajarse, los parques infantiles brindan un lugar seguro y divertido para los más pequeños, además, se instalarán senderos peatonales que faciliten la circulación, señalización clara para una orientación eficiente y papeleras de reciclaje para promover la sostenibilidad.

CAPÍTULO VII: Diseño colaborativo a partir de procesos BIM

El Modelado de Información para la Construcción (BIM, en inglés) y su uso en el desarrollo del Centro de conservación y recuperación de plantas para revitalizar la Estación de la Sabana en Bogotá ha facilitado una administración efectiva de la información, fomentando una mejor colaboración entre las diversas áreas implicadas y perfeccionando el diseño de las instalaciones, la implementación de BIM en este proyecto ha facilitado la integración de los sistemas constructivos, es así como gracias a esta metodología se han modelado con precisión las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, garantizando su eficiencia y minimizando interferencias durante la construcción y operación del Centro de conservación y recuperación de la flora.

Figura 25 Mapa mental diplomado BIM

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

En particular, en el proyecto, se enfoca especialmente en una sección que cuenta con un área de 553,000 m² llamada “Centro de conservación” en el cual se desarrolla la metodología BIM apoyado de un entorno digital de trabajo colaborativo, que no solamente ha optimizado el diseño arquitectónico, sino que a su vez ha permitido una gestión eficiente de datos, mejorando la coordinación entre las distintas disciplinas.

Figura 26 Localización del centro de conservación realizado con metodología BIM

Elaboración propia



Módulo 1: Presentación, Reglas, Criterios, Colaboración y Conectividad

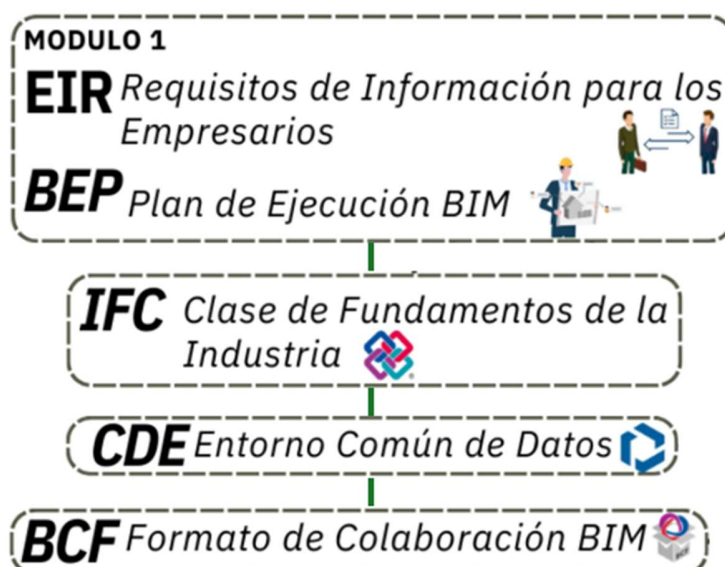
El Módulo 1 está orientado a formar una base sólida de principios básicos del diseño y la construcción; en este módulo se introducen todos aquellos conceptos que han de servir para entender el entorno técnico y profesional del sector y para el análisis de normativas y los estándares o "buenas prácticas" que estos establecen.

Se refleja la importancia del trabajo en equipo y la interoperabilidad entre disciplinas como requisitos de un desarrollo efectivo de cualquier proyecto, por lo que este primer módulo ha de sentar las bases de la comprensión práctica de los diversos componentes y cómo estos se relacionan y afectan el resultado de las iniciativas de construcción.

A continuación, se detalla el contenido que se abordará en esta etapa formativa.

Figura 27 Módulo 1: Introducción, Normas, Estándares, Colaboración y Capacidad de Intercambio

Elaboración propia



EIR, Employer Information Requirements (Requisitos de Información del Empleador)

En contexto de la metodología BIM, los requerimientos de Información del Empleador (EIR, del inglés Employer's Information Requests) se refieren a un documento clave a través del cual el cliente establece, desde las fases iniciales de un proyecto, qué información desea obtener con el fin de tomar decisiones hábiles a lo largo del diseño, operación, la construcción y mantenimiento de un activo.

El documento que representa los EIR, se convierte en una guía contractual y técnica que sirve de referencia para los diferentes agentes implicados respecto a qué tipo de información es, a partir de este punto, necesario generar y en qué momento, la finalidad de la producción de ese tipo de datos o información, en qué momento debe ser facilitada al cliente y en qué formato se ha de entregar; así, se asegura que la información producida en el entorno colaborativo de un BIM esté alineada con cuáles son los objetivos del proyecto y del cliente (Eastman et al., 2011).

El EIR, además, establece los criterios para el uso de herramientas digitales, los estándares de calidad, los protocolos de coordinación entre disciplinas y los flujos de trabajo colaborativos, su correcta elaboración permite minimizar errores, reducir retrabajos, facilitar la interoperabilidad entre plataformas y lograr una gestión eficiente de los activos construidos (ISO 19650-1:2018).

En resumen, los EIR no sólo especifican las expectativas sobre los entregables digitales del equipo de proyecto, sino que también son fundamentales para asegurar la transparencia, la supervisión de calidad y el seguimiento de los datos a lo largo de toda la duración del proyecto.

Figura 28 EIR objetivo del proyecto

Elaboración propia

EIR, Employer Information Requirements	
Técnico	
Objetivos del proyecto	La propuesta busca armonizar la arquitectura con el entorno natural mediante la aplicación de estrategias de diseño regenerativo y cultura solidaria que fomenten la biodiversidad y la integración paisajística.
Objetivos de BIM en el proyecto	Gestión sostenible de recursos, optimizando materiales y reduciendo desperdicios en el proceso de construcción y mantenimiento Simulación y visualización avanzada, facilitando la toma de decisiones informadas y la presentación del proyecto a diferentes actores.
Usos y alcances BIM	Arquitectura se requieren los usos 1,2,3,4,5,6,7,9,14,15 (ver USOS BIM).
LOD y LOI para cada especialidad y componente	Arquitectura, Los muros, Los piso, Ventana, Puerta, Cubierta, Losas de entrepisos, Vigas, Columnas deben ir en un LOD 350 y LOI A,B y C .
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	Plataforma colaborativa (Trimble connect 24/7), Software de modelado (Revit, AutoCAD 2D, Arquitectura, Estructura y MEP) y Software de Coordinación (Navisworks Manager,
Administrativo	
Estándares y normativas	ISO 19650, Resolución 0441-Plan BIM.
Roles y responsabilidades	Modelador BIM, Coordinador BIM y Diseñador BIM.
Segregación de información	Por niveles, Zonas, Modulo entre otros.
Plan de entregas	Semanal, Acorde a hitos
Plan de calidad	Revisión semanal entre especialistas
Comercial	
Plataformas de entrega de la información	CDE, Trimble Connect
Formatos de entrega	IFC, RVT

Roles BIM

En el contexto de la metodología BIM, los roles BIM son funciones clave que permiten organizar y gestionar de forma eficiente los datos digitales de los proyectos durante toda su duración, los roles BIM no sólo ajustan a perfiles técnicos, sino que también definen funciones e incluso responsabilidades, que permiten asegurar que una colaboración interdisciplinar mantenga los estándares establecidos y entregue modelos coherentes y útiles para el cliente.

En el desarrollo de este proyecto, se designan unos roles BIM para asegurar una correcta implementación, por ejemplo el de BIM Manager, que es el responsable de la implantación y el seguimiento de la estrategia BIM en el proyecto, define los flujos de trabajo, comprueba el cumplimiento de los estándares, gestionan los entornos comunes de datos (CDE)

SINERGIA REGENERATIVA

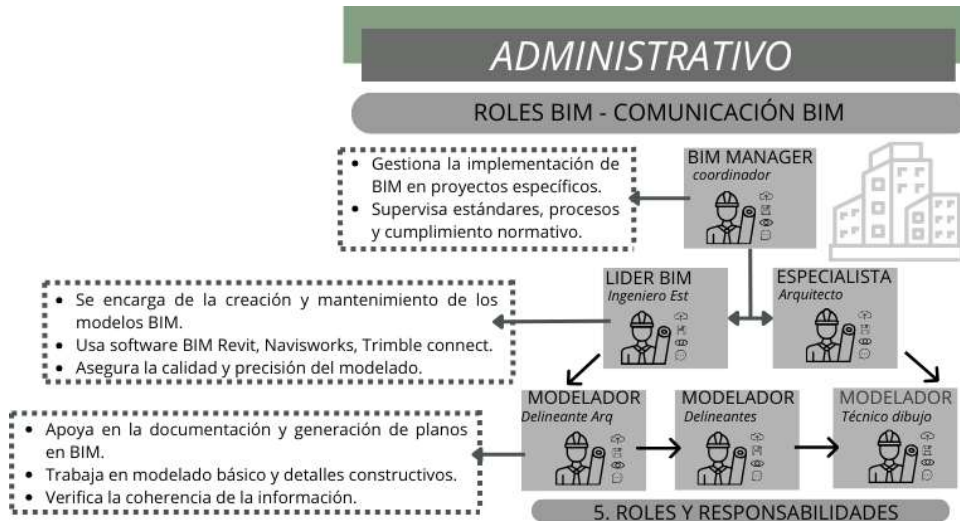
y vela para que el equipo y el trabajo estén coordinados, también es el vínculo directo con los requerimientos del cliente y que asegura el cumplimiento de los EIR (Employer Information Requirements) (BuildingSMART, 2020).

BIM Líder o BIM Specialist quien es el profesional encargado de la creación y desarrollo de los modelos digitales de información, utiliza software especializado (como Revit, ArchiCAD o Navisworks) para generar representaciones tridimensionales que incluyen no sólo geometría, sino también datos asociados al diseño, materiales, costos y fases constructivas (Eastman et al., 2011).

El Modelador BIM es un profesional especializado en la elaboración y administración de modelos digitales tridimensionales que representan de manera detallada los elementos constructivos de un proyecto. Estos modelos no solo contienen información geométrica, sino también información técnica, recursos, gastos y factores vinculados a cada fase del ciclo de vida del bien. Su trabajo se realiza mediante el uso de herramientas digitales avanzadas como *Autodesk Revit*, *Graphisoft ArchiCAD*, *Bentley OpenBuildings*, entre otros, en el marco de la metodología BIM Esta metodología facilita la colaboración entre distintas disciplinas y centraliza toda la información del proyecto en un entorno digital compartido (Eastman et al., 2011).

Figura 29 Roles BIM

Elaboración propia



BEP, BIM Execution Plan (Plan de Ejecución BIM)

El Plan de Ejecución BIM (BEP) es un documento clave para aplicar de forma organizada la técnica BIM en un proyecto de edificación o infraestructura. Su propósito principal es establecer de manera clara cómo se llevará a cabo la implementación de BIM durante todas las fases del proyecto. Esto incluye definir las responsabilidades de los equipos, los procesos colaborativos, las tecnologías que se utilizarán, los entregables esperados y los estándares que se seguirán para asegurar una gestión eficiente de la información.

Dicho plan funciona como una hoja de ruta colaborativa que orienta a todos los agentes intervinientes desde los proyectistas y contratistas hasta los operadores y gestores del activo

SINERGIA REGENERATIVA

para el uso cohesionado y eficiente de los modelos BIM en sintonía con los objetivos del cliente establecidos en los Requisitos de Información para el Empleador (EIR) (ISO 19650-2, 2018).

Figura 30 BEP - BIM Execution Plan

Elaboración propia



Requerimientos y Alcances

La matriz de requerimientos y alcances es un componente crítico del planteamiento y del control del proyecto con metodología BIM ya que su función fundamental a partir de este documento se genera de manera ordenada y precisa los requisitos que hay que cumplir para el proyecto y los alcances de cada una de las disciplinas o grupos de trabajo que interviene en su desarrollo.

Este documento actúa como documento de referencia que permite a los clientes, gestores del proyecto y participantes técnicos comprender, alinear expectativas y responsabilidades, así como también permite la organización de los entregables y la gestión del flujo de la información evitando de esta manera duplicidades, omisiones, malentendidos entre

SINERGIA REGENERATIVA

partes, atender los EIR (Employer's Information Requirement) y dar cumplimiento a lo que queda establecido en el BEP (BIM Execution Plan), a la vez que se obtiene una correcta ejecución de las actividades de acuerdo a los intereses del proyecto.

Figura 31 Requerimientos

Elaboración propia



Usos BIM Asociados al Proyecto

Los Usos BIM asociados al proyecto persiguen un objetivo primordial, como es establecer cómo se utilizará la modalidad BIM durante toda la duración del proyecto, tomando como base sus características particulares, sus objetivos estratégicos y sus necesidades de información; ello va acompañado de un proceso de exhaustivo análisis de los usos BIM potenciales, para posteriormente someterse a un proceso de selección, adecuación y aplicación en las fases del proceso de desarrollo del propio proyecto.

Por medio de una discriminación de los usos BIM de manera estructurada se pueden reconocer aquellos que son más relevantes, óptimos o estratégicos, como por ejemplo la generación de modelos para visualización o coordinación interdisciplinar, la planificación en 4D, la estimación de costes (5D), el análisis energético, la gestión de instalaciones (FM), la planificación de la construcción, entre otros.

SINERGIA REGENERATIVA

Cada uso que se selecciona se describe claramente, es decir el uso concreto que se realiza con el mismo, cuál es su alcance, quiénes son los actores que intervienen y qué es lo que se espera de él, para realizar contribuciones en los procesos de diseño, construcción y operación del activo (Eseverri,2017b).

Figura 32 Usos BIM asociados al proyecto

Elaboración propia

USOS BIM PARA IMPLEMENTAR EN UN PROYECTO	CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO BAJO LA METODOLOGIA BIM				DIMENSIONES BIM EN UN PROYECTO
	PLANIFICACIÓN	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN	MANTENIMIENTO	
Selección conceptual Otras etapas del proceso					1D IDEA
Levantamiento de condiciones existentes Análisis del presupuesto del programa ejecutivo Análisis de alternativas Identificación de riesgos					2D BOCETOS
Coordinación 3D Evaluación de sostenibilidad Análisis de riesgos Análisis de costos Análisis de tiempos Análisis de impactos Análisis de riesgos					3D MODELO
Planificación de obras Control de obra					4D TIEMPO
Estimación de cantidades y costos Control de obra					5D COSTOS
Análisis de riesgos Análisis de impactos Evaluación de sostenibilidad					6D SOSTENIBILIDAD
Control de obra Control de riesgos Mantenimiento preventivo Análisis y seguimiento de impactos Nuevos procesos de construcción					7D MANTENIMIENTO

- 1D Diseño conceptual
- 2D Dibujo CAD
- 3D Modelado 3D en coordenadas
- 4D Coste
- 5D Planificación de tiempo en obra
- 6D Eficiencia energética y sostenibilidad
- 7D Mantenimiento
- 14D Validación normativa
- 15D Coordinación 3D (Detección de interferencias)



Colaborativo, Software de modelado, Coordinación y Renders

Atributos LOI y LOD

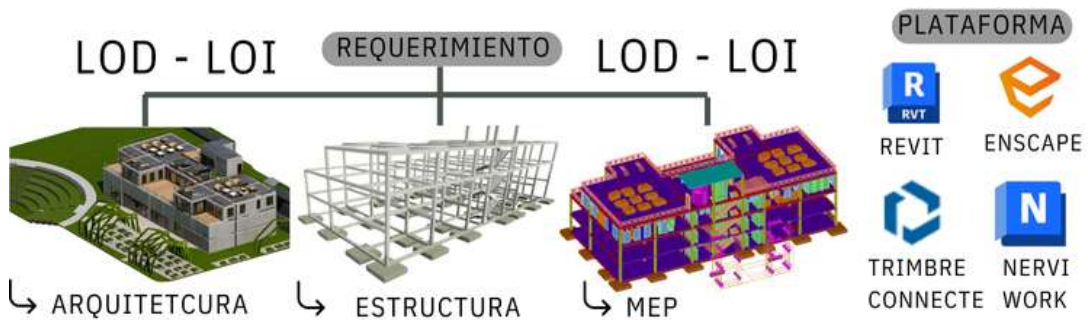
El Nivel de Información (LOI) se refiere a los datos no geométricos vinculados a los elementos de un modelo BIM, los cuales son fundamentales para su utilización efectiva en cada etapa del periodo de vida del proyecto. Estos atributos comprenden tanto información cualitativa —como especificaciones del material, nombre del fabricante, normativas asociadas, y requisitos de instalación o mantenimiento— como información cuantitativa, incluyendo valores térmicos, costos, fechas de ejecución y vida útil. Esta información enriquece el modelo, haciéndolo más preciso, funcional y útil para la toma de decisiones.

SINERGIA REGENERATIVA

A diferencia del LOD (Level of Development), que define el grado de desarrollo geométrico y gráfico de los elementos, el LOI se enfoca en la calidad y cantidad de información asociada a los objetos del modelo, lo cual es crucial para procesos como la estimación de costos, análisis energético, planificación de obra, control de calidad, sostenibilidad, y operación del activo construido (Eastman et al., 2011; ISO 19650-1, 2018).

Figura 33 Atributos LOI y LOD

Elaboración propia



CDE (Common Data Environment) Cloud Usbim Y Flujos De Trabajo Colaborativos

El Entorno Común de Datos (CDE, por sus siglas en inglés (Common Data Environment) es una plataforma digital centralizada que permite la gestión segura, eficiente y estructurada de toda la información del proyecto en un entorno BIM, según la norma ISO 19650, el CDE es esencial para asegurar la integridad, trazabilidad y accesibilidad de los datos generados durante las distintas fases del ciclo de vida de un activo construido, desde el diseño inicial hasta la operación y mantenimiento (ISO 19650-1 , 2018).

