

COMPLEJO DEPORTIVO LA COLINA PARA LA INTEGRACIÓN DE EQUIPAMIENTOS
EN GUATEQUE BOYACÁ:
COMO HERRAMIENTA DE REVITALIZACIÓN

Brayan Stiven Romero Garzon, Karen Lorena Perez Triana



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Programa Arquitectura, Facultad Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2025

**Complejo deportivo la colina para la integración de equipamientos en guateque Boyacá:
como herramienta de revitalización**

Brayan Stiven Romero Garzon, Karen Lorena Perez Triana

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

Arquitecto(a)

Arquitecto Manuel Fernando Martínez Forero

Arquitecto Alberto Nope Bernal



Programa Arquitectura, Facultad Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2025

Agradecimientos

En primer lugar, queremos expresar nuestros más profundos agradecimientos a Dios, por la paciencia y sabiduría en los momentos de dificultad.

A nuestros padres, Por la labor de ser ese pilar en el cual fundamentamos nuestros esfuerzos, atención y cariño. Por la paciencia, la entrega y la sinceridad; no hubiésemos podido llegar a este punto de nuestras vidas sin ustedes. han sido nuestro pilar fundamental.

Nuestros sinceros agradecimientos a nuestros profesores, quienes fungieron como maestros de vida y de profesión, agradecemos por su valiosa orientación, paciencia y dedicación durante todo este proceso. Sus aportes técnicos, su crítica constructiva y su compromiso con nuestro desarrollo académico han sido fundamentales para la realización de este trabajo académico que hoy tenemos el placer de entregar y compartir con todos los lectores.

Tabla de contenido

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	18
ABSTRACT	19
INTRODUCCIÓN	20
PROBLEMÁTICA	21
PREGUNTA PROBLEMA	24
OBJETIVOS	24
OBJETIVO GENERAL	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
JUSTIFICACIÓN	25
JUSTIFICACIÓN DEPORTIVA.....	25
JUSTIFICACIÓN SOCIAL	25
ESTADO DEL ARTE	27
MARCO REFERENCIAL	33
MARCO CONCEPTUAL	36
INTEGRACIÓN ESPACIAL Y SOCIAL.....	36
SEGURIDAD Y VITALIDAD DEL ESPACIO PÚBLICO.....	36
PROXIMIDAD	37
IMPACTO DE LOS ESPACIOS VERDES	37
ESPACIO LIBRE Y EXPERIENCIA ESPACIAL.....	37
GESTIÓN DIGITAL Y COORDINACIÓN TÉCNICA	38
MARCO NORMATIVO.....	39
ARTÍCULO 22. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPAMIENTOS POR SECTORES DE DESEMPEÑO.	39
ARTÍCULO 36. USO INSTITUCIONAL.....	39

ARTÍCULO 37. USOS RECREACIONALES.....	39
ARTÍCULO 48. CONFORMACIÓN DEL SISTEMA DE ÁREAS RECREATIVAS DE USO PÚBLICO EN DESARROLLOS POR URBANIZACIÓN.....	40
METODOLOGÍA.....	41
CONTEXTUALIZACIÓN	44
DESARROLLO METODOLÓGICO.....	47
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
DESARROLLO DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS	48
<i>En el cumplimiento del objetivo específico 1</i>	<i>48</i>
<i>Registro fotográfico</i>	<i>50</i>
<i>En cumplimiento con el objetivo específico 2</i>	<i>52</i>
<i>En el cumplimiento del objetivo específico 3</i>	<i>52</i>
<i>En el cumplimiento del objetivo específico 4</i>	<i>53</i>
DETERMINANTES AMBIENTALES.....	54
TOPOGRAFÍA	54
BIOCLIMÁTICA	54
INNOVACIÓN	56
<i>Aprovechamiento bioclimático</i>	<i>58</i>
PLANTEAMIENTO DE DISEÑO URBANO.....	60
ORGANIGRAMA.....	60
INTERVENCIÓN.....	62
MEMORIA DE DISEÑO URBANO	64
VARIABLES	64
<i>Articulación urbana</i>	<i>64</i>
<i>Articulación interna</i>	<i>65</i>

<i>Senderos</i>	66
DISEÑO	67
AXONOMETRÍA	71
PLANTEAMIENTO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO	72
CONTEXTO	72
ZONIFICACIÓN	73
ORGANIGRAMA.....	73
PISO -1	74
PISO 1.....	74
PISO 2.....	75
PISO 3.....	76
PERFIL DEL USUARIO.....	76
USUARIOS DEPORTIVOS Y RECREATIVOS.....	77
USUARIOS COMUNITARIOS Y VISITANTES	77
USUARIOS INSTITUCIONALES Y ADMINISTRATIVOS.....	77
USUARIOS OCASIONALES Y EXTERNOS	77
DETERMINANTES DE IMPLANTACIÓN	78
TEJIDO URBANO	78
APERTURA Y VISIBILIDAD	78
CONFORT AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD	78
MEMORIA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICA	79
ARTICULACIONES.....	79
<i>Piso -1</i>	79
<i>Piso 1</i>	80

<i>Piso 2</i>	80
ARTICULACIÓN EXTERNA	81
<i>Piso -1</i>	81
<i>Piso 1</i>	82
ARTICULACIÓN INTERNA.....	82
<i>Piso -1</i>	83
<i>Piso 1</i>	83
<i>Piso 2</i>	84
<i>Piso 3</i>	84
DISEÑO	85
MEMORIA COMPOSITIVA	86
<i>Ritmo</i>	86
<i>Ejes</i>	86
<i>Jerarquía</i>	87
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO Y ÁREAS	88
<i>Áreas del edificio</i>	88
<i>Programa arquitectónico</i>	88
IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA COLABORATIVA BIM	91
NORMATIVA, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD	92
<i>Norma ISO 19650</i>	92
<i>Resolución 0441 de 2020</i>	93
<i>Ciclo de vida del proyecto</i>	94
<i>Dimensiones BIM</i>	95
<i>EIR (Employer's Information Requirements)</i>	97
<i>BEP (BIM Execution Plan)</i>	98
<i>Roles BIM</i>	100