SINERGIA REGENERATIVA

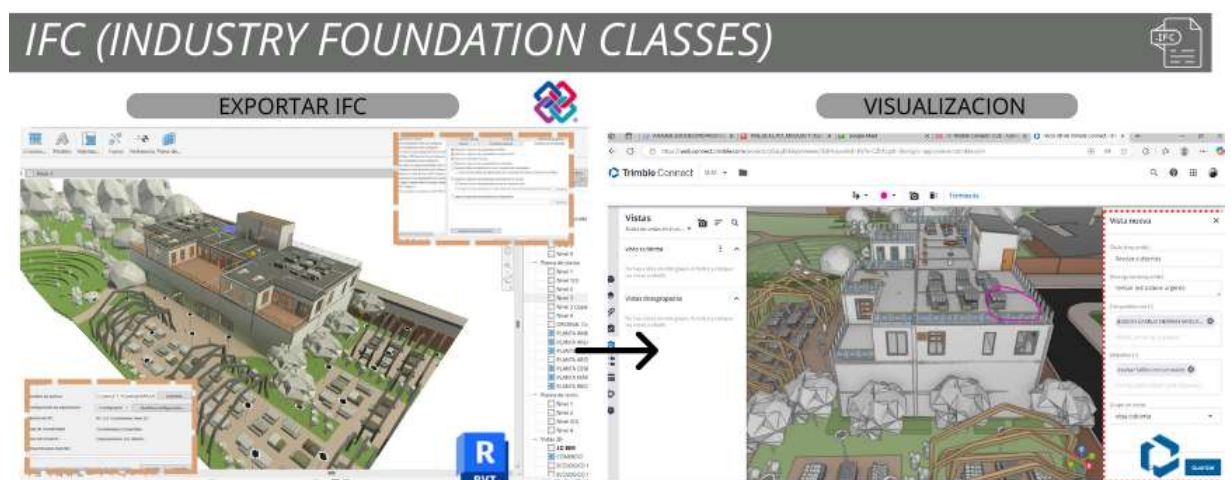
IFC – (Industry Foundation Classes)

El estándar IFC (Clases de fundamentos industriales) es un formato y neutral de intercambio de datos desarrollado para garantizar la interoperabilidad entre diferentes plataformas y herramientas utilizadas entre diferentes plataformas y herramientas utilizadas en entornos BIM, fue desarrollado y es mantenido por buildingSMART International , con el propósito de facilitar la comunicación, el intercambio y la reutilización de información digital entre aplicaciones utilizadas en arquitectura, ingeniería, construcción y operación (AECO), sin depender de un propietario de software específico (buildingSMART, 2020).

El formato IFC es considerado una piedra angular para el trabajo colaborativo en entornos digitales, ya que permite que los modelos BIM y la información asociada puedan ser compartidas entre diferentes actores y plataformas, manteniendo la coherencia, integridad y estructura de los datos.

Figura 35 IFC Industry Foundation Classes

Elaboración propia



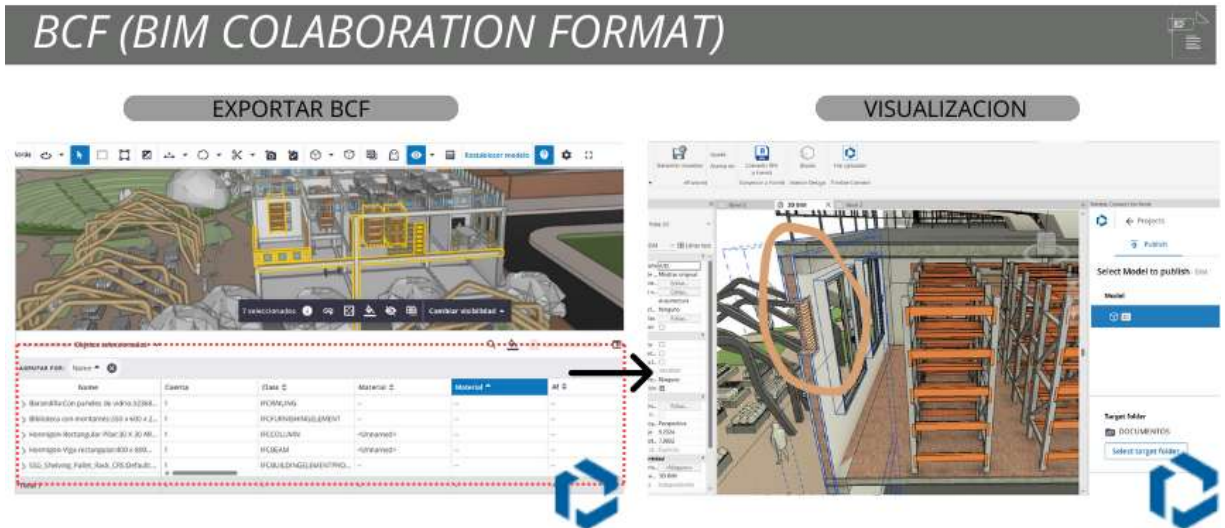
BCF – (BIM Collaboration Format)

El BCF (BIM Collaboration Format) es un formato abierto de carácter estándar que favorece la comunicación eficaz de incidencias, comentarios y temas de coordinación en proyectos realizados bajo la metodología BIM, fue creado por buildingSMART International como un medio de apoyo a los flujos de trabajo colaborativos, especialmente en situaciones en el que se usa el formato IFC para intercambiar información de modelos tridimensionales (buildingSMART, 2020).

A diferencia de los formatos de modelado como IFC o RVT, el BCF no contiene geometría, sino que se sustenta sobre la información de conflictos, anotaciones, capturas de vista (screenshots), comentarios, autores, fechas y ubicación en el modelo, lo que la transforma en un recurso útil para la colaboración en grupo; por ello, facilita que los diversos participantes del proyecto (arquitectos, ingenieros, modeladores, coordinadores BIM, etc.) puedan intercambiar observaciones y resolver incidencias sin necesidad de modificar directamente los modelos originales.

Figura 36 BCF BIM Collaboration Format

Elaboración propia



Módulo 3: Estructura, Arquitectura e instalaciones MEP

Este módulo está orientado al desarrollo del modelado avanzado y detallado de las disciplinas clave en un proyecto BIM tales como lo son estructuras, arquitectura e instalaciones (mecánicas, eléctricas y sanitarias), en esta etapa, se trabaja conforme a los niveles de información (LOI – Level of Information) y desarrollo (LOD – Level of Development) establecidos previamente en la estrategia en cuanto a la Ejecución BIM (BEP), se establecen tareas concretas para los diversos perfiles profesionales que participan en el diseño.

Este módulo tiene como objetivo fortalecer las competencias técnicas en el modelado tridimensional, aplicando metodologías precisas que permitan representar con exactitud los elementos del proyecto, tanto en términos geométricos como informativos, además, se enfatiza la relevancia de la colaboración interdisciplinaria, así como la necesidad de asegurar la

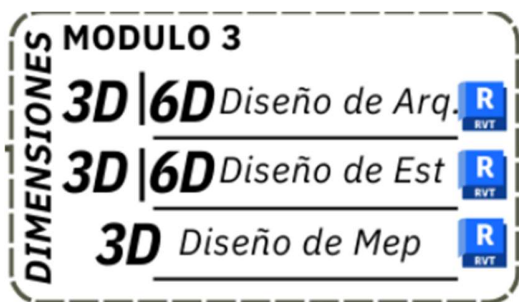
SINERGIA REGENERATIVA

interoperabilidad entre plataformas. y equipos de trabajo, garantizando que la información fluya de manera coherente entre todas las disciplinas.

Mediante esta estrategia completa, se pretende capacitar a los involucrados para lidiar con las dificultades reales de un contexto profesional BIM, donde la colaboración y la excelencia del modelo son fundamentales para lograr el éxito del proyecto.

Figura 37 Módulo 3: Estructura, Arquitectura e instalaciones MEP

Elaboración propia



Modelado estructural

El modelaje en tres dimensiones relacionado con la parte estructural es una herramienta clave para las etapas de diseño, análisis y coordinación en la construcción en el contexto de BIM., puesto que no solo permite visualizar de modo efectivo los elementos estructurales, sino que también permite manipularlos para detectar interferencias posibles y/o errores antes de que se ejecute la obra.

Utilizando la plataforma Autodesk Revit, se realiza la modelación detallada de componentes clave como vigas, columnas, cimentaciones, entrepisos y viguetas, logrando representar con exactitud tanto sus características geométricas como informativas, este

SINERGIA REGENERATIVA

enfoque garantiza la generación de un modelo estructural coherente y alineado con los requisitos del proyecto.

El desarrollo del modelo ha sido realizado bajo la aplicación de un LOD 350 (Level of Development), el cual contiene un alto grado de definición suficiente para la coordinación técnica y la extracción de información para obra, pero también se han incorporado atributos informativos que corresponden a los niveles de LOI según el marco de estrategia de actuación BIM (BEP) del proyecto.

Por lo tanto, se autoriza conservar un seguimiento de datos importantes para su administración y cuidado. La geometría y la información, a través de esta integración, permiten que el modelado estructural en BIM pase a ser una herramienta clave para decidir, identificar disputas de forma temprana y optimizar la eficacia del proceso de construcción en su totalidad.

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 38 Modelado de la estructura

Generación propia

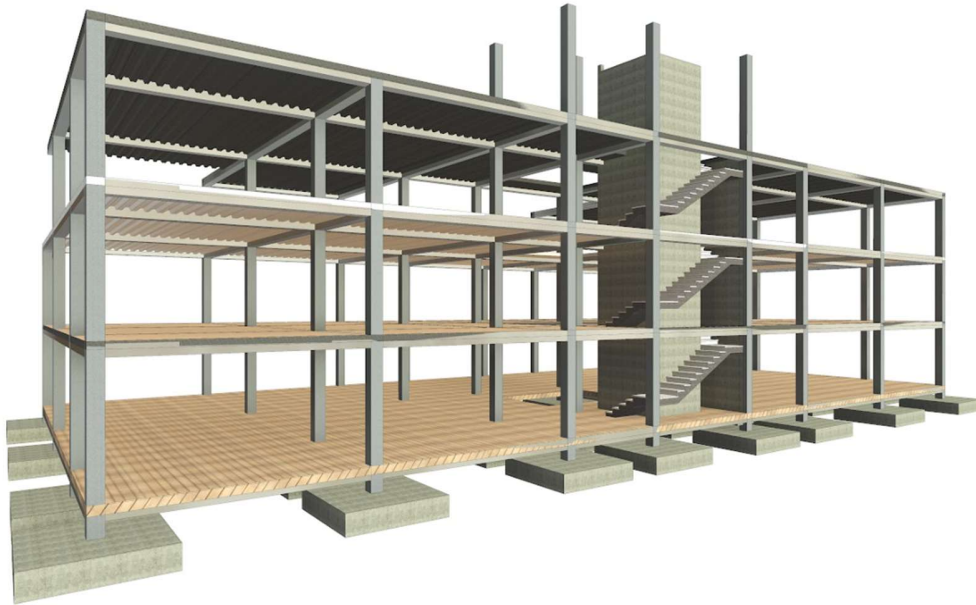


Figura 39 plano Estructural de nivel 0

Generación propia

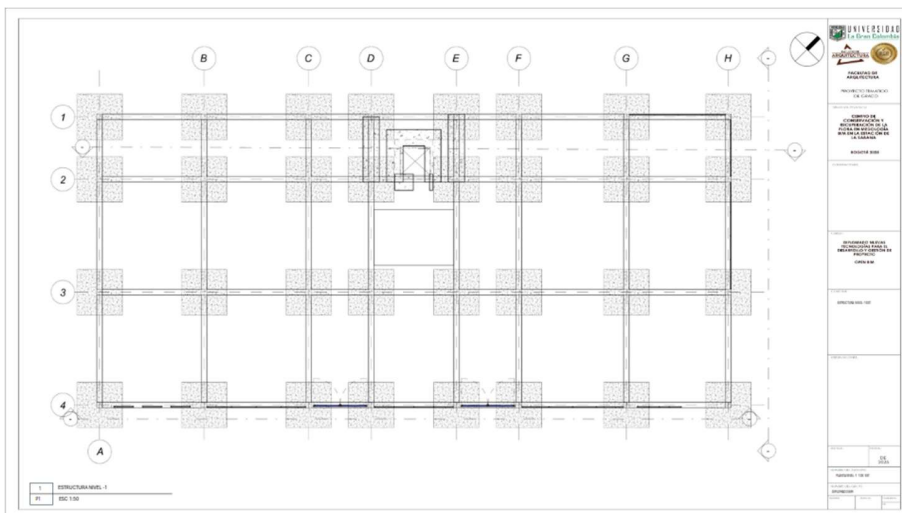


Figura 40 Esquema de estructura en planta - nivel 1

SINERGIA REGENERATIVA

Generación propia

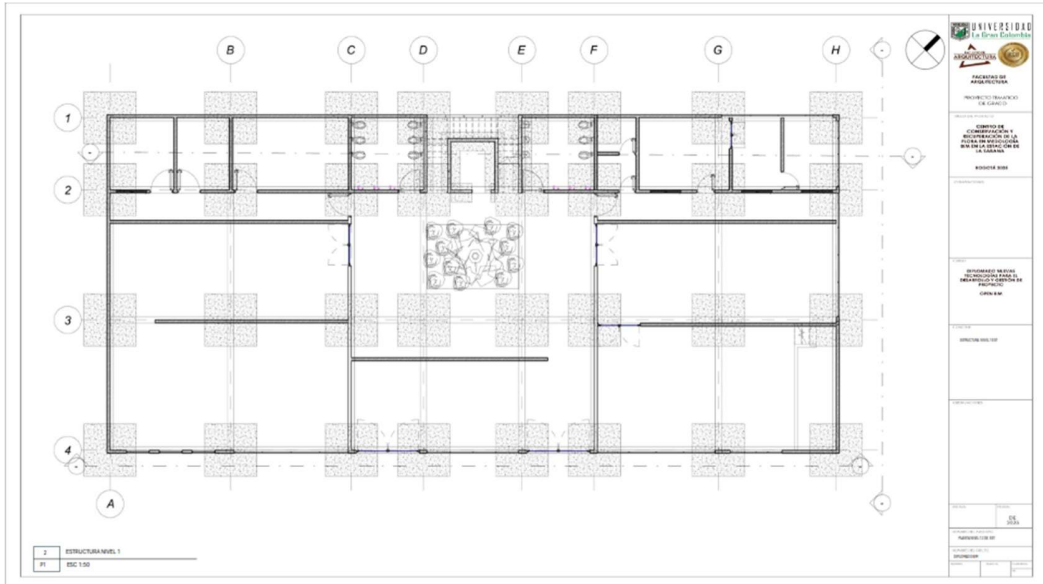


Figura 41 Esquema de estructura en planta - nivel 2

Generación propia

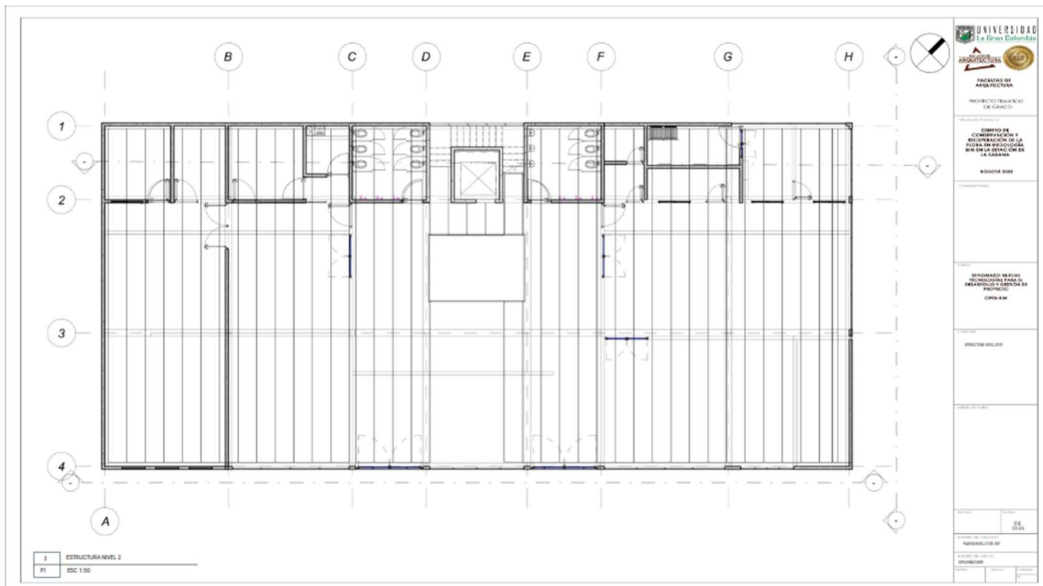


Figura 42 Esquema de estructura en planta - nivel 3

SINERGIA REGENERATIVA

Generación propia

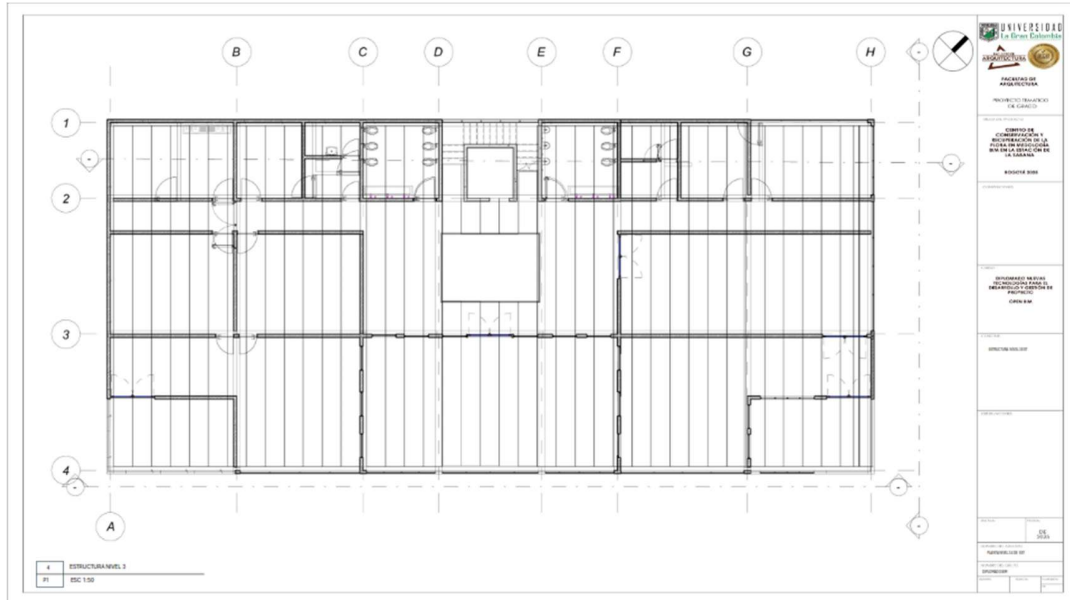


Figura 43 Esquema de estructura en planta - nivel 4

Generación propia



Figura 44 Detalle placa de concreto en lámina metalDeck

SINERGIA REGENERATIVA

Elaboración propia

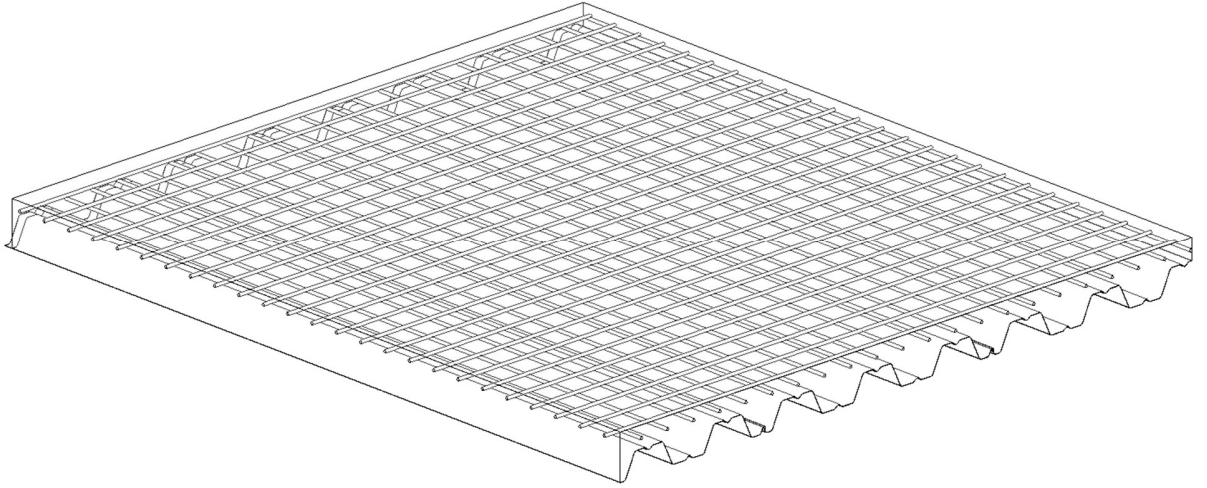
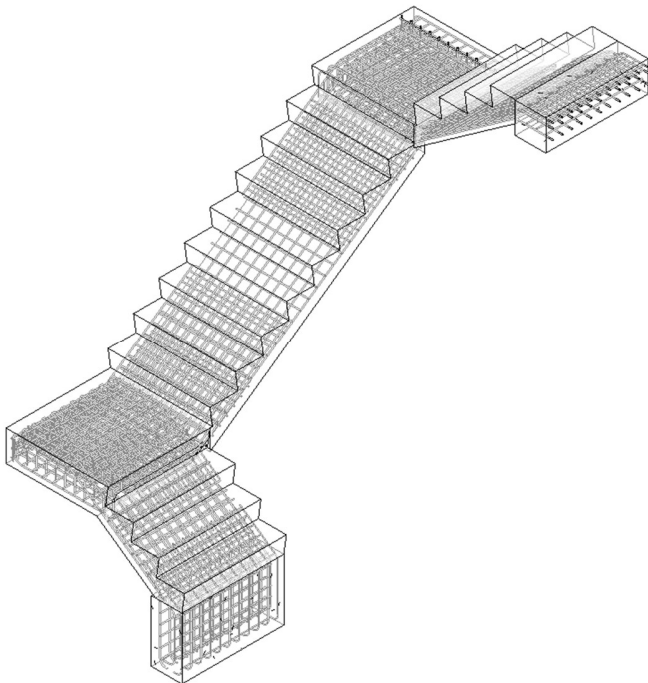


Figura 45 Detalle escaleras

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

El diseño del modelo estructural del proyecto se materializa utilizando Autodesk Revit, herramienta completamente orientada a la representación tridimensional exacta y precisa de los elementos constructivos, y cuya aptitud para generar unos modelos bastante informativos contribuye no únicamente a su visualización sino a su comprensión total en las primeras etapas del diseño.

Revit proporciona un ambiente ideal para desarrollar elementos estructurales como vigas, columnas y bases. Su diseño incluye un elevado nivel de exactitud en medidas y características, lo que ayuda a prever y solucionar posibles interferencias o problemas en la construcción, favoreciendo así una mejor colaboración entre las distintas disciplinas y funciones establecidas en el Plan de Ejecución BIM (BEP).

Además, el programa ofrece la posibilidad de simular diversos escenarios estructurales y evaluar su efecto en la estabilidad del edificio. Esto apoya una toma de decisiones informada y anticipada en las etapas iniciales del proyecto. Esta capacidad es fundamental para maximizar los recursos disponibles, aumentar la efectividad del proceso de construcción y asegurar tanto la integridad estructural como la sostenibilidad a largo plazo del inmueble.

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 46 Descripción detallada de la construcción del muro de concreto del elevador

Generación propia

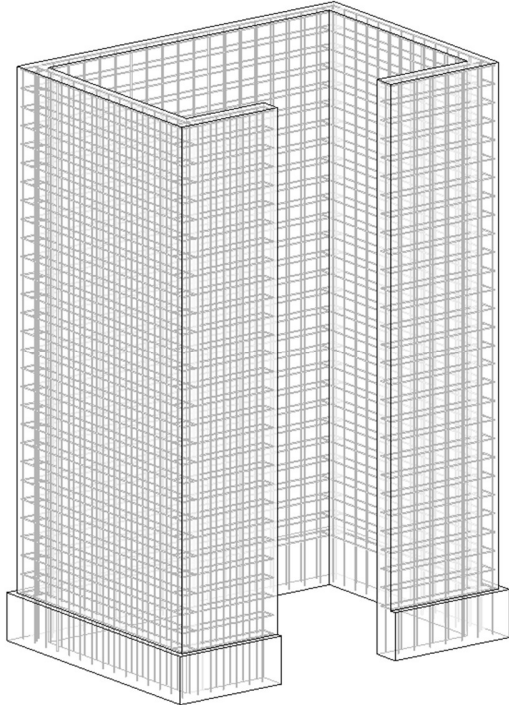


Figura 47 Descripción detallada de la construcción de columnas y bases.

Elaboración propia

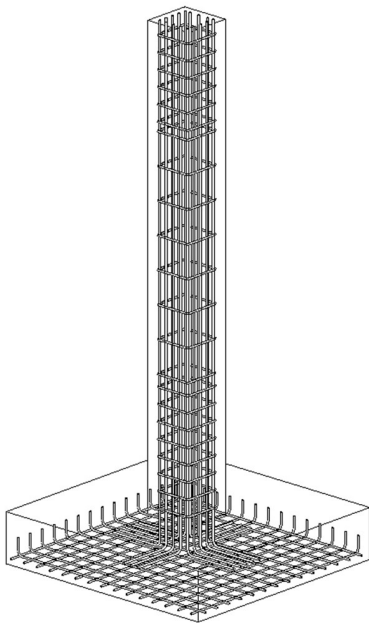
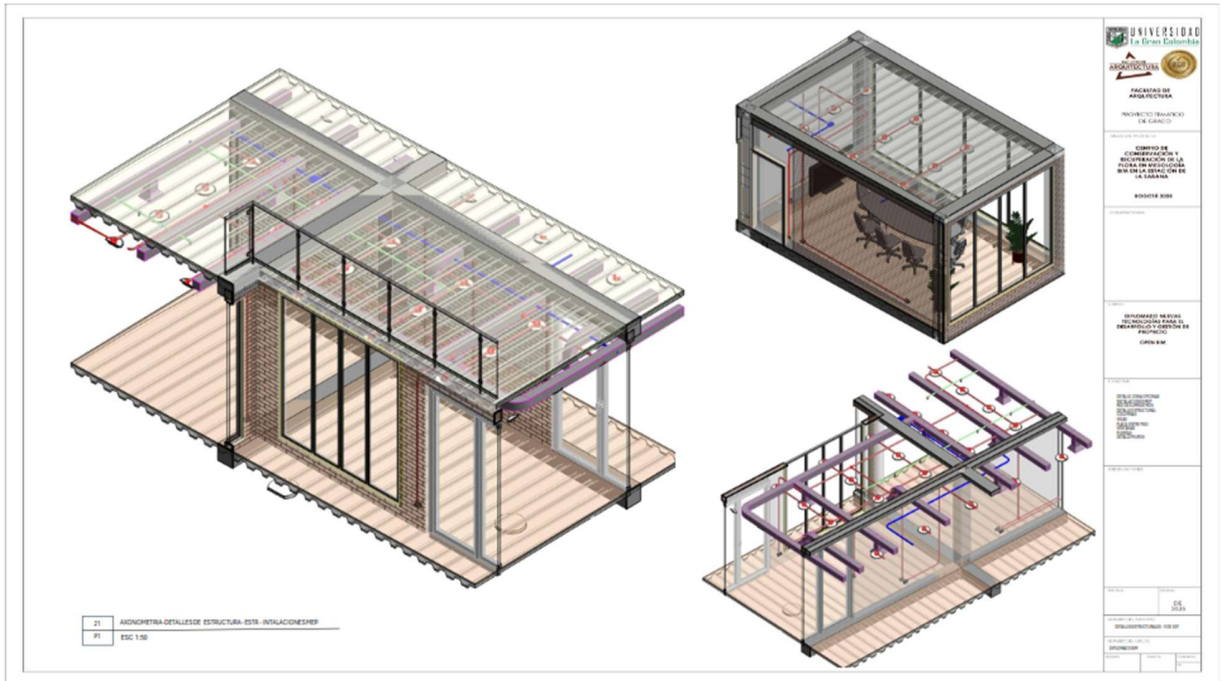


Figura 50 Detalle estructura ESTR y Instalación MEP

Elaboración propia



Modelado arquitectónico

En el interior de la disciplina arquitectónica el uso de modelado 3D mediante Autodesk Revit se ha convertido en una herramienta clave en el proceso de diseño, permitiendo así una representación detallada y un seguimiento minucioso de cada uno de sus elementos. Esta práctica permite al profesional encargado representar cualquiera de los elementos tanto ellos como muros, puertas, ventanas, pisos y el resto de los componentes espaciales pasando desde la idea original hacia un modelo digital que forma un todo coherente y coordinado.

El desarrollo del modelo arquitectónico que hemos realizado se ha llevado a cabo en estrecha conformidad a la estructura modelada, aportando así una compatibilidad geométrica y

SINERGIA REGENERATIVA

funcional entre las disciplinas, para este caso en concreto se ha aplicado el LOD y un Level of Detail de acuerdo a lo mostrado en la propia Plan de Ejecución BIM (BEP).

Esto permite gestionar de manera efectiva la información vinculada a cada elemento del modelo, garantizando que los datos relevantes estén correctamente documentados y disponibles en las variadas etapas del ciclo vital del proyecto, es así como el modelado arquitectónico no solo contribuye a una mejor comunicación visual entre los actores del proyecto, sino que también fortalece la planificación.

Figura 51 Modelado arquitectónico

Generación propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 52 Representación Arquitectónica del nivel 1

Generación propia

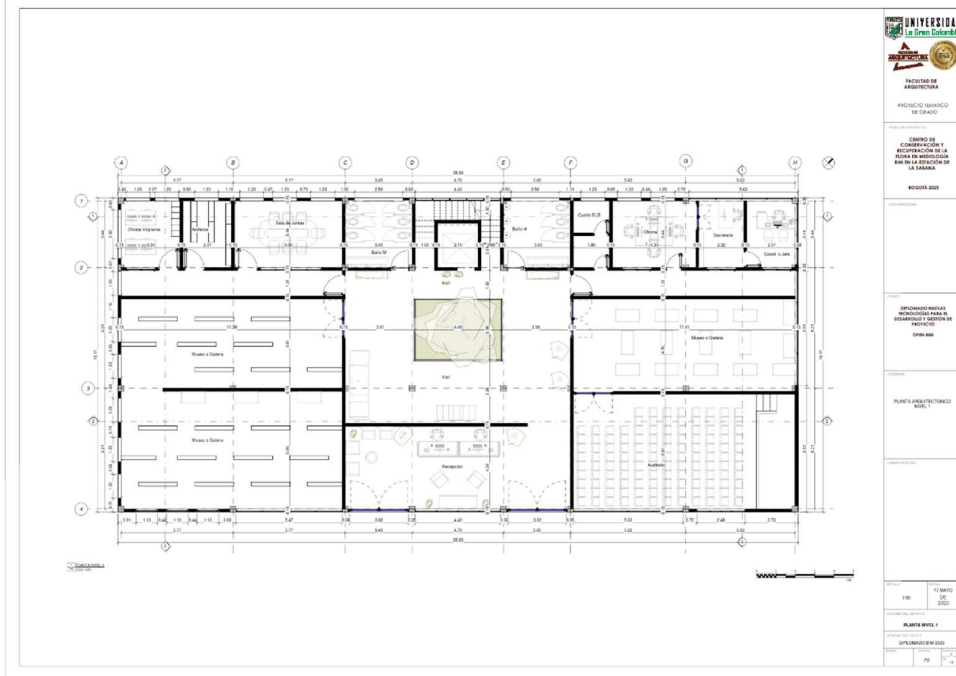
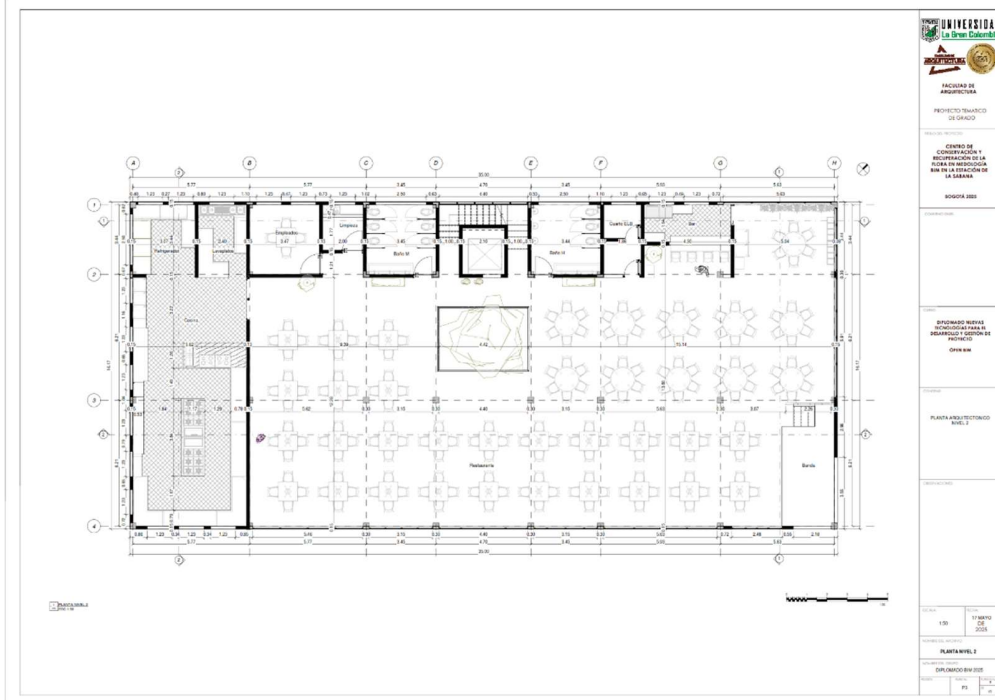


Figura 53 Representación Arquitectónica del nivel 2

Generación propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 54 Representación Arquitectónica del nivel 3

Generación propia



Figura 55 Representación Arquitectónica del nivel 4

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 56 Representación de Planta arquitectónica Cubierta