<i>Usos BIM</i>	101
<i>CDE (Common Data Environment)</i>	103
<i>IFC (Industry Foundation Classes)</i>	106
<i>BCF (BIM Collaboration Format)</i>	108
MODELADO DEL EDIFICIO	111
TOPOGRAFÍA Y CONTEXTO	111
ESTRUCTURA	114
ARQUITECTURA.....	122
INSTALACIONES MEP	132
<i>Hidráulica</i>	133
<i>Sanitaria</i>	137
<i>Protección Contra Incendios</i>	139
<i>HVAC</i>	144
<i>Eléctrica</i>	148
<i>Telecomunicaciones</i>	151
CARGA Y GESTIÓN DE PARÁMETROS MEDIANTE DiROOTS ONE.....	154
COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES	156
ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS E INCONSISTENCIAS.....	156
CREACIÓN DE INFORMES DE COORDINACIÓN	160
ABSTRACCIÓN Y GESTIÓN DE CANTIDADES.....	162
CONFIGURACIÓN DE PLANIMETRÍAS Y DOCUMENTACIÓN.....	166
SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS	172
REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA	175
EXPORTACIÓN A IFC ENTRE OTROS.....	175
RENDERIZACIÓN EN TIEMPO REAL.	176

FOTOMONTAJE Y RETOQUE FOTOGRÁFICOS 3D.....	178
FONDOS CLIMÁTICOS. MANEJO DE LUCES, SOMBRAS Y REFLEJOS.	180
VISUALIZACIÓN DE MODELOS 3D	183
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA	184
RENDERS.....	187
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	190
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA.....	192

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Árbol de problemas</i>	22
Figura 2 Equipamientos relevantes	44
Figura 3 <i>Contexto inmediato</i>	45
Figura 4 <i>Piscina municipal 1</i>	50
Figura 5 <i>Piscina municipal 2</i>	50
Figura 6 <i>Estadio municipal 1</i>	50
Figura 7 <i>Estadio municipal 2</i>	50
Figura 8 <i>Cancha múltiple parque la colina</i>	51
Figura 9 <i>Juego infantil parque la colina</i>	51
Figura 10 <i>Cancha de tenis</i>	51
Figura 11 <i>Zona de ejercicios</i>	51
Figura 12 <i>Topografía</i>	54
Figura 13 <i>Temperatura</i>	55
Figura 14 <i>Rosa de los vientos</i>	55
Figura 15 <i>Diagrama bioclimática lote</i>	58
Figura 16 <i>Organigrama espacios existentes y propuestos</i>	61
Figura 17 <i>Organigrama espacios relevantes</i>	62
Figura 18 <i>Nodos de convergencia</i>	64
Figura 19 <i>Conexiones internas</i>	65
Figura 20 <i>Recorridos internos</i>	66
Figura 21 <i>Puntos de control</i>	67
Figura 22 <i>Parque Recreacional la Colina</i>	69
Figura 23 <i>Piscina municipal</i>	70

Figura 24 <i>Estadio municipal</i>	71
Figura 25 Complejo deportivo "La Colina".....	71
Figura 26 <i>Contexto inmediato</i>	72
Figura 27 Zonificación.....	73
Figura 28 Organigrama piso -1.....	74
Figura 29 Organigrama primer piso.....	75
Figura 30 Organigrama segundo piso	75
Figura 31 Organigrama tercer piso	76
Figura 32 Articulación primer piso.....	79
Figura 33 Articulación primer piso.....	80
Figura 34 Articulación tercer piso.....	80
Figura 35 Conexiones externas.....	81
Figura 36 Conexión piscina	82
Figura 37 Conexiones internas piso -1.....	83
Figura 38 Conexiones internas piso 1	83
Figura 39 Conexiones internas piso 2	84
Figura 40 Conexiones internas piso 3	84
Figura 41 Ritmo en fachada	86
Figura 42 <i>Ejes como circulación</i>	87
Figura 43 <i>Jerarquía</i>	87
Figura 44 Diagrama de ciclo de vida	95
Figura 45 <i>Dimensiones BIM</i>	96
Figura 46 <i>Formato EIR</i>	98
Figura 47 <i>Requerimientos formato BEP</i>	99

Figura 48 Roles BIM	101
Figura 49 Listado de usos BIM	103
Figura 50 <i>Orden carpetas CDE</i>	104
Figura 51 <i>Permisos usuarios</i>	105
Figura 52 <i>Herramienta exportar</i>	106
Figura 53 <i>Visualización IFC</i>	107
Figura 54 <i>Interfaz Revit BIMCollab</i>	109
Figura 55 <i>Plataforma BIMCollab panel</i>	109
Figura 56 <i>Plataforma BIMCollab asuntos</i>	110
Figura 57 <i>AutoCAD PBOT Municipio Guateque</i>	111
Figura 58 <i>Ventana plantilla Revit</i>	112
Figura 59 <i>Importar DWG en modelo</i>	113
Figura 60 <i>Interfaz configuración unidades</i>	115
Figura 61 <i>Herramienta aislada</i>	116
Figura 62 <i>Herramienta viga</i>	117
Figura 63 <i>Herramienta pilar</i>	118
Figura 64 <i>Pestaña estructura</i>	119
Figura 65 <i>Herramienta refuerzo</i>	120
Figura 66 <i>Herramienta conexión</i>	121
Figura 67 <i>Niveles modelo Revit</i>	123
Figura 68 <i>Muros edificio primer piso</i>	124
Figura 69 <i>Configuración muros</i>	125
Figura 70 <i>Herramienta Suelo</i>	128
Figura 71 <i>Aplicación techos arquitectónicos</i>	129