Elaboración propia

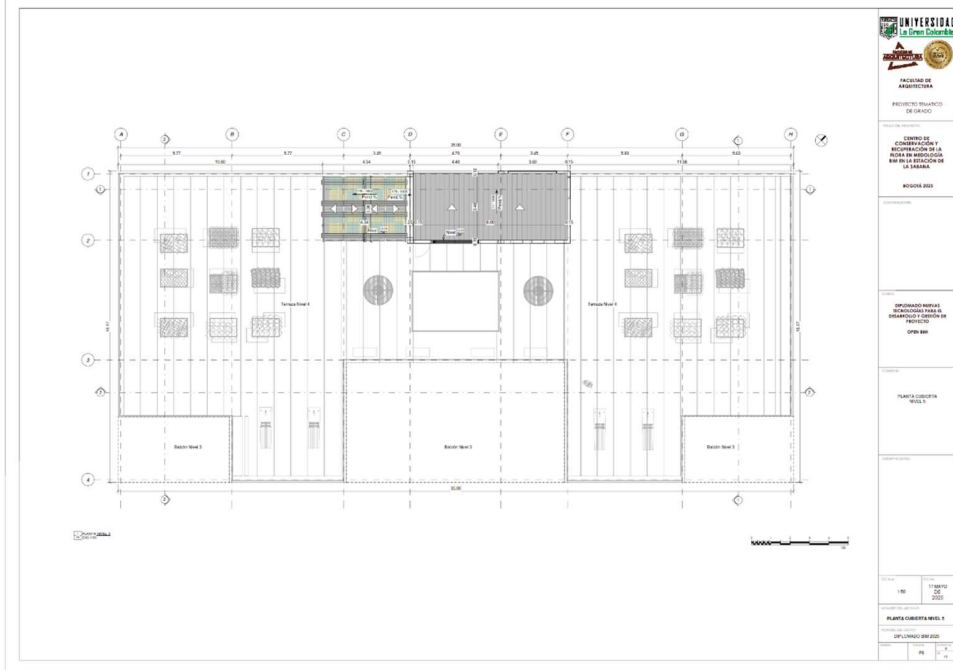
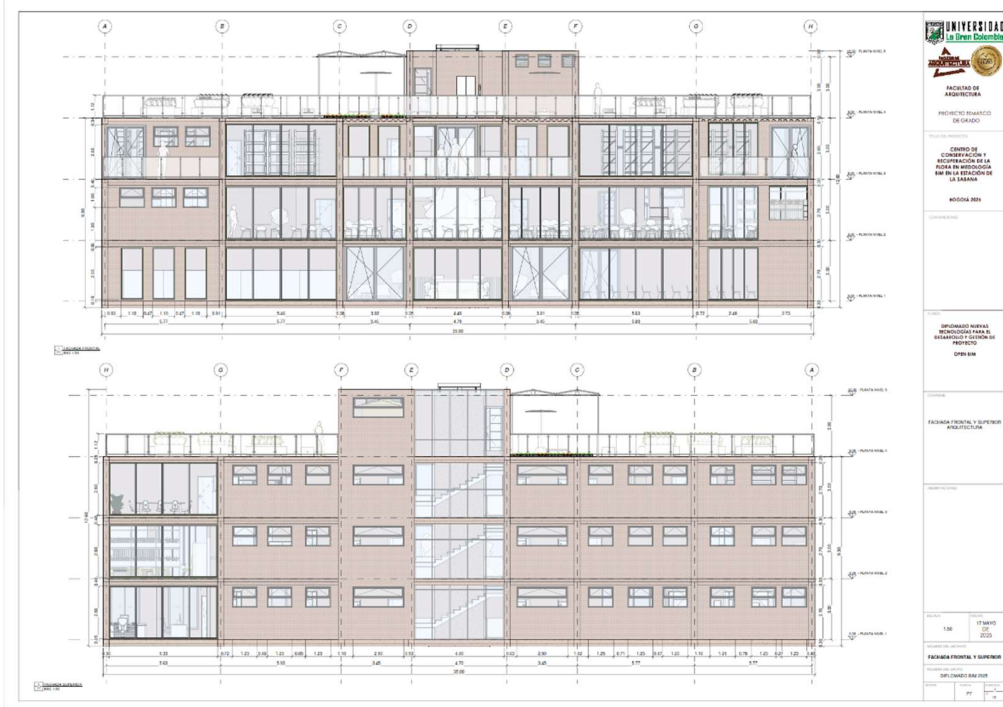


Figura 57 Planta arquitectónica Fachada frontal y superior

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 58 Planta arquitectónica Fachada lateral derecha y izquierda

Elaboración propia



Figura 59 Planta arquitectónica Corte A-A' y B-B'

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

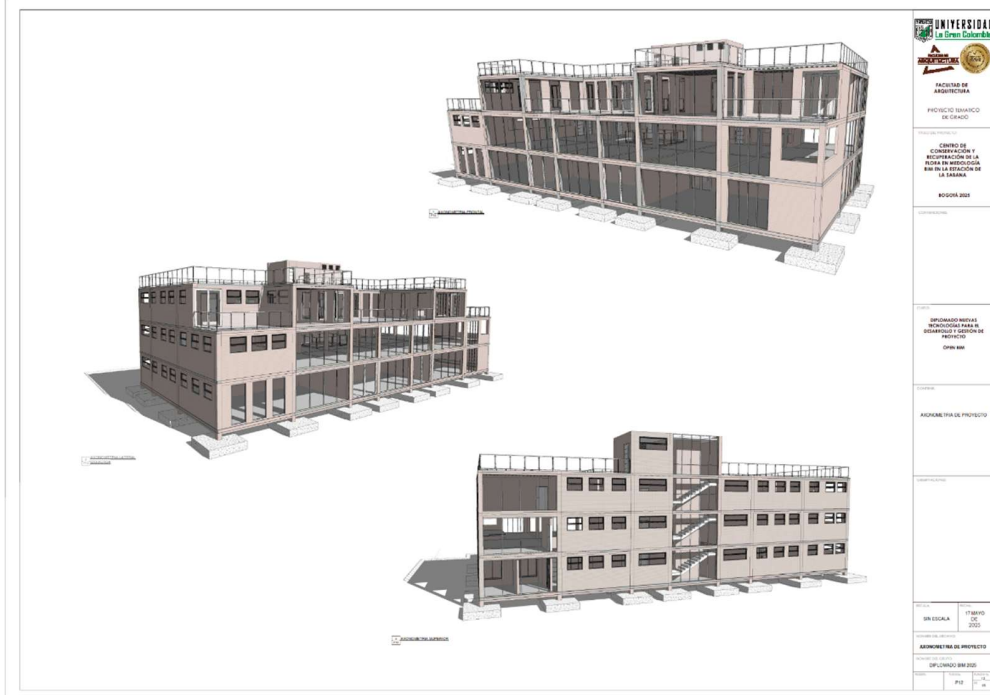
Figura 60 Planta arquitectónica Corte C-C' y D-D'

Elaboración propia



Figura 61 Planta arquitectónica Axonometría

Elaboración propia



Representación de instalaciones MEP

El diseño de instalaciones MEP, que forma parte de la metodología BIM, se ha vuelto una herramienta crucial en la creación y construcción de edificaciones modernas. Este modelo facilita la representación digital con un gran nivel de detalle de los sistemas mecánicos (como climatización y ventilación), eléctricos (incluyendo iluminación, cableados y sistemas de seguridad), y de plomería (tuberías, drenajes y redes sanitarias), lo que favorece su planificación, coordinación y administración a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

Una ventaja muy importante del modelado MEP es la detección anticipada de interferencias entre disciplinas (clash detection), que reduce los errores y retrabajos en la etapa de construcción (Eastman et al., 2011) and permite una mejor coordinación entre disciplinas, ya que todos los equipos de diseño trabajan sobre un modelo centralizado, actualizado en tiempo real.

La implementación de BIM en la planificación de la instalación y en la secuencia de obra, favorece a los contratistas en la anticipación de la construcción de los sistemas y permite además una mejor conservación posterior del edificio, puesto que el modelo posee información pormenorizada de cada uno de los componentes y es valiosa para la operación y el management de los activos (Azhar, 2011).

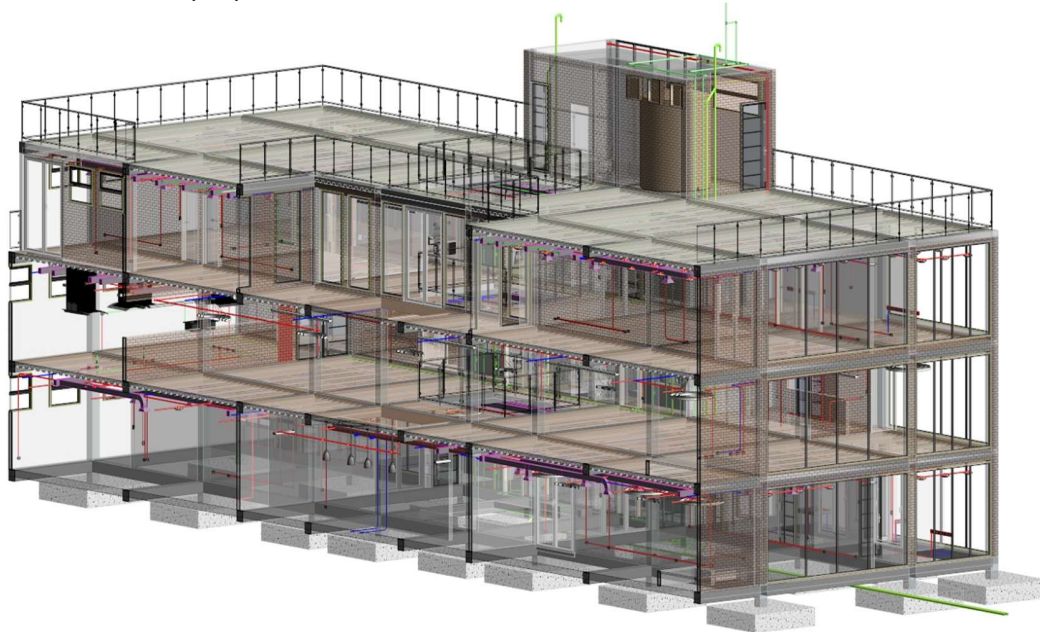
La práctica del modelado de edificios y de sus instalaciones demanda el uso de plataformas como Autodesk Revit, Trimble o Bentley Systems, que exhiben herramientas destinadas a modelar, analizar y documentar las instalaciones MEP de forma precisa. En definitiva, el modelado de hoteles MEP significa una mejora en la forma de proyectar, construir

SINERGIA REGENERATIVA

y conservar edificios, que derivará en una mayor eficiencia, sostenibilidad y un menor coste a lo largo de la vida útil del proyecto.

Figura 62 Modelado instalaciones MEP

Elaboración propia



El MEP design en Revit, si va correctamente ligado a una correcta gestión de lo que son los niveles de información (LOI) y niveles de desarrollo (LOD), se transforma en un recurso fundamental para la planificación y la implementación de sistemas complicados, ya que impide que se tomen decisiones técnicas de manera improvisada desde las etapas iniciales del diseño del proyecto, por lo que se pueden llegar a obtener representaciones detalladas y coordinadas de los sistemas de abastecimiento y de evacuación, las instalaciones eléctricas, como también de los sistemas de climatización HVAC, lo que permite una correcta colaboración entre los diferentes actores tal y como eran definidas en el BEP (plan de ejecución BIM) posterior al anterior trabajo.

SINERGIA REGENERATIVA

A continuación del citado modelo descrito del proyecto MEP.

Figura 63 Planta de instalaciones MEP nivel 1-2 Comunicación

Elaboración propia

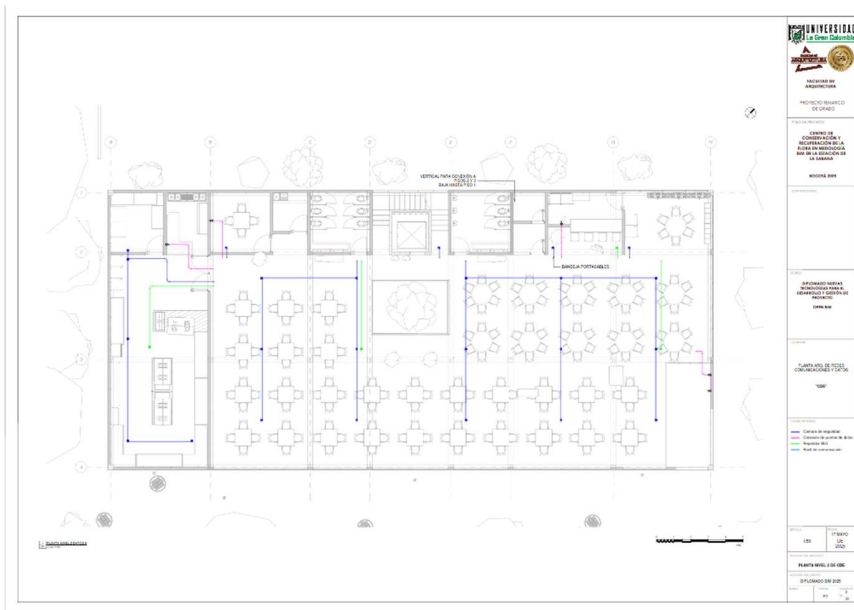
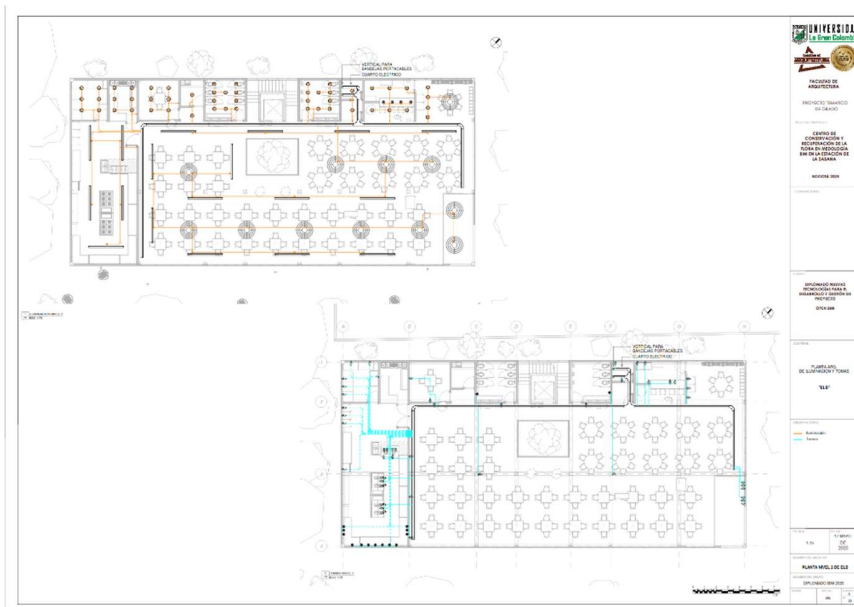


Figura 64 Planta de instalaciones MEP nivel 1-2 iluminación y tomas

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 67 Planta con especialidad en instalaciones MEP nivel 3-4 Iluminación

Generación propia

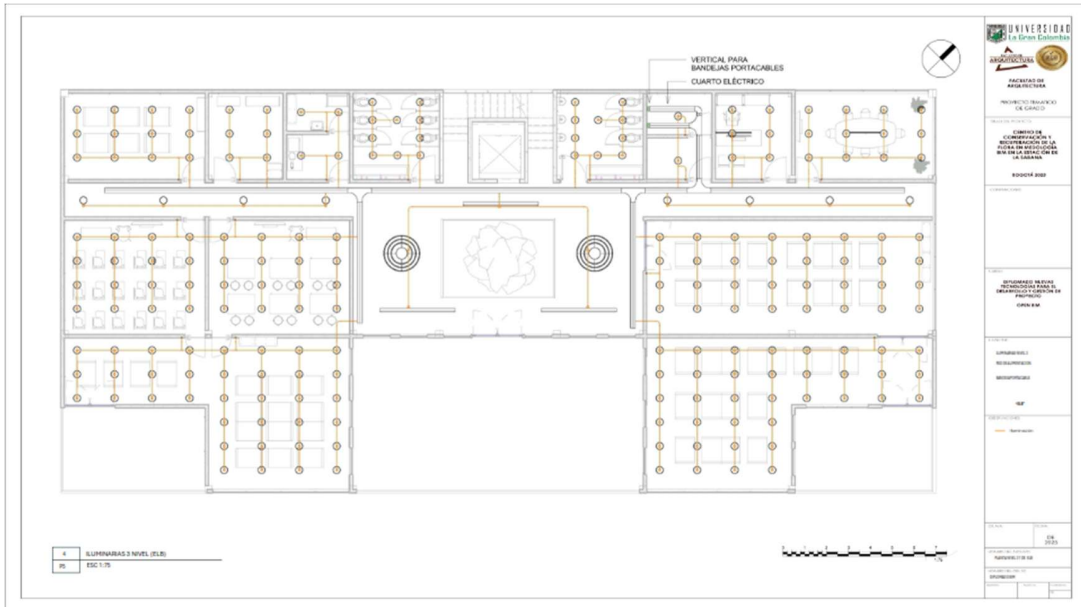
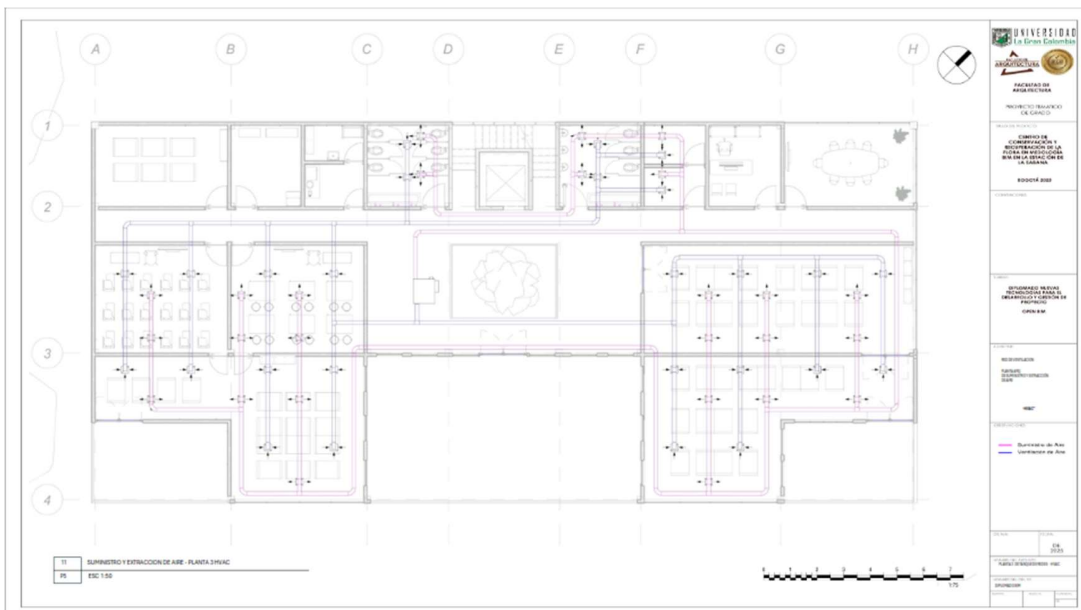


Figura 68 Planta con representación en instalaciones MEP nivel 3-4 Suministro y extracción de aire

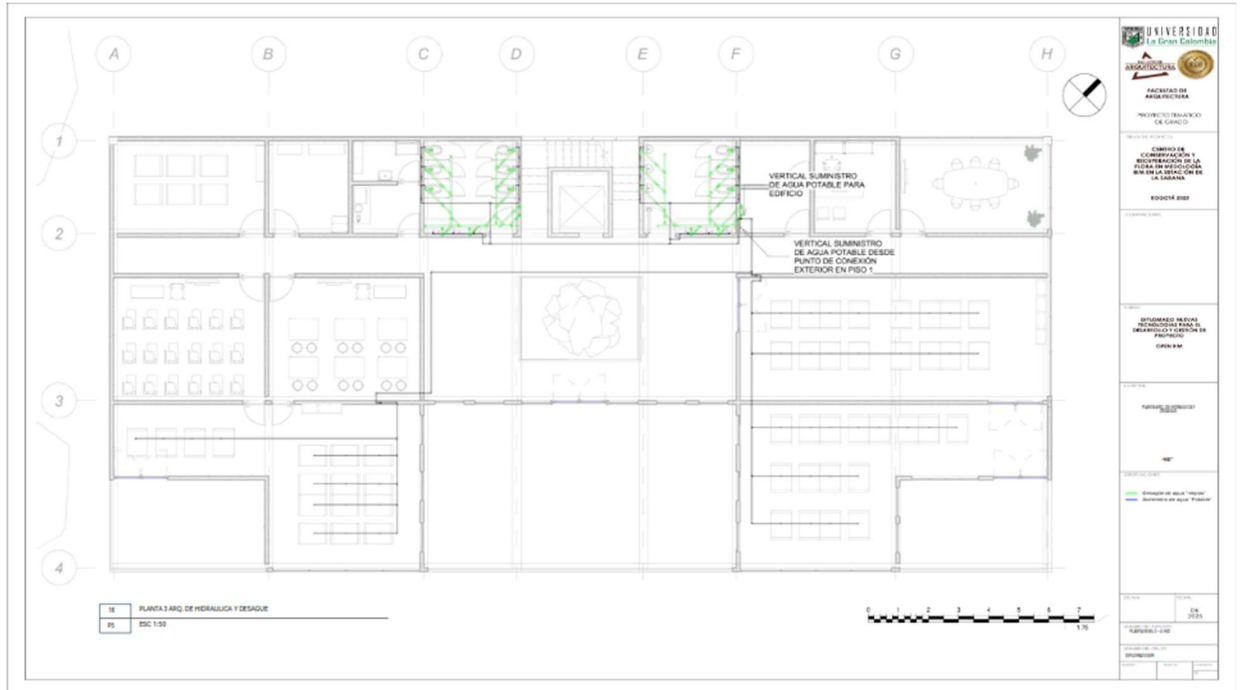
Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 69 Planta de instalaciones MEP nivel 3-4 Hidráulica y desagüe

Elaboración propia



Se presenta la planta arquitectónica correspondiente a cada una de las áreas de MEP.

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 70 Modelado HID (Tuberías de suministro y desagüe)

Elaboración propia

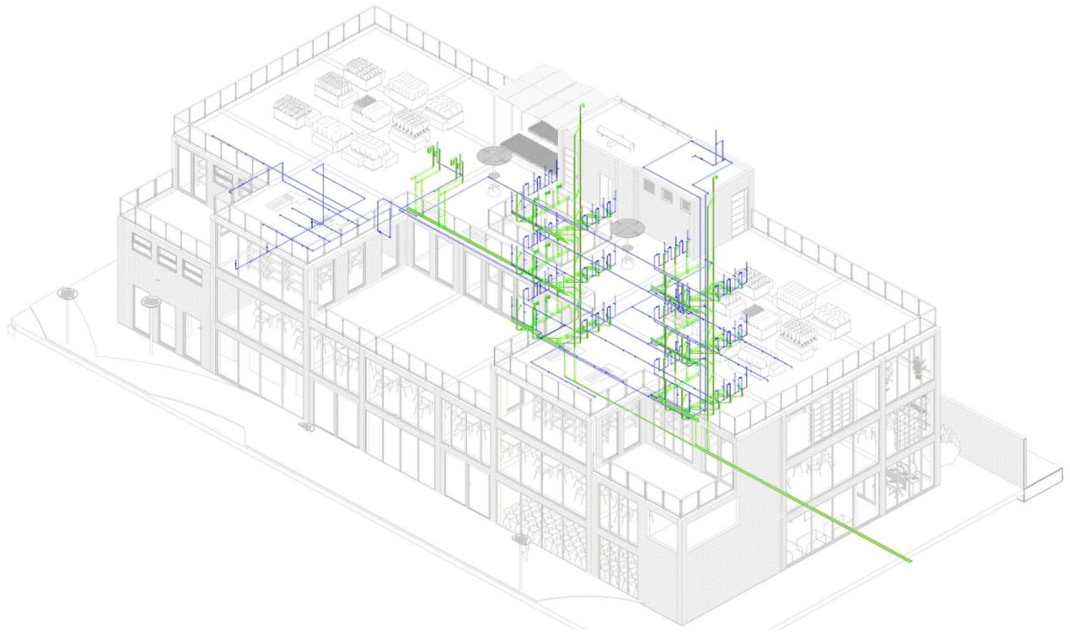
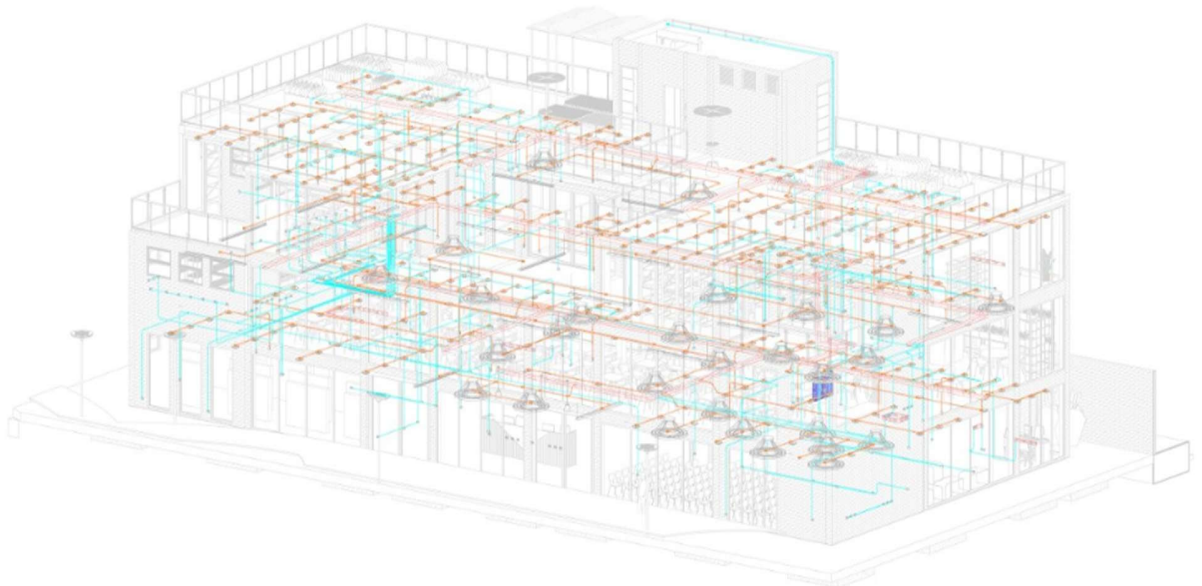


Figura 71 Modelado ELB (Iluminación y tomas)

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 72 Instalaciones CDE (comunicaciones y datos)

Elaboración propia

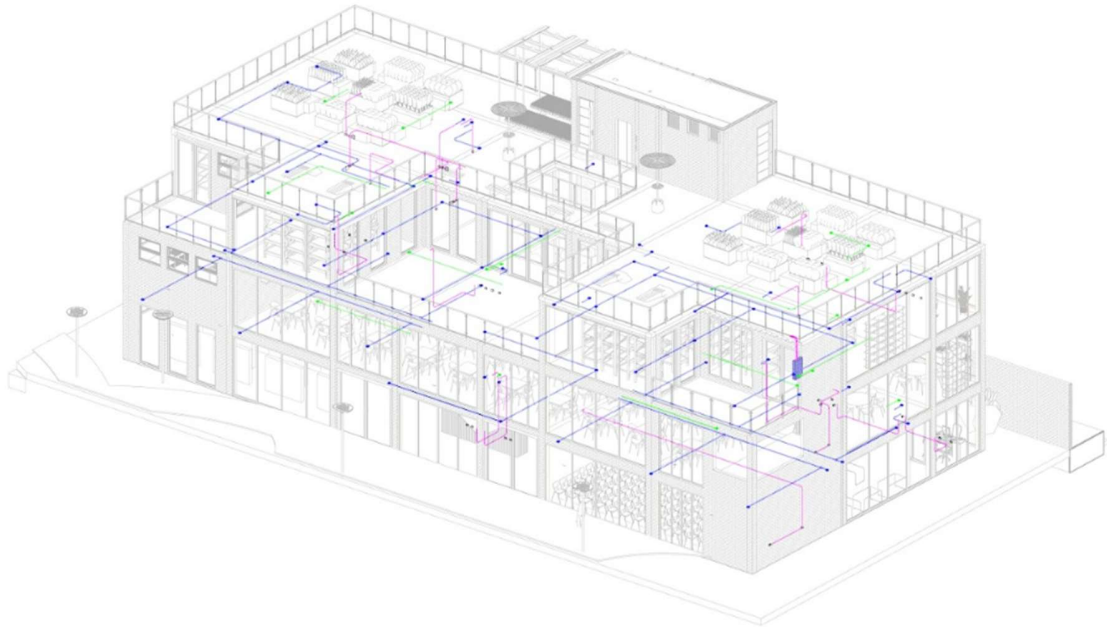
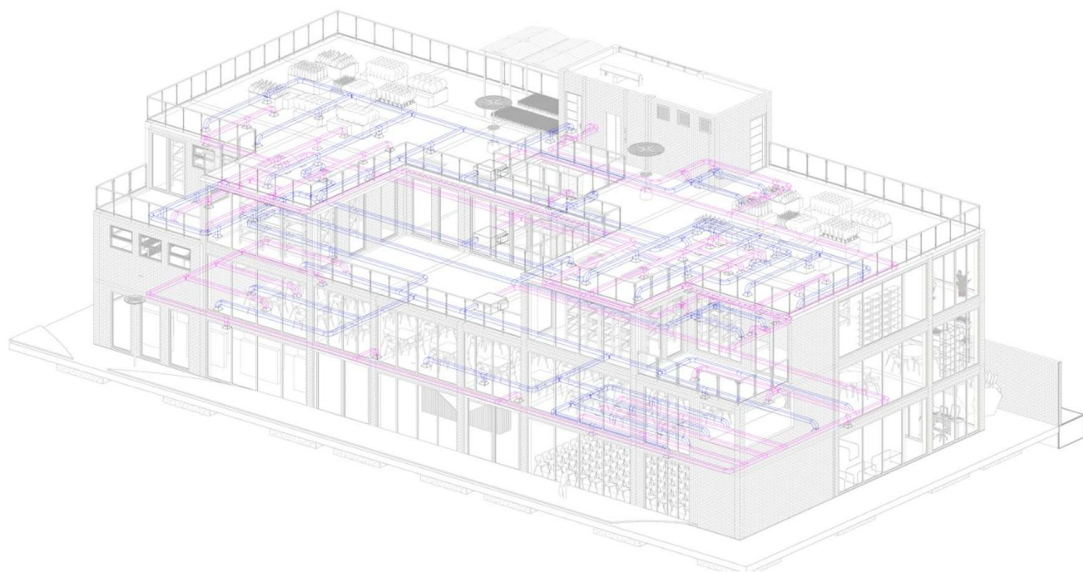


Figura 73 Instalaciones MEC (HVAC - Climatización y ventilación)

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

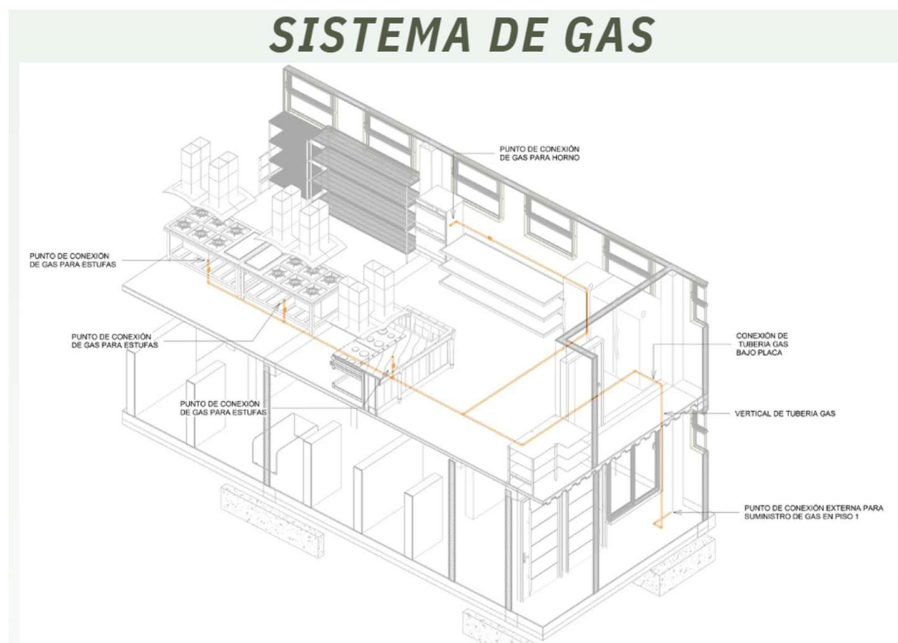
Modelado instalaciones MEP Piso 1 y 2

En el marco del análisis integral de los sistemas de GAS, HID (hidrosanitario), HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) y ELB (eléctrico y bajo voltaje), se ha evaluado minuciosamente la distribución de las instalaciones correspondientes a los niveles 1 y 2 del edificio, con especial atención en las áreas funcionales de cocina, baños y restaurante.

El estudio comprende tanto la red de tuberías verticales como las horizontales, verificando su correcta disposición en función de la demanda operativa y los requerimientos normativos vigentes, se observa una organización técnica eficiente, con trazados que optimizan el espacio disponible y permiten un flujo adecuado de los servicios, tanto en lo que respecta al suministro como al drenaje.

Figura 74 Sistema de gas piso 1 y 2

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Figura 75 Sistema Hidráulico piso 1 y 2

Elaboración propia



Además, se identifican puntos de conexión estratégicamente ubicados que no solo garantizan el rendimiento continuo de los sistemas, sino que también están diseñados para facilitar el acceso en caso de inspecciones, mantenimiento preventivo o correctivo, esta planificación cuidadosa contribuye significativamente a la sostenibilidad operativa del edificio, minimizando riesgos de fallos y mejorando la efectividad en la utilización de los recursos tanto técnicos como humanos.