Figura 72 <i>Herramientas cargar familias</i>	130
Figura 73 <i>Conexión directa Windows - BIM360</i>	133
Figura 74 <i>Copimonitorizar</i>	134
Figura 75 <i>Pestaña Sistemas</i>	136
Figura 76 <i>Herramienta Tubería</i>	138
Figura 77 <i>Herramientas Tubería - Rociador</i>	141
Figura 78 <i>Herramienta Equipos mecánicos</i>	142
Figura 79 <i>Cuarto agente limpio</i>	143
Figura 80 <i>Herramienta conducto</i>	145
Figura 81 <i>Aire acondicionado</i>	147
Figura 82 <i>Herramienta luminaria</i>	149
Figura 83 <i>Infraestructura eléctrica</i>	150
Figura 84 <i>Infraestructura telecomunicaciones</i>	153
Figura 85 <i>Interfaz DiRootsOne</i>	154
Figura 86 <i>Ventana parámetros DiRootsOne</i>	155
Figura 87 <i>Herramienta comprobación interferencias</i>	157
Figura 88 <i>Informe interferencias</i>	157
Figura 89 <i>Herramienta añadir</i>	158
Figura 90 <i>Detección colisiones</i>	159
Figura 91 <i>Resultado de colisiones</i>	160
Figura 92 <i>Creación informe colisiones</i>	161
Figura 93 <i>Solución colisiones</i>	162
Figura 94 <i>Crear tablas planificación</i>	163
Figura 95 <i>Configuración tablas planificación</i>	164

Figura 96	<i>Creación y configuración tablas materiales</i>	165
Figura 97	<i>Exportar tablas de Revit</i>	165
Figura 98	<i>Proceso creación tablas en Excel</i>	166
Figura 99	<i>Creación de parámetros en Revit</i>	167
Figura 100	<i>Configuración navegador de proyecto</i>	168
Figura 101	<i>Configuración de visualización gráfica</i>	169
Figura 102	<i>Creación de filtros</i>	170
Figura 103	<i>Configuración de filtros</i>	170
Figura 104	<i>Crear plantilla</i>	171
Figura 105	<i>Creación de conjuntos</i>	172
Figura 106	<i>Herramienta TimeLiner</i>	173
Figura 107	<i>Simulación 4D</i>	174
Figura 108	<i>Exportar IFC</i>	175
Figura 109	<i>Herramienta Twinmotion</i>	176
Figura 110	<i>Herramienta Insertar</i>	177
Figura 111	<i>Herramienta material exterior</i>	177
Figura 112	<i>Herramienta material vidrio</i>	178
Figura 113	<i>Herramienta personas</i>	179
Figura 114	<i>Herramienta mobiliario exterior</i>	179
Figura 115	<i>Herramienta Ambiente</i>	180
Figura 116	<i>Vista clima lluvioso</i>	181
Figura 117	<i>Vista clima soleado</i>	181
Figura 118	<i>Herramienta luces</i>	182
Figura 119	<i>Configuración luces</i>	182

Figura 120 <i>Herramienta HDRI</i>	183
Figura 121 <i>Herramienta medios</i>	183
Figura 122 <i>Interfaz Augin</i>	184
Figura 123 <i>Avatar</i>	185
Figura 124 <i>Realidad aumentada</i>	185
Figura 125 <i>Resultados IA</i>	186
Figura 126 <i>Render 1</i>	187
Figura 127 <i>Render 2</i>	187
Figura 128 <i>Render 3</i>	188
Figura 129 <i>Render 4</i>	188
Figura 130 <i>Render 5</i>	189

Lista de Tablas

Tabla 1 DOFA	26
Tabla 2 <i>Estado del Arte</i>	31
Tabla 3 <i>Diagrama distribución nebulizadores</i>	56
Tabla 4 <i>Diagrama distribución paneles solares</i>	57
Tabla 5 <i>Áreas</i>	88
Tabla 6 <i>Listado de puertas</i>	127

Glosario

BCF: Formato para gestionar incidencias y comentarios en la coordinación BIM.

BEP: Plan de ejecución BIM que define procesos, roles y estándares del proyecto.

BIM: Metodología de gestión de proyectos basada en modelos digitales 3D.

CDE: Entorno común de datos para centralizar y compartir información del proyecto.

Conexión: Relación o vínculo que permite la articulación entre espacios, personas o sistemas.

Dimensiones BIM: Niveles de integración de información (3D a 7D: geometría, tiempo, costos, sostenibilidad, operación).

EIR: Requerimientos de información del cliente o contratante.

IFC: Formato abierto para intercambio de datos entre softwares BIM.

Integración: Unión de elementos diversos para conformar un sistema funcional y coherente.

Renovación: Proceso de mejorar, actualizar o transformar infraestructuras o entornos existentes.

Revitalización: Proceso de recuperar, dinamizar y dar nuevo valor a espacios o entornos deteriorados, promoviendo su uso social, cultural y económico.

Usos BIM: Aplicaciones específicas de la metodología (diseño, costos, planificación, etc.).

Resumen

En Guateque, Boyacá, los principales espacios deportivos y recreativos son el Parque Recreacional La Colina, la piscina municipal y el estadio; presentan problemas de deterioro, inseguridad y baja oferta de actividades, lo que ha limitado su uso y su aporte al desarrollo social. Como solución, se propone diseñar un complejo deportivo que integre estos tres equipamientos, mejorando su infraestructura, conectividad y funcionalidad. La propuesta incluye senderos peatonales, zonas verdes, espacios comerciales, áreas de descanso y lugares para actividades comunitarias.

También se contempla conservar y mejorar instalaciones existentes como la cancha multifuncional, de tenis, la piscina y el estadio, e incorporar nuevos espacios como una pista de skate, una de patinaje y una zona para mascotas, respondiendo así a las demandas actuales de la comunidad, especialmente de los jóvenes. Además, la inclusión de zonas comerciales busca facilitar el acceso a bienes y fomentar el emprendimiento local.

Palabras clave: Conexión, Renovación, Integración, Recreo-deportivo

Abstract

In Guateque, Boyacá, the main sports and recreational spaces are the Park Recreational La Colina, the municipal swimming pool and the stadium; which have problems of deterioration, insecurity and low supply of activities, which has limited their use and their contribution to social development. As a solution, it is proposed to design a sports complex that integrates these three facilities, improving their infrastructure, connectivity and functionality. The proposal includes pedestrian paths, green areas, commercial spaces, rest areas and places for community activities.

It also contemplates preserving and improving existing facilities such as the multipurpose court, tennis court, swimming pool and stadium, and incorporating new spaces such as a skate park, a skating rink and an area for pets, thus responding to the current demands of the community, especially young people. In addition, the inclusion of commercial areas seeks to facilitate access to goods and encourage local entrepreneurship.

Keywords: Connection, Renovation, Integration, Recreation-sporting

Introducción

El Parque Recreacional La Colina, ubicado en Guateque, Boyacá, es un espacio importante para la comunidad, pues representa uno de los pocos espacios disponibles para la recreación y el deporte en el municipio. Sin embargo, el abandono y la falta de mantenimiento han afectado la infraestructura, limitando las oportunidades de esparcimiento y práctica deportiva para niños, jóvenes y adultos. A pesar de que al lado queda una institución educativa, una piscina y un estadio en donde hacen eventos intermunicipales, el parque no cuenta con las condiciones adecuadas para la integración de estos espacios.

Ante este problema, surge la necesidad de un complejo deportivo que integre, que no solo recupere los equipamientos, sino que también los transforme en espacios funcionales, seguros e inclusivos. La propuesta busca revitalizar los equipamientos recreativos y deportivos cercanos, permitiendo el desarrollo de diversas actividades y fomentando la cohesión social. De este modo, se pretende fortalecer la oferta recreativa del municipio, optimizando los recursos existentes y garantizando un entorno propicio para la comunidad.

Problemática

El Parque La Colina, ubicado en Guateque, Boyacá, enfrenta una serie de problemáticas relacionadas con el descuido y abandono de sus instalaciones recreativas y deportivas. A esto se suma la inseguridad que se genera en este debido a su falta de uso, este lugar también se presta para las personas que consumen sustancias psicoactivas, lo que genera la inconformidad de la comunidad. Este también enfrenta varios desafíos relacionados con su infraestructura y espacios públicos. Este sector carece de suficientes zonas de parqueo, lo que genera dificultades para los residentes y visitantes que necesitan estacionar sus vehículos, especialmente durante eventos deportivos o actividades culturales. Además, la falta de comercio en el sector hace que no se pueda generar una permanencia en el lugar ya que se tienen que desplazar a otros lugares del municipio.

En el parque la colina La zona recreativa para niños se encuentra limitada a un resbaladero, es muy poco considerando la necesidad de la comunidad, ya que hay varios colegios cerca y este es el único parque accesible para ellos. Así mismo, los espacios deportivos del parque como lo son la cancha de tenis y la cancha multifuncional están deteriorados y les falta un mantenimiento adecuado. Las canchas no se utilizan debido a su mal estado, también a la falta de inclinación adecuada en el suelo y el hecho de que se inundan cuando llueve, lo que genera accidentes. También están expuestas al sol intenso desde las 10 de la mañana hasta las 4 de la tarde, lo cual limita su uso.

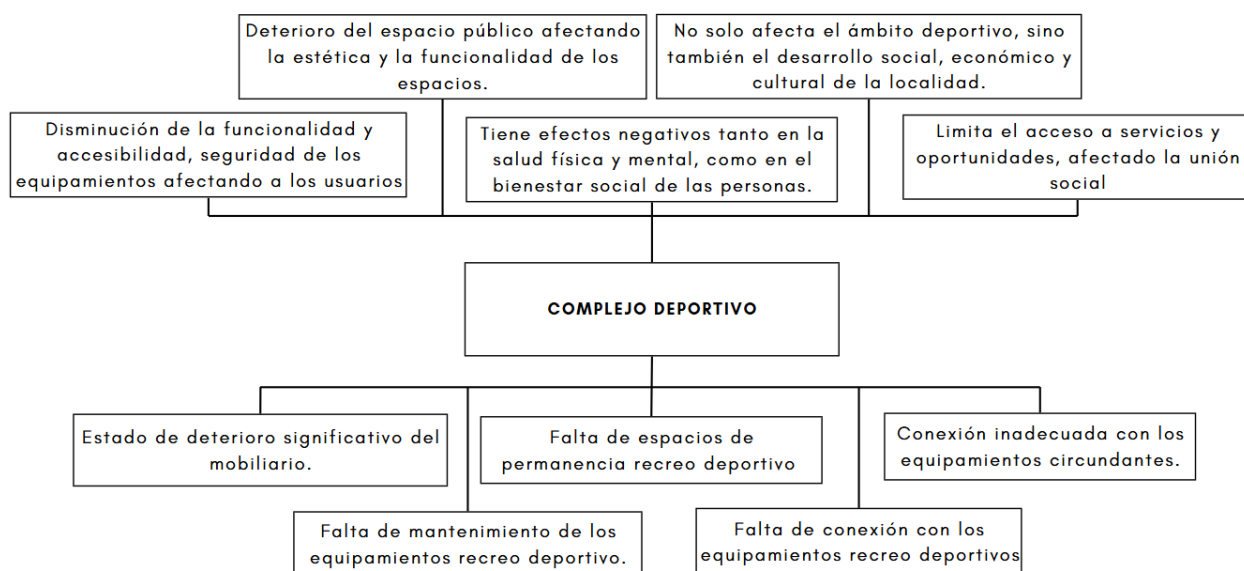
Además, la falta de conexión con la piscina y el estadio dificulta la integración de estos espacios, ya que cada equipamiento tiene su propio cerramiento, lo que obstaculiza aún más la práctica de actividades deportivas y recreativas en el parque. En la piscina se evidencia que se puede tener inseguridad en su equipamiento en lo cual se necesita una intervención en su atracción, pero en este se resalta que la comunidad si lo utiliza. En el estadio la zona de las gradas está en un alto deterioro considerando que en este se generan partidos a nivel intermunicipales, Intercolegiados así mismo como