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 76 Sistema HVAC pisos 1 y 2

Elaboración propia

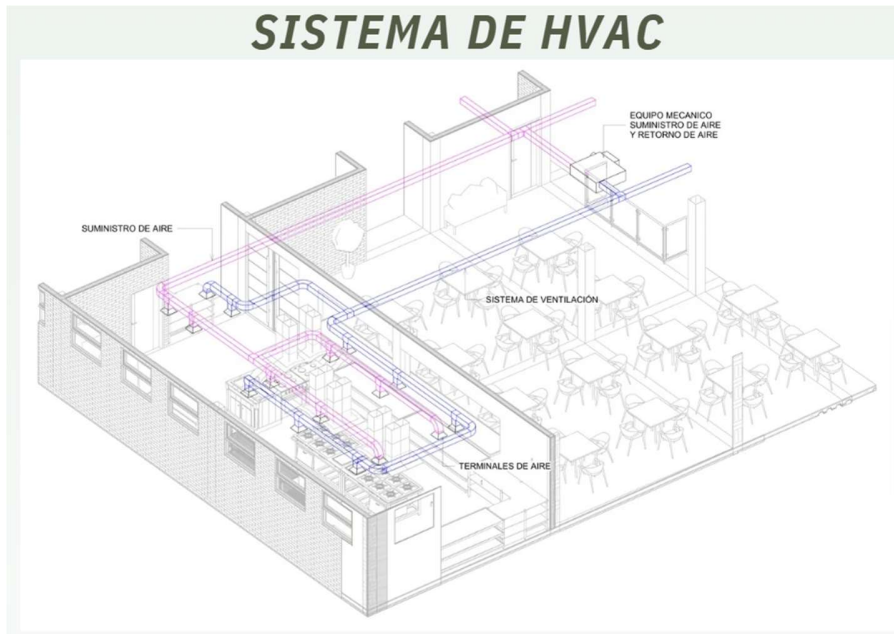
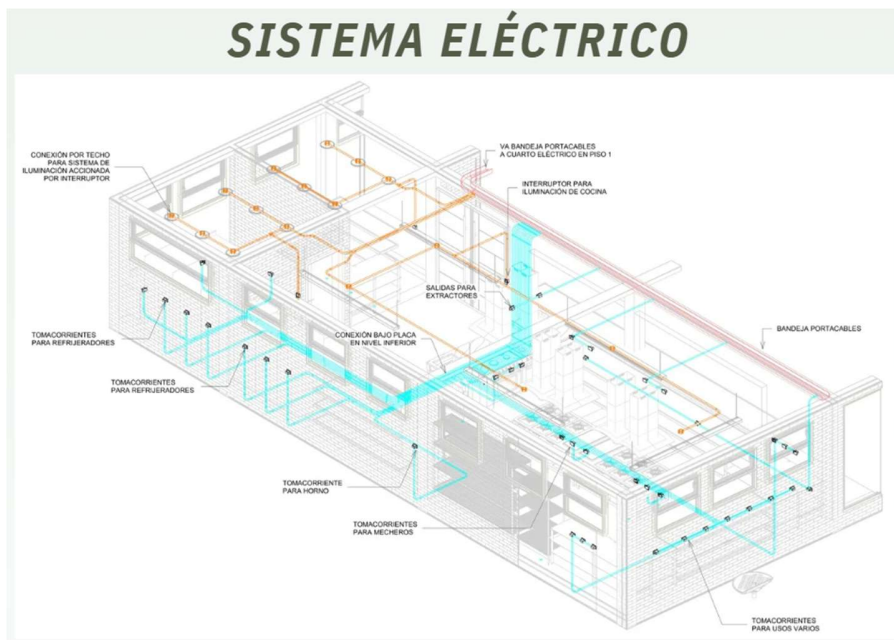


Figura 77 Sistema eléctrico piso 1 y 2

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Modelado instalaciones MEP Piso 3 y 4

En las fases 3 y 4 del proyecto, se realizó un estudio técnico detallado de las instalaciones relacionadas con los sistemas de agua y saneamiento. (HID), climatización y ventilación (HVAC), y redes eléctricas de baja tensión (ELB), integrando además la evaluación del sistema de rociadores automatizados destinados a los viveros y del tanque de almacenamiento de agua.

Estos niveles, destinados a funciones específicas como oficinas, áreas técnicas y viveros, exigen una planificación precisa en cuanto a la distribución de redes y equipos. Se verificó que la disposición de las tuberías, ductos y canalizaciones eléctricas respeta criterios de eficiencia operativa, seguridad y facilidad de mantenimiento. En particular, se valoró la ubicación estratégica del tanque de almacenamiento, creado y pensado para asegurar un flujo constante y seguro de agua, tanto para el uso personal como para el sistema de riego.

Figura 78 Modelado luminarias ELB pisos 3 y 4

Elaboración propia

MODELADO 3D DE ILUMINARIAS (ELB)

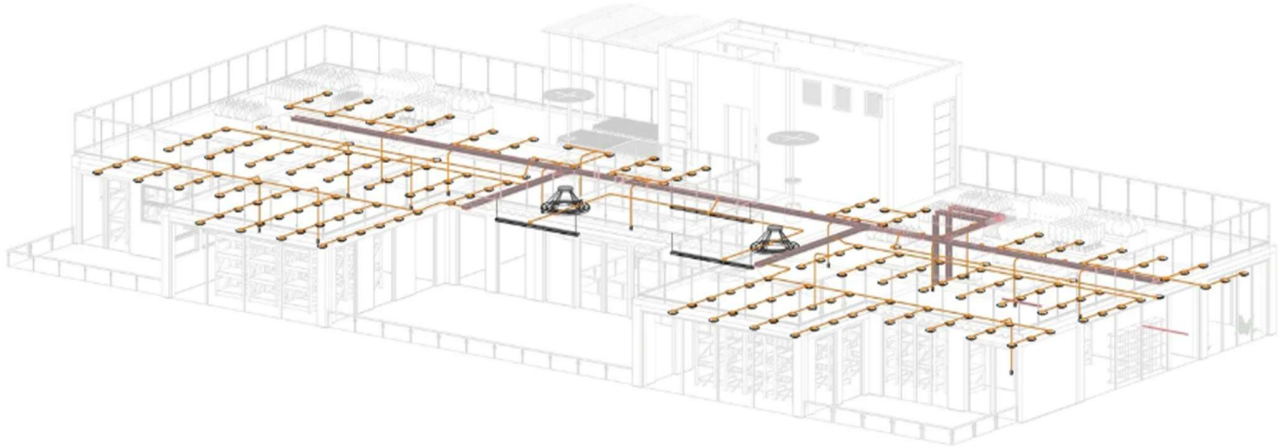
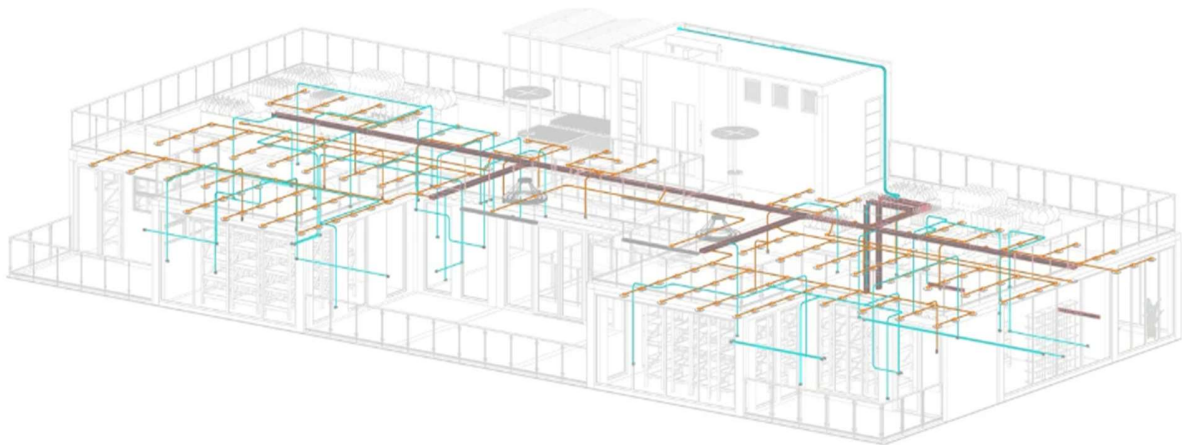


Figura 79 Modelado tomas ELB pisos 3 y 4

Elaboración propia

MODELADO 3D DE TOMA CORRIENTE (ELB)



El sistema de rociadores instalado para los viveros fue diseñado con base en las necesidades específicas de humedad y cobertura vegetal, empleando tecnologías que permiten una distribución uniforme y programada del agua. Esta solución no solo optimiza el uso del

SINERGIA REGENERATIVA

recurso hídrico, sino que también contribuye a la conservación y buen estado de las especies vegetales.

La coordinación entre disciplinas técnicas ha sido clave para evitar interferencias y asegurar que todas las instalaciones se integren de manera armónica, permitiendo un funcionamiento eficiente y sostenible en el tiempo.

Figura 80 Modelado instalaciones mecánicas pisos 3 y 4

Elaboración propia

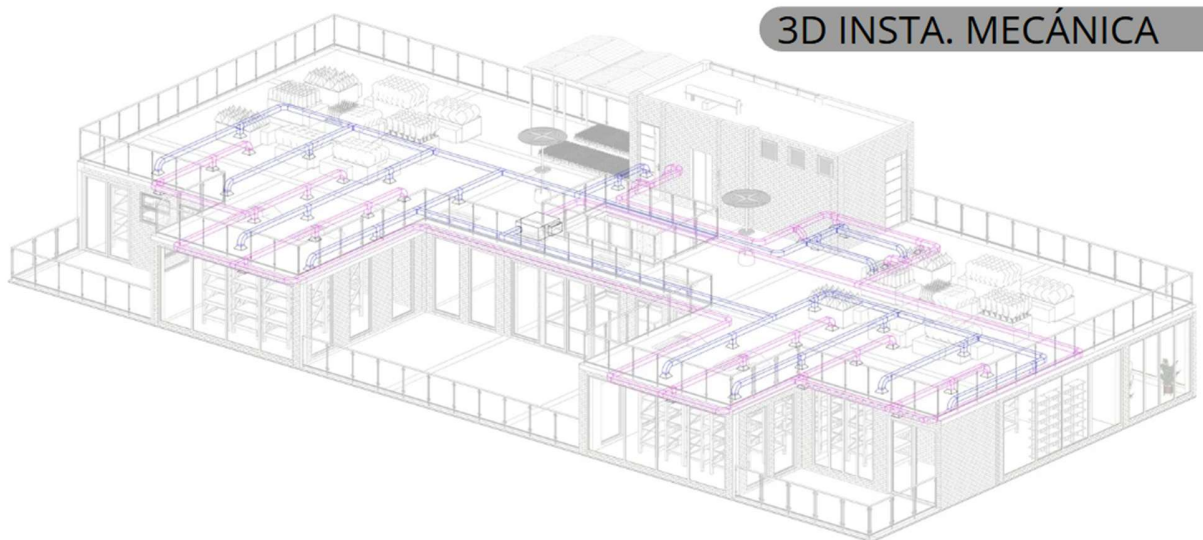


Figura 81 Detalle hidráulica, tanque y rociadores de viveros pisos 3 y 4

Elaboración propia

DETALLE HIDRÁULICA, TANQUE Y ROCIADORES DE VIVEROS

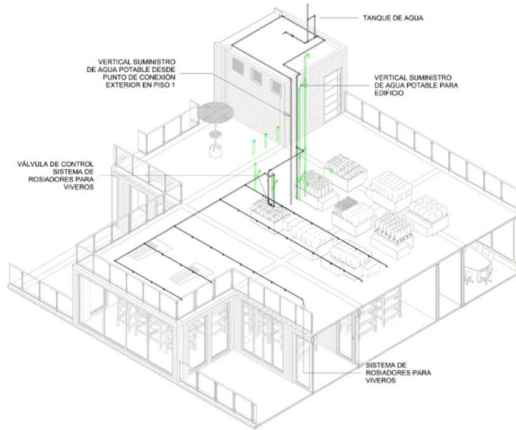
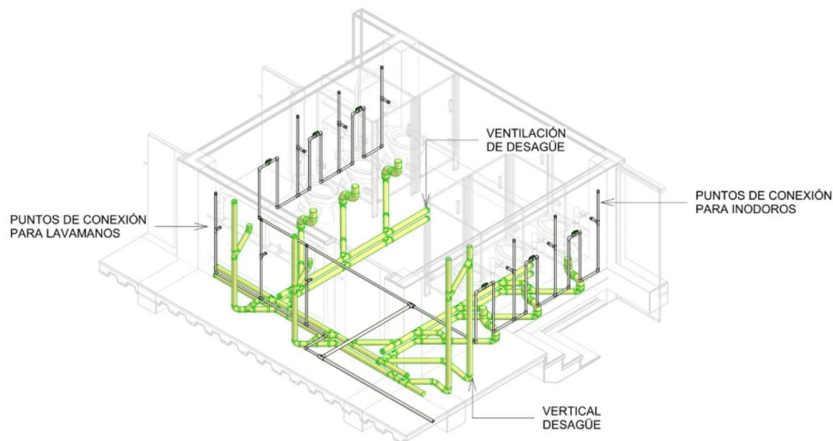


Figura 82 Detalle baños hidrosanitario y desagüe

Elaboración propia

DETALLE BAÑOS HIDROSANITARIA Y DESAGÜE



Módulo 5: Coordinación De Especialidades, Documentación Y Tiempos

La metodología BIM ha cambiado drásticamente la gestión de los proyectos de construcción al favorecer la integración efectiva de las distintas especialidades que las conforman, como son arquitectura, estructuras, instalaciones MEP y obra civil.

Una de las principales ventajas de esta metodología es la buena coordinación interdisciplinar que se lleva a cabo mediante un modelo digital centralizado y colaborativo, donde todos los agentes implicados en el proyecto trabajan sobre la base de única fuente de información actualizada en tiempo real, esta buena coordinación temprana produce la detección e independencia de interferencias (clash detection), lo que contribuye a reducir errores, reprocesos y sobrecostos (Eastman J., et al, 2011); además, el aspecto de la buena coordinación permite la toma de decisiones oportunas, gracias a la visualización 3D y al acceso inmediato a los datos técnicos y de rendimiento de los elementos del modelo.

En cuanto a la gestión de tiempos, BIM entrega la 4D o la construcción en tiempo, vinculando el modelo tridimensional con el cronograma de obra, a efectos de simular la secuencia constructiva, optimizar recursos y evaluar el impacto de decisiones sobre el calendario del proyecto (Succar, 2009).

Mediante la combinación de las fases de planificación y el modelo digital, los grupos especializados podrían prever cuellos de botella, modificar las programaciones y hacer una mejora global de la eficacia del proceso de trabajo en obra. La forma de trabajo BIM también se encuentra regida por un Plan de Ejecución BIM (BEP) que definió desde la fase inicial del proyecto las responsabilidades y flujos de trabajo y sus entregables; es decir, la metodología

SINERGIA REGENERATIVA

también propicia una colaboración estructurada por especialidades y el cumplimiento de objetivos en tiempo, coste y calidad.

Figura 83 Coordinación de Disciplina, Registro y Duración

Generación propia



Análisis de interferencias e inconsistencias

1.Revit

El examen de conflictos y discrepancias en Revit es una etapa crucial para garantizar, así, la solidez, consistencia y factibilidad técnica de un modelo creado con la metodología BIM, utilizando herramientas como la Verificación de Interferencias, Revit permite detectar los conflictos espaciales entre las distintas disciplinas generados por las siguientes: arquitectura, estructuras, instalaciones MEP.

SINERGIA REGENERATIVA

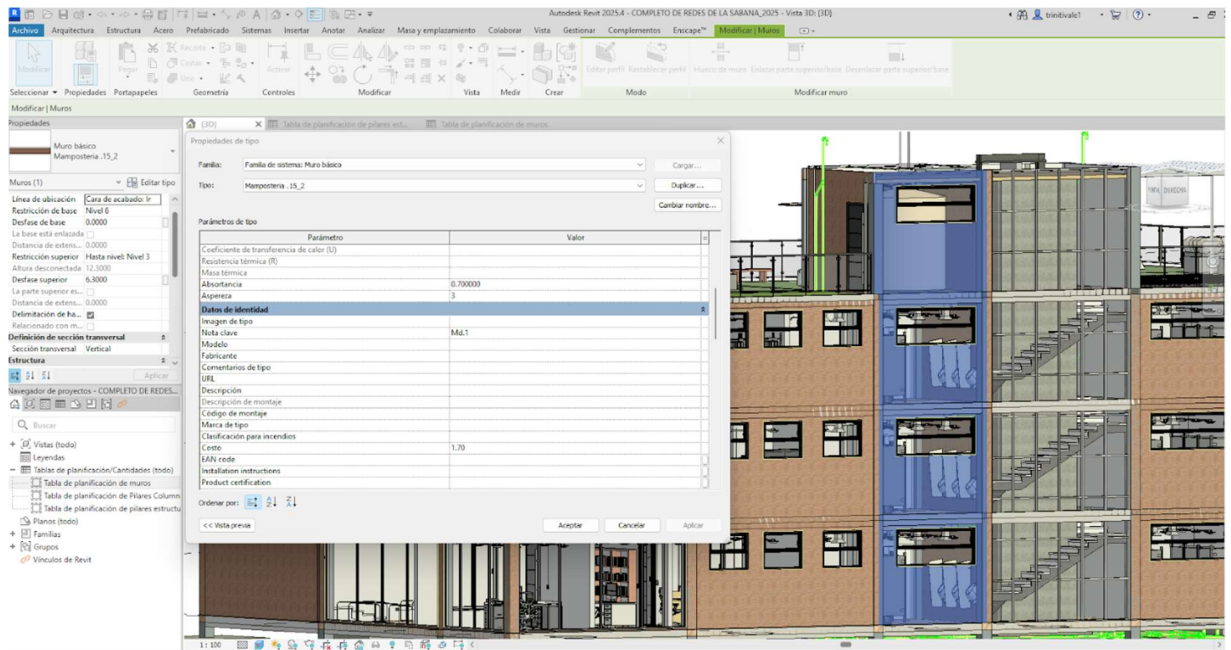
La Comprobación de Interferencias no solamente permite identificar las interferencias espaciales físicas entre los elementos del modelo tridimensional, sino que también permite detectar problemas de coordinación debidos a errores de diseño, generando superposiciones no intencionadas e incompatibilidades en el uso del espacio. La detección de interferencias da lugar así a elaborar una mejor planificación, permite reducir los retrabajos en obra, además de mejorar significativamente la calidad del producto final.

A su vez, Revit permite implementar un control sistémico del modelo y verificar que todos sus componentes se encuentran correctamente definidos, clasificados y alineados con los criterios que se suelen incorporar en el BEP (Plan de Ejecución BIM). Esta capacidad de análisis y validación contribuye de esta forma a facilitar la interoperación y la efectividad del flujo de trabajo desarrollado desde las fases de diseño y cálculo hasta la construcción.

Figura 84 Interferencias e inconsistencias Revit

Elaboración propia

SINERGIA REGENERATIVA



2. Navisworks

El estudio de interferencias e inconsistencias en Navisworks forma parte de una de las fases de la coordinación multidisciplinaria a nivel de proyectos de obra donde se aplica la metodología BIM, mediante la herramienta Clash Detective, Navisworks permite detectar, visualizar y gestionar de manera eficaz, los conflictos entre los diferentes elementos del modelo 3D que corresponden a diferentes disciplinas como arquitectura, estructura e instalaciones MEP.