la cancha como tal está en un deterioro notorio para los deportistas que lo usan, la cual por su uso continuo hace ver el descuido que tiene afectando a la comunidad deportiva

Es importante destacar el interés de los eventos deportivos Intercolegiados e intermunicipales para la comunidad, sin embargo, los habitantes no cuentan con lugares apropiados para realizar sus prácticas deportivas. La ausencia de infraestructura, como una pista de patinaje y una pista de skate, entre otras, limita las opciones de recreación y desarrollo deportivo para los residentes del pueblo. Ver Figura 1.

Figura 1

Árbol de problemas



Nota. Elaboración propia

Adicional, se ha convertido en una dificultad que afecta el buen funcionamiento del lugar. Al no existir un espacio que centralice la gestión, se hace más complicado coordinar el uso de la piscina, el parque y el estadio, atender de manera adecuada a los usuarios y organizar las actividades que allí se

realizan. Esta falta de organización también trae problemas en el cuidado de las instalaciones, en la seguridad y en la respuesta a necesidades básicas como información, primeros auxilios o zonas de descanso. Todo esto reduce la comodidad de deportistas y visitantes y limita el potencial del complejo para convertirse en un verdadero punto de encuentro y desarrollo deportivo para la comunidad.

Pregunta problema

¿Cómo a partir del diseño del parque la Colina, podemos formar un complejo deportivo teniendo en cuenta la integración de los equipamientos, conectando con la piscina municipal y el estadio, para la comunidad de Guateque y sus municipios cercanos?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar, mediante la implementación de la metodología BIM, la integración y renovación de los equipamientos deportivos existentes (parque La Colina, piscina y estadio) con el fin de consolidar un complejo deportivo que impulse la renovación urbana y el fortalecimiento regional.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar la población de Guateque Boyacá, según las dinámicas vistas frente a la piscina el parque y el estadio con el propósito de identificar los aspectos a mejorar en estos escenarios deportivos.
2. Plantear estrategias para la revitalización del espacio recreativo-deportivo de tal manera que este sea un nodo principal en el municipio de Guateque Boyacá.
3. Formular una propuesta para el complejo recreativo-deportivo, generando la integración y la revitalización urbana entre los equipamientos y el contexto (la piscina, el parque y el estadio).
4. Implementar la metodología BIM para desarrollar un modelo arquitectónico integral del edificio administrativo, incorporando de manera coordinada sus diferentes especialidades (estructural, hidráulica, eléctrica y mecánica).

Justificación

Justificación deportiva

El municipio de Guateque Boyacá cuenta con tres equipamientos deportivos fundamentales que pueden fortalecer el ámbito recreo-deportivo de la comunidad. La zona de la colina es clave para el desarrollo del deporte, ya que alberga el Parque Recreacional La Colina, la piscina y el estadio, elementos esenciales para la promoción de actividades físicas y competencias Intercolegiados. La integración de estos espacios en un complejo deportivo permitiría maximizar su funcionalidad y optimizar el uso de las instalaciones existentes, generando un ambiente propicio para la práctica de diversas disciplinas. Además, la renovación de estos espacios no solo incentivaría la participación de los habitantes, sino que también reforzaría los campeonatos Intercolegiados, convirtiéndose en un atractivo para visitantes de municipios cercanos. La incorporación de una pista de patinaje y una pista de skate ampliaría la oferta deportiva, respondiendo a las necesidades de los jóvenes y fomentando su desarrollo en actividades modernas y dinámicas.

Justificación social

Un complejo deportivo bien estructurado no solo mejoraría la calidad de vida de los habitantes de Guateque, sino que también promovería la integración social y el desarrollo comunitario. Actualmente, el barrio enfrenta carencias en mantenimiento y modernización de sus instalaciones deportivas, lo que limita su potencial como espacio de encuentro y recreación. La renovación del Parque Recreacional La Colina y su articulación con el estadio y la piscina garantizarían un mayor aprovechamiento del espacio y una nueva apropiación por parte de los ciudadanos. Además, el impacto económico y social generado por los eventos deportivos Intercolegiados atraerá visitantes de municipios vecinos, impulsando el comercio local y fortaleciendo la economía del municipio. Es importante destacar que este espacio también debe incluir zonas adecuadas para las mascotas, asegurando lugares

apropiados para sus prácticas caninas y su hidratación, lo que refuerza la idea de un entorno accesible y pensado para toda la comunidad. Ver Tabla 1.

Es fundamental para el complejo deportivo de la zona La Colina en Guateque contar con un edificio administrativo que centralice la gestión de sus principales escenarios para organizar y coordinar el uso del parque recreacional, la piscina y el estadio. Con este espacio se podrán planear mejor las actividades, cuidar las instalaciones y atender de manera directa a deportistas, visitantes y organizadores. También permitirá reunir servicios básicos como información, primeros auxilios, baños, almacenamiento y zonas de descanso, haciendo más cómoda y segura la experiencia de quienes asisten, sobre todo en eventos con muchas personas. De esta manera, el complejo podrá convertirse en un lugar clave para impulsar el deporte, la recreación y la unión de la comunidad en Guateque.

Tabla 1

DOFA

DOFA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	1. Espacio amplio y potencial para diversas actividades. 2. Eventos culturales y deportivos ya existentes que pueden potencializar el uso. 3. Localización estratégica en el municipio.	1. Estado de deterioro significativo del mobiliario. 2. Falta de espacios mejor diseñados y adecuados. 3. Conexión inadecuada con los equipamientos circundantes.
OPORTUNIDADES 1. Integrar el parque con el estadio municipal, el colegio y la piscina municipal. 2. Atraer a deportistas y turistas de otros municipios. 3. Fomentar la práctica de deportes y actividades recreativas en jóvenes y habitantes en general.	O1-F1: Utilizar el amplio espacio del parque para generar conexiones integradoras con el estadio municipal, colegio y la piscina municipal. O2-F2: Organizar y promocionar eventos culturales y deportivos existentes para atraer a deportistas y turistas, aprovechando la capacidad del parque para albergar actividades a gran escala.	O1-D1: Renovar el mobiliario urbano como parte del proyecto de integración con el estadio, colegio y piscina mejorando la cohesión y funcionalidad del espacio. O3-D3: Mejorar la conexión del parque con los equipamientos circundantes para fomentar la práctica de deportes y actividades recreativas, facilitando el acceso y uso conjunto de estos espacios.
AMENAZAS 1. Desafíos en la incorporación de tecnologías sostenibles y ecológicas en el diseño del parque. 2. Posible resistencia a nuevos diseños por parte de la comunidad. 3. Dificultades en la implementación de propuestas innovadoras debido a normas locales.	A1-F1: Aprovechar el amplio espacio del parque para implementar tecnologías sostenibles y ecológicas de manera gradual y áreas específicas, facilitando su adaptación y aceptación. A2-F2: Utilizar los eventos culturales y deportivos existentes como plataformas para involucrar a la comunidad en el proceso de diseño.	A1-D1: Abordar la renovación del mobiliario utilizando materiales sostenibles, superando desafíos con soluciones ecológicas adecuadas. A2-D2: Involucrar a la comunidad en el proceso de diseño, recolectando sus opiniones y sugerencias para crear espacios mejor diseñados y aumentar la aceptación de los nuevos diseños.

Nota. Elaboración propia

Estado del arte

La incorporación de elementos naturales en el espacio urbano ha sido objeto de estudio en las últimas décadas, destacándose la Teoría de la Reducción del Estrés de Ulrich (1984), quien demostró que la exposición a entornos naturales puede reducir significativamente los niveles de estrés, mejorar el estado de ánimo y fomentar la recuperación física y emocional. Esta perspectiva es complementada por Kaplan y Kaplan (1989), quienes argumentan que los paisajes con vegetación compleja y organizada no solo son preferidos por los usuarios, sino que también estimulan su uso activo. Desde una perspectiva sociopolítica, Henri Lefebvre (1974) propuso la noción del derecho a la ciudad, en la que el espacio urbano debe ser construido colectivamente desde las necesidades y aspiraciones de sus habitantes. Esta visión crítica de la producción del espacio impulsa enfoques participativos en el diseño urbano, como se plantea en el caso del Parque La Colina, donde se prioriza la participación comunitaria para garantizar la representatividad de los diversos sectores sociales. En la misma línea, Jane Jacobs (1961), defendió la importancia de la vitalidad urbana, sugiriendo que la mezcla de usos y la interacción social continua generan seguridad y apropiación del espacio a través de los “ojos en la calle”. En relación con la funcionalidad del espacio urbano, la propuesta de la Ciudad de los 15 minutos, desarrollada por Carlos Moreno (2020), plantea que los ciudadanos deben tener acceso a servicios esenciales trabajo, educación, comercio, recreación en un radio cercano a su residencia. Este enfoque de proximidad se alinea con el rediseño del Parque La Colina como epicentro de actividades culturales, deportivas y sociales, lo que reduce la dependencia del transporte motorizado y promueve la movilidad activa.

El diseño del espacio público también debe responder a principios de accesibilidad e inclusión. Imrie (2012), critica los modelos urbanos tradicionales por su exclusión de personas con discapacidad y propone un urbanismo más inclusivo desde su concepción. Steinfeld y Maisel (2012), por su parte, desarrollaron el concepto de Diseño Universal, el cual se basa en la creación de entornos que puedan ser utilizados por la mayor cantidad de personas posible, sin necesidad de adaptaciones posteriores. En

cuanto al uso activo del espacio, el deporte y la recreación han sido reconocidos como factores clave en la cohesión social. Glover (2011), señala que los espacios deportivos abiertos no solo promueven hábitos saludables, sino que fortalecen el sentido de pertenencia y la identidad comunitaria. Taylor (2019) añade que el acceso equitativo a estos espacios permite reducir barreras sociales, especialmente entre grupos históricamente marginados. Estas ideas se ven reforzadas por Silva y Fernández (2020), quienes sostienen que la combinación de deporte, cultura y recreación genera concurrencia que potencian el desarrollo social. Además, Borden (2001) destaca el valor del deporte espontáneo como el skateboarding o el parkour en la apropiación creativa del espacio público, lo que exige un diseño flexible que permita su uso versátil.