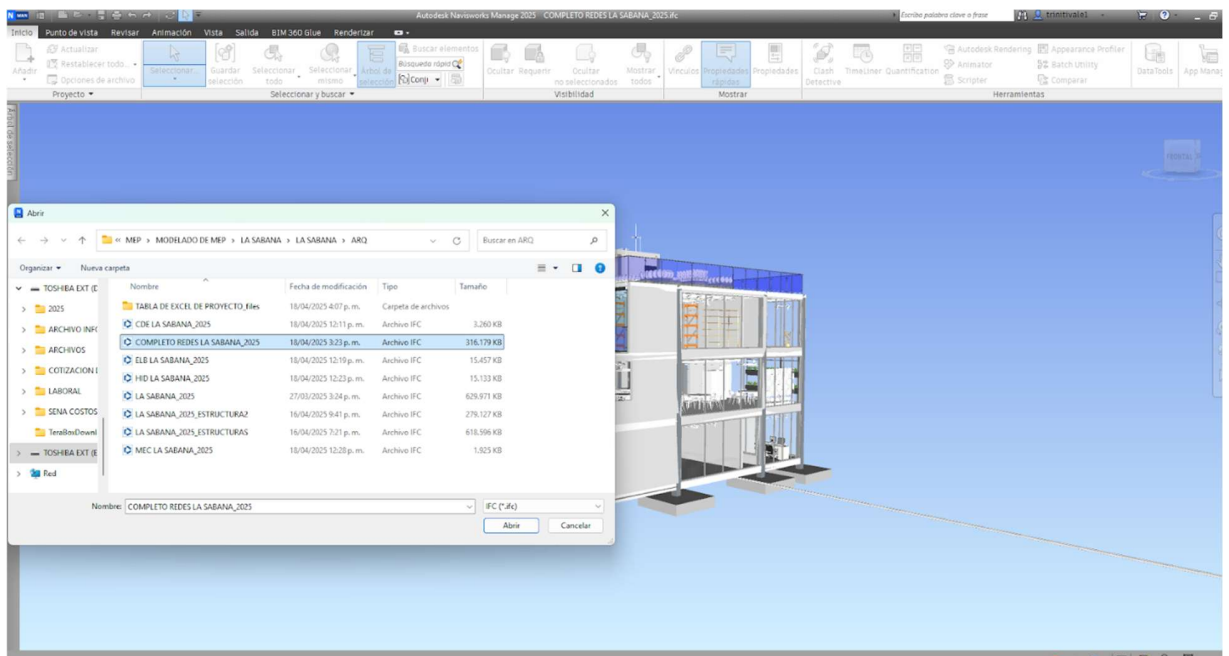
El proceso de comprobar con antelación las colisiones también nos permite evitar problemas ocasionados durante la construcción antes de llegar a la fase de obra, facilitando la planificación del conjunto del proyecto y reduciendo significativamente el costo derivado de retrasos, cambios no previstos y reprocesos.

SINERGIA REGENERATIVA

Una de las ventajas más relevantes de Navisworks es que ilustra cada interferencia de manera tan clara y sencilla. Esto ayuda a la hora de tomar decisiones consensuadas entre los diferentes equipos (diseño, ingeniería y construcción) y permite disponer de un modelo más coherente, más preciso y más alineado con los objetivos del proyecto.

Figura 85 Interferencias e inconsistencias Navisworks

Elaboración propia



Elaboración de reportes de coordinación

Los reportes de colaboración en Navisworks son esenciales para la supervisión y el manejo de conflictos en los proyectos desarrollados con el enfoque BIM, cuando la herramienta Clash Detective y su propiedad de detección de colisiones muestra los conflictos entre

SINERGIA REGENERATIVA

especialidades, la aplicación promulga la producción de informes que documentan cada tipo de colisión, la localización de la misma, los elementos que intervienen en la colisión y el estado de la revisión.

Estos informes presentados en formato estructural y visual son de gran importancia para poder obtener una comunicación clara entre los grupos de trabajo, ya que son ramas principales y visuales de la problemática en la que se trabaja durante la fase de coordinación.

Además, los informes de Navisworks se pueden producir en cualquier tipo de formato (HTML, XML, TXT), de tal manera que van adaptándose a las necesidades del proyecto y a la incorporación con otros tipos de plataformas de gestión del tipo BIM 360, Autodesk Construction Cloud o software de planificación como primavera o MS Project.

Figura 86 Creación de informes de coordinación

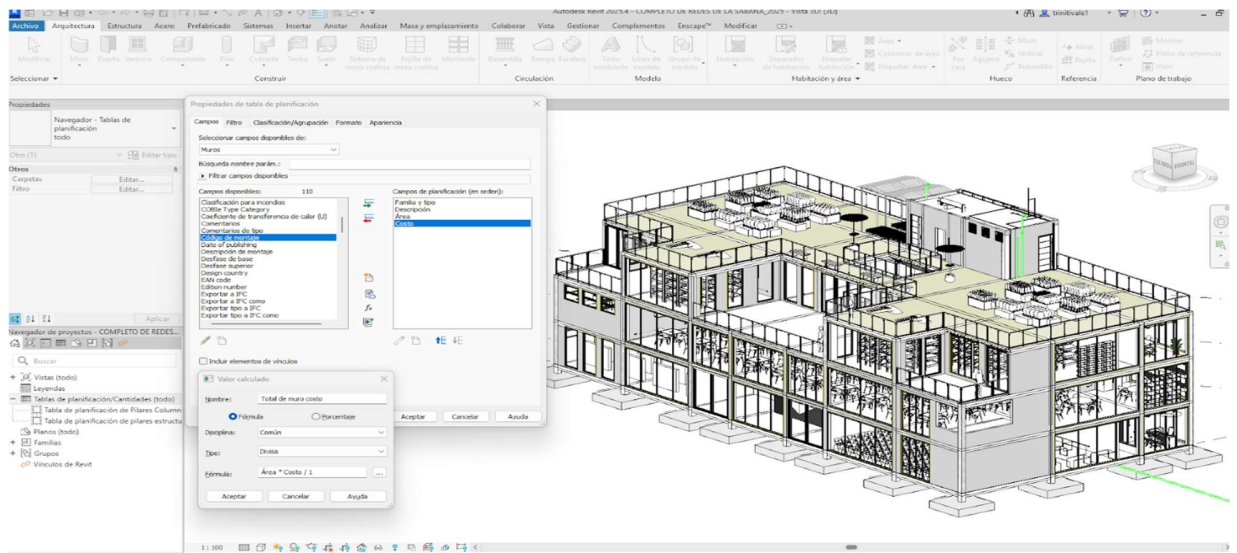
Elaboración propia

SINERGIA REGENERATIVA

poder integrar filtros, fórmulas y parámetros para adaptar las tablas a las necesidades específicas del proyecto o del cliente, del mismo modo, también se prevé la posibilidad de integración con software de presupuestar y planificar, cómo podría ser Navisworks, CostOS, Presto, Excel, etc., y le permite poder trasladar en mejores condiciones todos aquellos datos para un análisis más riguroso en cuanto a las respectivas cantidades y/o costos.

Figura 87 Abstracción y gestión de cantidades

Elaboración propia



Simulación de actividades constructivas

El proceso de modelado de construcciones del proyecto se ejecuta a través de la aplicación Autodesk Navisworks, un software diseñado para combinar dibujos en 3D con la ejecución de las tareas de edificación con este enfoque, se puede observar de manera secuencial y variable el progreso de las actividades, facilitando la planificación y la elección en

SINERGIA REGENERATIVA

cada etapa del proyecto, Navisworks combina elementos BIM con cronogramas de edificación, creando visualizaciones 4D del progreso temporal. Esta característica es fundamental para detectar perturbaciones, estimar la factibilidad de la secuencia de tareas y mejorar los medios antes de la implementación práctica.

Además, la herramienta contribuye a mejorar la interacción entre los diversos participantes que son parte del proyecto, al proporcionar una representación visual clara del progreso previsto y detectar posibles retrasos o conflictos de planificación. Gracias a la simulación constructiva, se fortalecen los mecanismos de control y seguimiento, lo que se traduce en mayor eficiencia, reducción de riesgos y una ejecución más alineada con los plazos establecidos.

Figura 88 Simulación de actividades constructivas

Elaboración propia



Figura 89 Video YouTube QR

Elaboración propia



Módulo 6: Simulación interactiva e inmersiva en entornos virtuales con enfoque realidad virtual

En lo que respecta a la realidad virtual y la inmersión, han cambiado la manera en que las personas interactúan con los entornos digitales, brindando una experiencia tridimensional envolvente que supera el uso convencional de las pantallas. Esta transformación tecnológica se sustenta en sistemas de representación gráfica avanzada, apoyados por plataformas interoperables que utilizan renderización en tiempo real y técnicas de fotogrametría para ofrecer visualizaciones hiperrealistas. El proceso inicia con la modelación 3D en softwares como Revit, que proporcionan la estructura básica para el desarrollo de entornos virtuales. A partir de esta base, se abre el camino hacia una inmersión completa, donde se mezcla lo tangible con lo virtual. Esta tecnología ofrece nuevas posibilidades para la exploración, el aprendizaje y el entretenimiento, ampliando significativamente las capacidades del diseño y la comunicación visual. A continuación, se presenta el contenido del Módulo 5.

Figura 90 Módulo 5

Elaboración propia



Exportación a IFC entre otros

El proceso de generación de entornos virtuales inmersivos parte del desarrollo de modelos tridimensionales en plataformas especializadas como Autodesk Revit, que permiten estructurar tanto la geometría como la información técnica de cada elemento constructivo. Para integrar estos modelos con motores de renderizado en tiempo real como Twinmotion, Lumion, Enscape o Unreal Engine es necesario establecer un flujo de trabajo que garantice la fidelidad tanto visual como informativa del modelo. En este sentido, la exportación del modelo en formato IFC (Industry Foundation Classes) juega un papel crucial, ya que actúa como un estándar abierto e interoperable que conserva no sólo la geometría, sino también los atributos esenciales como materiales, propiedades físicas, capas y clasificaciones.

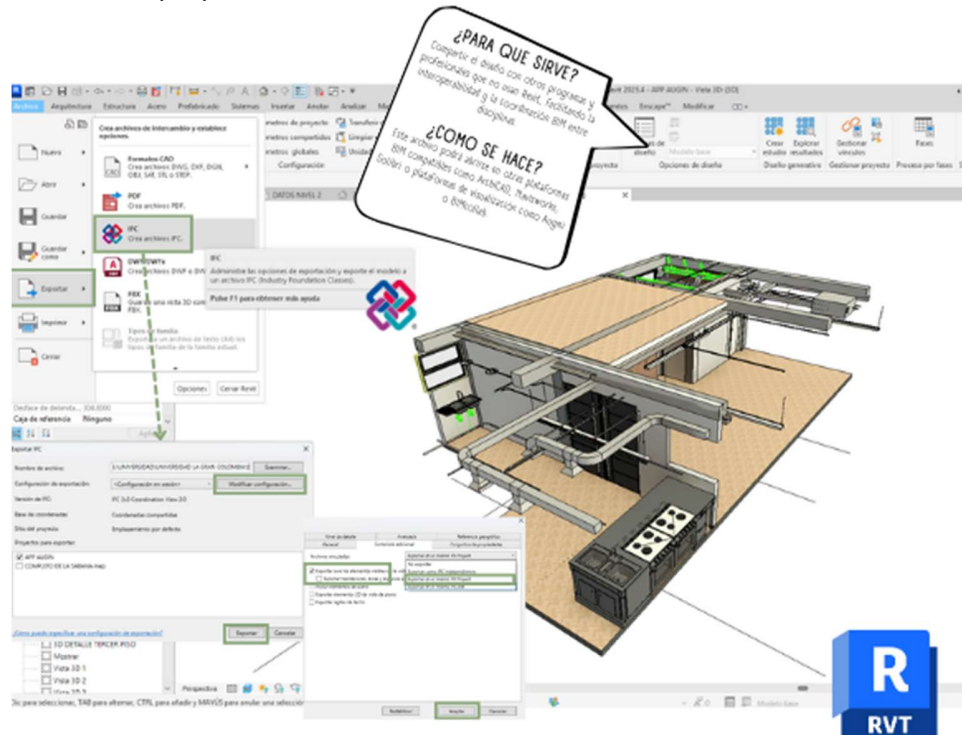
Este procedimiento de interoperabilidad no solo garantiza la protección de la información durante el cambio entre sistemas, sino que también permite una visualización exacta, uniforme y llena de matices. Como resultado, los diseñadores, visualizadores y artistas digitales pueden trabajar con modelos más consistentes, generando visualizaciones impactantes ya sea en figuras estáticas, recorridos animados o experiencias inmersivas en realidad virtual sin perder información clave del modelo original. Al optimizar la calidad y eficiencia del proceso de renderizado, este flujo de trabajo mejora significativamente la comunicación del diseño y el proceso de elegir entre opciones durante las etapas de avance del proyecto.

A continuación, se explicará paso a paso cómo llevar a cabo el proceso de exportación a formato IFC para su posterior uso en entornos de visualización avanzados.

SINERGIA REGENERATIVA

Figura 91 Exportación a IFC

Elaboración propia



Renderización en tiempo real

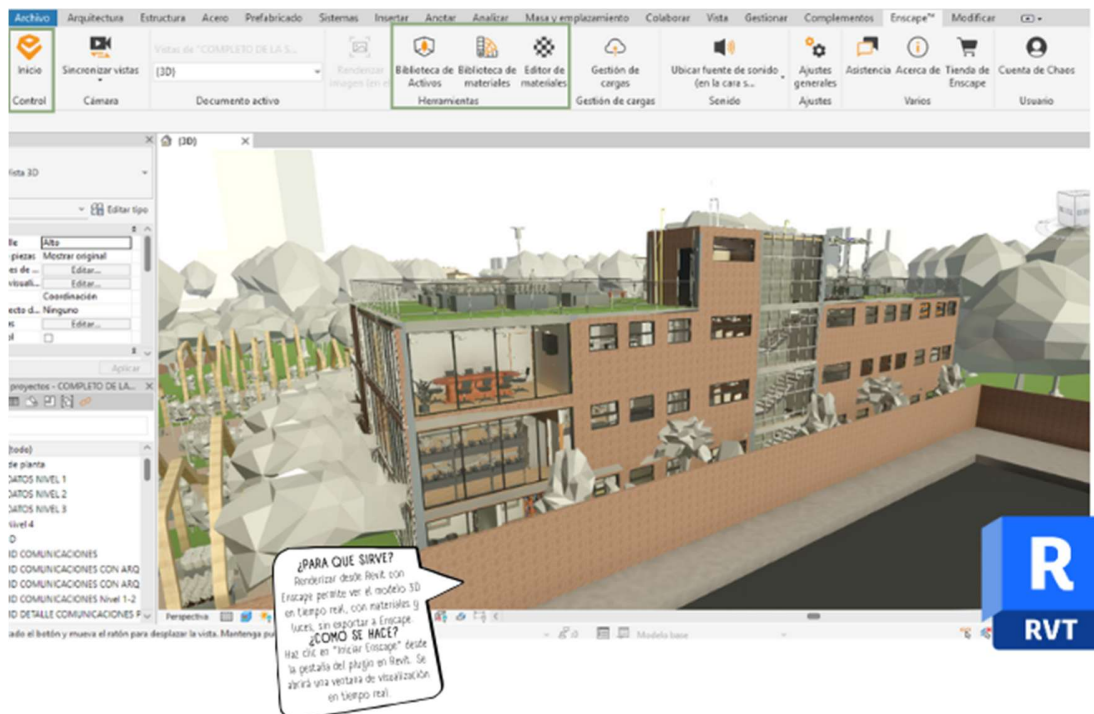
La renderización en tiempo real ha transformado radicalmente la forma en que los arquitectos visualizan y presentan sus proyectos. Partiendo de modelos 3D desarrollados en herramientas como Revit, el diseño se materializa mediante aplicaciones como Chaos Enscape. Este procedimiento implica trasladar el modelo de manera directa desde Revit hacia el motor de renderizado, donde se utilizan las capacidades de visualización instantánea para crear imágenes fotorrealistas y recorridos interactivos en tiempo real. Enscape, conocido por su integración sin problemas y su fácil manejo, brinda a los profesionales la oportunidad de analizar de manera rápida diversas configuraciones de luz, materiales y entornos, lo cual

SINERGIA REGENERATIVA

simplifica el proceso de toma de decisiones en las etapas iniciales del proyecto. El resultado es una presentación animada y envolvente que permite a los clientes y a los equipos experimentar el diseño con un gran nivel de realismo. A continuación, se presentará la interfaz de Chaos Enscape.