Finalmente, el diseño urbano debe considerar la experiencia del usuario. Jan Gehl (2011) plantea que los espacios públicos deben construirse desde la escala humana, promoviendo la interacción social y la permanencia. Carmona (2018), complementa esta idea al resaltar que la percepción, el confort ambiental y la accesibilidad son determinantes en la calidad del espacio urbano. Asimismo, Kevin Lynch (1981), señala que la legibilidad y la claridad en la organización del espacio facilita que las personas se orienten, comprendan y se apropien del entorno. Madanipour (2010), advierte sobre los efectos negativos de la fragmentación espacial, proponiendo una planificación integrada que favorezca la conexión entre zonas de uso diverso.

Aunque la mayoría de las teorías revisadas coinciden en el valor del espacio público como eje del bienestar urbano, surgen ciertos matices y tensiones en la forma de conceptualizar su diseño, uso y apropiación. Por ejemplo, mientras Ulrich (1984) y los Kaplan y Kaplan (1989) enfatizan los beneficios individuales del contacto con la naturaleza para reducir el estrés y mejorar la salud, autores como Lefebvre (1974) y Jacobs (1961) advierten que el espacio no puede ser únicamente contemplativo, sino que debe reflejar las relaciones sociales, ser vivido y co-construido por quienes lo habitan. Esta

diferencia revela una tensión entre una visión restaurativa del espacio y otra eminentemente política y participativa.

En el mismo sentido, el planteamiento funcional y sistemático de la Ciudad de los 15 Minutos de Carlos Moreno (2020) propone una planificación urbana centrada en la eficiencia del acceso a servicios, lo cual puede generar transformaciones rápidas y medibles en la movilidad. Sin embargo, este enfoque puede verse limitado si no considera las complejas dinámicas sociales y simbólicas del espacio, como lo subraya Lefebvre (1974), para quien la ciudad no solo debe ser vivida físicamente, sino también apropiada cultural y políticamente. El riesgo está en caer en un modelo tecnocrático que reduzca la ciudad a una suma de funciones desconectadas del tejido social.

Por otro lado, mientras Gehl (2011) y Carmona (2018), coinciden en que el espacio público debe diseñarse desde la escala humana y la experiencia del usuario, Jacobs (1961), pone el acento en la vitalidad urbana producida por la diversidad de usos y la vigilancia comunitaria espontánea. Esta tensión entre control y espontaneidad también se refleja en el trabajo de Borden (2001), quien defiende el valor del deporte espontáneo como forma de apropiación creativa del espacio urbano, en contraposición a los enfoques más estructurados de Glover (2011) o Silva y Fernández (2020), centrados en equipamientos formales y programaciones institucionales.

En relación con la inclusión y la accesibilidad, autores como Imrie (2012) y Steinfeld y Maisel (2012) ofrecen una crítica contundente a los modelos tradicionales de diseño urbano, proponiendo el Diseño Universal como respuesta a la exclusión estructural de personas con discapacidad. Sin embargo, su enfoque técnico y normativo puede entrar en tensión con la visión más política de Lefebvre (1974), para quien la inclusión no se resuelve únicamente mediante normas de accesibilidad, sino a través de una transformación profunda en las relaciones de poder que definen el uso y el significado del espacio. Esta divergencia abre una línea de debate sobre si la inclusión urbana debe pensarse sólo desde la ergonomía y el diseño, o también desde la participación y la justicia espacial.

Un aspecto que tomo relevancia es la metodología Building Information Modeling (BIM) que ha transformado radicalmente la forma en que se concibe, diseña y gestiona la arquitectura contemporánea. Chuck Eastman, considerado uno de los pioneros del BIM, plantea que esta metodología constituye una representación digital integral del edificio, capaz de contener información geométrica, técnica y operativa que permite simular y coordinar todas las fases del ciclo de vida del proyecto, desde el diseño hasta la operación (Eastman et al., 2018). Desde una perspectiva latinoamericana, Salazar y Galindo (2018) definen BIM como un sistema conectado en red que genera modelos de preconstrucción, optimizando la gestión de información y fomentando la colaboración entre los actores del proceso constructivo. Ambos enfoques coinciden en destacar el potencial de BIM para superar la fragmentación del diseño tradicional, promoviendo una arquitectura más eficiente, coordinada y basada en datos confiables.

La arquitectura moderna ha sido profundamente influenciada por autores que replantearon la relación entre espacio, estructura y habitabilidad. Mies van der Rohe propuso una estética basada en la transparencia y la racionalidad estructural, donde las fachadas de vidrio y los núcleos fijos permiten liberar el espacio interior para usos sociales flexibles, como se evidencia en obras como la *Farnsworth House* y el *Seagram Building* (Blaser, 1997). Por su parte, Luis Barragán desarrolló una arquitectura emocional y contemplativa, en la que los espacios sociales se articulan mediante recorridos introspectivos, luz natural y ventilación cruzada, empleando muros como elementos fijos que organizan la experiencia espacial (Pérez-Moreno, 2018). Richard Neutra, influenciado por el funcionalismo y la bioclimática, promovió viviendas abiertas al paisaje, con fachadas acristaladas, ventilación natural y zonas comunes que fomentan la interacción social, como se observa en la *Kaufmann House* (Lamprecht, 2000). Estos tres enfoques, aunque diversos en expresión, coinciden en liberar el espacio arquitectónico mediante estrategias técnicas y sensoriales que siguen vigentes en el diseño contemporáneo.