Figura 92 Renderización Chaos Enscape

Elaboración propia



Fotomontaje y retoque fotográfico 3d

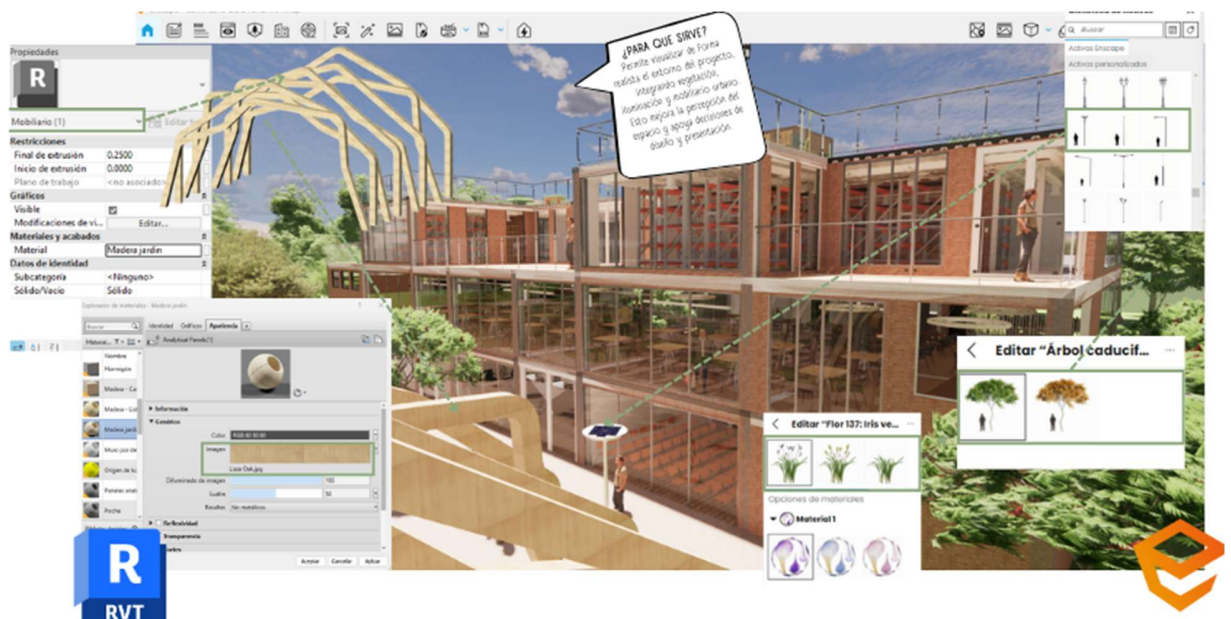
Las técnicas de fotomontaje y edición fotográfica en 3D son herramientas clave para integrar modelos digitales en figuras reales con gran precisión visual. Estas metodologías no solo enriquecen la presentación de proyectos arquitectónicos, sino que también permiten destacar el uso de materiales innovadores y soluciones de fitotectura, incorporando elementos

SINERGIA REGENERATIVA

naturales que mejoran el diseño sostenible y ambientalmente responsable. Gracias a estas técnicas, los profesionales pueden ofrecer representaciones mucho más realistas y detalladas que ayudan a que los clientes y los inversores entiendan el proyecto, mejorando de este modo la comunicación y el proceso de decisión en las etapas iniciales. En lo sucesivo, se explicará el proceso de creación y ajuste de fotomontajes con retoques en 3D para lograr una integración armoniosa entre el modelo y el entorno real.

Figura 93 Fotomontaje y retoque fotográfico

Elaboración propia



Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos

La incorporación de condiciones climáticas reales, junto con la meticulosa configuración de iluminación, sombras y reflejos, resulta esencial para dotar de profundidad y realismo a las visualizaciones en arquitectura y diseño. Estas herramientas reproducen cómo la luz, tanto

SINERGIA REGENERATIVA

natural como artificial, se relaciona con diversas superficies y formas, así como también capturan el entorno y el momento del día en que se desarrolla el proyecto. Incluir elementos climáticos ayuda a situar la obra en su contexto ambiental, mejorando la experiencia visual y emocional del espectador. Además, el ajuste de luces y sombras mejora la percepción de texturas y volúmenes, mientras que los reflejos añaden un nivel adicional de detalle que hace que la figura sea más realista. También, la incorporación de elementos de fitotecnia, como jardines verticales o techos verdes, ayuda a enfatizar la conexión entre la arquitectura y el medio ambiente, enriqueciendo no solo la apariencia estética, sino también la sostenibilidad del proyecto. En conjunto, estos elementos elevan la calidad visual y la efectividad comunicativa de la propuesta. A continuación, se presentará la interfaz para gestionar focos, cielos, contorno de sombra, reflejos y elementos vegetales.

Figura 94 Recursos para el clima, control de iluminación, penumbras, y reflexión.

Generación propia

SINERGIA REGENERATIVA



Figura 95 Panorama 360° QR

Elaboración propia



SINERGIA REGENERATIVA

Visualización de modelos 3d

El renderizado final de modelos 3D es una herramienta clave para convertir conceptos arquitectónicos complejos en figuras visualmente impactantes y realistas. Estas figuras permiten a clientes, inversores y diseñadores comprender mejor la estética, funcionalidad y distribución espacial del proyecto antes de su construcción, mejorando así la comunicación y facilitando decisiones informadas. Este proceso no solo ayuda a anticipar resultados, sino que también refuerza la forma en que se exponen las ideas, consiguiendo un efecto visual más poderoso. A continuación, se mostrará la representación final del proyecto.

Figura 96 exploración visual de modelos 3D y realidad virtual

Generación propia



Figura 97 Visualización de modelo 3D mep

Elaboración propia

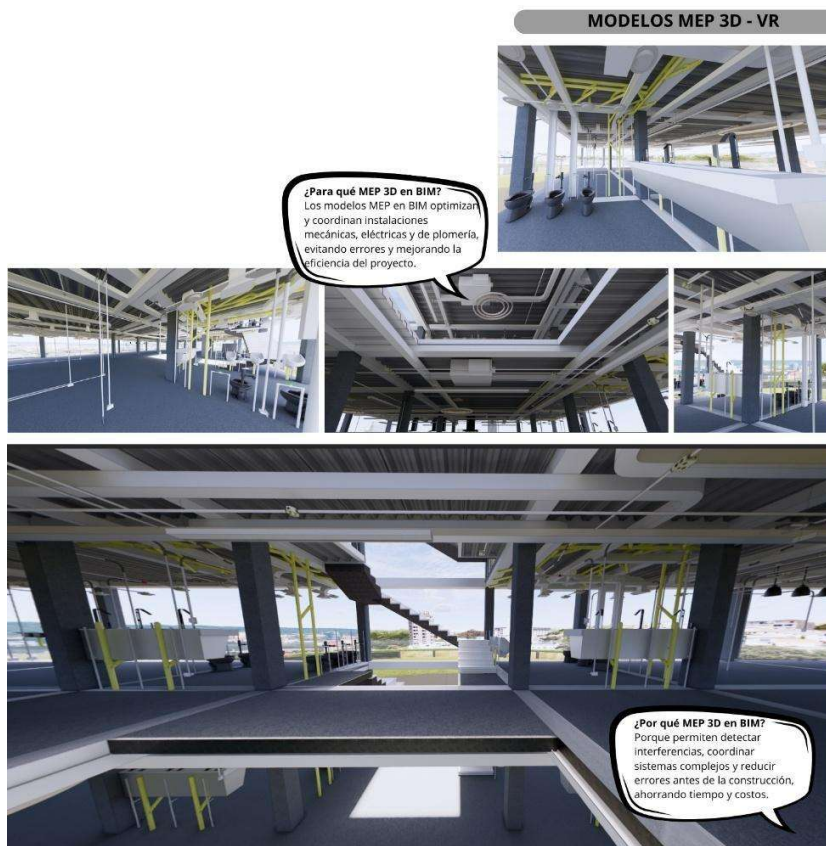
SINERGIA REGENERATIVA



Figura 98 Modelado mep 3d en VR

Elaboración propia

SINERGIA REGENERATIVA



Realidad virtual inmersiva

El uso del plugin Augin en Revit combinado con la realidad virtual inmersiva permite transformar los modelos digitales en experiencias interactivas y envolventes. A través de esta herramienta, los diseñadores pueden exportar directamente sus modelos 3D detallados desde Revit hacia plataformas de realidad virtual, donde es posible explorar cada espacio con gran realismo. Esta técnica permite una mejor comprensión del proyecto, favorece la comunicación con clientes y patrocinadores, y permite detectar con anterioridad ajustes o mejoras que se requieren antes de iniciar la construcción. La combinación de Augin y la inmersión virtual optimiza significativamente la eficiencia del proceso de diseño, apoyando decisiones

SINERGIA REGENERATIVA

informadas y logrando presentaciones más impactantes. A continuación, se exhibirá la interfaz de Augin.

Figura 99 Realidad virtual inmersiva

Elaboración propia



Figura 100 Realidad virtual App store

Elaboración propia

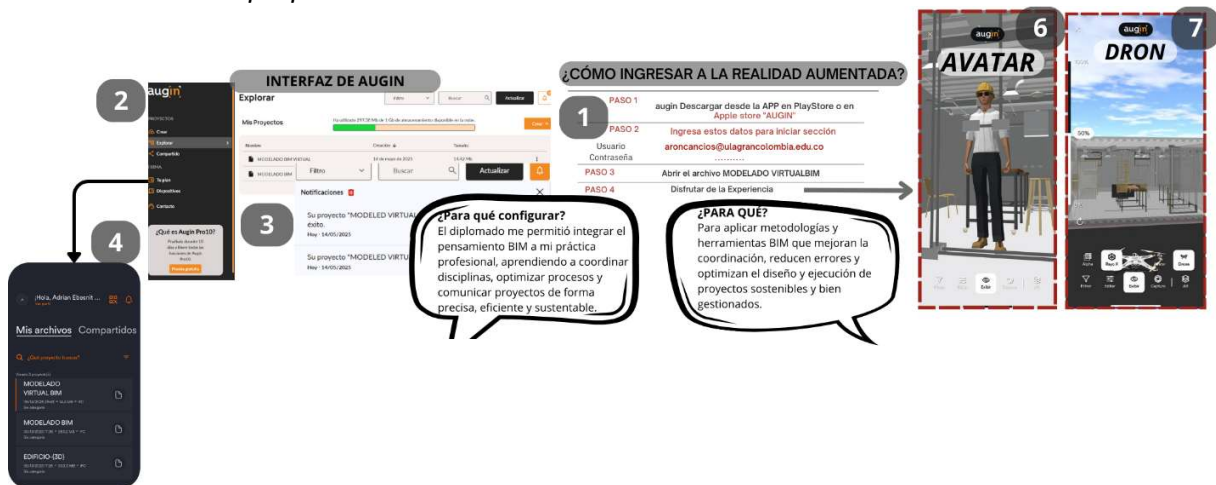


Figura 101 Video VR aplicación en QR

Elaboración propia



Adrián Roncancio



Camilo Herrán

Lista De Referencias

- Agencia Nacional de Infraestructura (ANI). (2023). Proyectos ANI - Modo férreo. Recuperado de <https://www.ani.gov.co/proyectos-ani-modo-ferreo>
- Álvarez, M. (2019). Impacto del déficit de espacios públicos en la salud y calidad de vida de los ciudadanos en Bogotá. *Revista Colombiana de Salud Pública*, 15(3), 45-57. <https://revistasaludpublica.com/articulo/deficit-espacios-publicos-bogota>
- Álvarez, M. (2019). Informe sobre el estado del espacio público en Bogotá. Observatorio de Espacio Público de Bogotá. <https://www.espaciopublico.gov.co/informes/estado-espacio-publico-bogota-2019>
- ArchDaily. (2020). Bjarke Ingels: Combining Nature and Technology. Recuperado de <https://www.archdaily.com/936894/bjarke-ingels-big-architecture-and-nature>
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Beier, P., & Noss, R. F. (1998). Do Habitat Corridors Provide Connectivity? *Conservation Biology*, 12(6), 1241–1252. https://www.researchgate.net/publication/227661037_Do_Habitat_Corridors_Provide_Connectivity?utm_source=chatgpt.com
- Bermúdez, J. A. (2014). *El ferrocarril en Colombia: historia y perspectivas*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

SINERGIA REGENERATIVA

Bjarke Ingels Group. (s.f.). About BIG. Recuperado de <https://big.dk/#about>

Bolpagni, M. (2013). The implementation of level of development in BIM processes. Proceedings of the CIB W78 2013: 30th International Conference on Applications of IT in the AEC Industry, Beijing, China. <https://itc.scix.net/paper/w78-2013-paper-43>

Bramwell, B. (1996). Sustainable tourism management in urban areas: Current issues and future perspectives. En Sustainable Tourism: European Experiences (pp. 39-54). Channel View Publications.

British Standards Institution. (2017). PAS 1192-2: Especificación para la gestión de la información en la fase de capital/entrega de proyectos de construcción mediante modelado de información de construcción.

Castro, J. (2019). Espacio público y desigualdad social en Bogotá. Revista de Estudios Urbanos, 12(2).

Congreso de la República de Colombia. (1989). Ley 9 de 1989 por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1175>

DANE. (2021). Proyecciones de población 2021-2025. Bogotá.

DG Design Modeling. (2023). ¿Qué es un modelador BIM y cuáles son sus funciones? Recuperado de <https://dgdesignmodeling.com/blog/que-es-un-modelador-bim/>

SINERGIA REGENERATIVA

Duque-Escobar, G. (2016). Ferrocarriles: integración y progreso para Colombia. Recuperado de <https://gduquees.blogspot.com/2016/04/ferrocarriles-integracion-y-progreso.html>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (2nd ed.). Wiley.

Fandiño, A. (2007). El Ferrocarril de Antioquia: Historia y Desarrollo. *Revista Historia Crítica*.

Fischer, J., & Lindenmayer, D. B. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16(3), 265–280. <https://www.researchgate.net/publication/227673847>

García, M., & Mejía, A. (2022). Equidad en el acceso al espacio público: un reto para Bogotá. *Urban Studies Journal*.

García, M., & Mejía, L. (2022). Equidad y participación ciudadana en el espacio público. *Revista de Políticas Urbanas*, 8(1), 22-38.

Garriz, E. J., & Schroeder, R. V. (s.f.). Dimensiones del espacio público y su importancia.

Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Island Press.

Glaeser, E. (2011). *Triumph of the City: How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier*. Penguin Press. Recuperado de <https://www.scientificamerican.com/article/glaeser-triumph-of-the-city-excerpt/>

SINERGIA REGENERATIVA

González, F. (2018). La planificación urbana en Colombia: historia y desafíos. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

González, F. (2019). Espacio público y urbanismo en Bogotá: oportunidades y desafíos. *Revista de Urbanismo*, 8(1), 25-40.

González, J. (2011). Modernización sobre Rieles. El Ferrocarril de Barranquilla y el Ferrocarril del Pacífico: dos obras de infraestructura de transporte férreo de gran impacto modernizador en el proceso de industrialización de Colombia. *Revista Historia Crítica*, (43), 98-117. https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-88862011000200006&script=sci_arttext

Görmüş, S. (2015). Determining Ecotourism Circulation Corridors Using GIS in Küre Mountains National Park, Turkey. En este estudio, se destaca cómo los corredores ecológicos pueden ser atractivos para el ecoturismo y contribuir al bienestar de las comunidades locales. <https://www.researchgate.net/publication/321727201>

Greenpeace. (2020). El 80% de la población en Bogotá vive con déficit de áreas verdes. Recuperado de <https://www.greenpeace.org/colombia/noticia/uncategorized/el-80-de-la-poblacion-en-bogota-vive-con-deficit-de-areas-verdes/>

Greenpeace. (2020). Situación Actual del Espacio Público Verde en Bogotá. Recuperado de https://www.greenpeace.org/static/planet4-colombia-stateless/f35550fa-deficit_areas_verdes_ajustado.pdf

Gutiérrez, J., & Rojas, P. (2020). Desarrollo urbano y políticas públicas en Bogotá: avances y desafíos. *Cuadernos de Urbanismo*, 25(1).

SINERGIA REGENERATIVA

ISO. (2018). ISO 19650-1: Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo el modelado de información de la construcción (BIM) — Gestión de la información mediante el modelado de información de la construcción — Parte 1: Conceptos y principios. Organización Internacional de Normalización.

ISO. (2018). ISO 19650-2: Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo el modelado de información de la construcción (BIM) — Gestión de la información mediante el modelado de información de la construcción — Parte 2: Fase de entrega de los activos. Organización Internacional de Normalización.

Kymmell, W. (2016). Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. McGraw-Hill Education.

Leitao, A. B., et al. (2015). Ecological Networks in Spatial Planning. Springer.

Ministerio de Transporte Colombia. (2018). Informe sobre el estado de la red ferroviaria nacional. Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co/>

Ministerio de Transporte. (2021). Desafíos del transporte ferroviario de carga en Colombia. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Desaf%C3%ADos-del-transporte-ferroviario-de-carga-en-Colombia.pdf>

Observatorio del Espacio Público de Bogotá. (2019). Estado y condiciones de los espacios públicos en Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá.

<https://observatorioespaciopublico.gov.co/informes>

SINERGIA REGENERATIVA

Observatorio de Espacio Público. (2019). Análisis del espacio público y comercio informal en Bogotá.

Observatorio de Espacio Público. (2020). Informe sobre el estado del espacio público en Bogotá.

OCDE. (2011). Perspectivas OCDE sobre cohesión social 2011. Recuperado de <https://www.oecd.org/els/soc/48350388.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://sdgs.un.org/goals>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). *Urban green spaces and health: A review of evidence*. Recuperado de: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file

Lista De Anexos

Nº	Tipo	Descripción	Nombre de recurso
1	Panel	Módulo 1: Introducción, normas, estándares, trabajo colaborativo e interoperabilidad	PANEL
2	Panel	Módulo 3: Modelado de edificación (estructuras, arquitectura y MEP)	PANEL
3	Panel	Módulo 4: Coordinación de especialidades, documentación y tiempos	PANEL
4	Panel	Módulo 5: Realidad virtual e inmersiva	PANEL
5	Planos	Planos de arquitectura	PLANOS ARQUITECTURA
6	Planos	Planos bioclimáticos	PLANOS BIOCLIMÁTICA
7	Planos	Planos estructurales	ESTRUCTURA
8	Planos	Planos MEP (CDE, ELB, HID, MEC)	MEP (CDE, ELB, HID, MEC)
9	Modelo	Modelo arquitectónico en Revit	LA SABANA 2025 ARQ.rvt
10	Modelo	Modelos MEP en Revit	CDE, ELB, HID, MEC LA SABANA 2025.rvt
11	Modelo	Video de simulación del modelo	SIMULACIÓN.mp4