Tabla 2*Estado del Arte*

AUTOR	AÑO	TEORÍA / CONCEPTO CLAVE	CONTRIBUCIÓN PRINCIPAL
Roger Ulrich	1984	Teoría de la Reducción del Estrés	La exposición a la naturaleza reduce el estrés y mejora el bienestar físico y emocional.
Kaplan y Kaplan	1989	Preferencia por paisajes organizados	Los paisajes vegetales complejos y organizados fomentan el uso activo del espacio.
Henri Lefebvre	1974	Derecho a la ciudad	El espacio urbano debe construirse colectivamente desde las necesidades de los habitantes.
Jane Jacobs	1961	Vitalidad urbana / “Ojos en la calle”	La mezcla de usos y la presencia continua de personas promueven seguridad y apropiación del espacio.
Carlos Moreno	2020	Ciudad de los 15 minutos	Acceso cercano a servicios esenciales; promueve movilidad activa y reduce dependencia del transporte.
Rob Imrie	2012	Crítica al urbanismo excluyente	Promueve un diseño urbano inclusivo desde su planificación inicial.
Steinfeld y Maisel	2012	Diseño Universal	Diseñar espacios accesibles para la mayor diversidad de personas sin adaptaciones posteriores.
Troy Glover	2011	Espacios deportivos y cohesión social	El deporte fortalece la salud, pertenencia e identidad comunitaria.
Taylor	2019	Equidad en el acceso al espacio deportivo	El acceso equitativo reduce barreras sociales entre grupos marginados.
Silva y Fernández	2020	Sinergia entre deporte, cultura y recreación	La combinación de estas actividades potencia el desarrollo social.
Iain Borden	2001	Deporte espontáneo en el espacio público	Actividades como el skateboarding requieren diseño urbano flexible para su apropiación creativa.
Jan Gehl	2011	Diseño a escala humana	El diseño debe promover la interacción social, la permanencia y la calidad del entorno.
Matthew Carmona	2018	Calidad del espacio público	La percepción, confort ambiental y accesibilidad determinan la calidad del espacio urbano.
Kevin Lynch	1981	Legibilidad urbana	La claridad en la organización espacial facilita la orientación y apropiación del entorno.
Ali Madanipour	2010	Fragmentación espacial	Propone planificación integrada que conecte zonas diversas y evite la segmentación urbana.

Mies van der Rohe	1951	Transparencia espacial, fachada libre, estructura racional	Uso de vidrio y núcleos fijos para liberar espacios sociales (Farnsworth House).
Luis Barragán	1947–1980	Arquitectura emocional, luz natural, muros como recorrido	Espacios introspectivos con ventilación cruzada y expresión cultural (Casa Barragán).
Richard Neutra	1946–1960	Funcionalismo bioclimático, conexión con el paisaje	Viviendas abiertas con fachadas acristaladas y bienestar ambiental (Kaufmann House).
Chuck Eastman	2018	BIM como modelo digital integral del edificio	Fundador teórico del BIM; coordinación y simulación del ciclo completo del proyecto.
Rafael Sacks	2018	BIM colaborativo y trazabilidad de decisiones	Integración de BIM con Lean Construction y cultura de trabajo colaborativo.
Salazar & Galindo	2018	BIM adaptado al contexto latinoamericano	Aplicación de BIM en entornos locales, con énfasis en normativa y gestión social.

Nota. Elaboración propia

Marco Referencial

La configuración del espacio urbano ha sido analizada desde diversas perspectivas teóricas que buscan comprender su impacto en la calidad de vida de las personas. A lo largo del tiempo, distintos enfoques han resaltado la importancia de integrar factores físicos, sociales y emocionales en el diseño y uso de la ciudad, promoviendo modelos inclusivos, sostenibles y participativos. Gracias a las aportaciones de reconocidos pensadores, se ha avanzado hacia un enfoque integral que impulsa el bienestar comunitario, la sostenibilidad y la innovación en el uso del espacio público.

Desde la psicología ambiental, Roger Ulrich (1984) desarrolló la Teoría de la Reducción del Estrés, demostrando que la presencia de elementos naturales dentro del espacio urbano puede aliviar el estrés, mejorar el estado de ánimo y favorecer la recuperación física. Esta visión destaca la importancia de integrar vegetación y espacios verdes en la ciudad para fortalecer el bienestar emocional de sus habitantes. En el ámbito sociopolítico, Henri Lefebvre (1974) introdujo el concepto de derecho a la ciudad, enfatizando que el espacio urbano no debe verse como una mercancía, sino como un bien común construido colectivamente. Según Lefebvre, los habitantes deben participar activamente en la transformación de su entorno, impulsando modelos de planificación que reconozcan el rol clave de la ciudadanía en el diseño urbano.

Jane Jacobs (1961), por su parte, defendió una visión de la ciudad basada en la vitalidad urbana. Para ella, la diversidad de usos, la constante presencia de personas en los espacios públicos y la vigilancia natural a través de los ojos en la calle son factores esenciales para garantizar seguridad y fomentar el sentido de comunidad. Su enfoque resalta la importancia de la interacción cotidiana entre los habitantes para fortalecer los lazos sociales. En tiempos recientes, la sostenibilidad urbana ha cobrado gran relevancia. Carlos Moreno (2020) propone la idea de la Ciudad de los 15 minutos, un modelo en el que cada persona pueda acceder fácilmente a servicios esenciales como educación, trabajo, salud, comercio y recreación sin necesidad de grandes desplazamientos. Este enfoque busca

reducir la dependencia del transporte motorizado, fomentar la movilidad activa y revitalizar el espacio público como un núcleo multifuncional.

Además de su función estructural, el espacio público juega un papel clave en la construcción del tejido social. Troy Glover (2011) argumenta que los espacios dedicados al deporte y la recreación fortalecen la identidad comunitaria, promueven estilos de vida saludables y generan oportunidades de encuentro entre distintos grupos sociales. El acceso equitativo a estos espacios es fundamental para el desarrollo de comunidades más cohesionadas. Desde la perspectiva del diseño urbano, Jan Gehl (2011) resalta la necesidad de crear espacios públicos pensados desde la escala humana, priorizando la experiencia sensorial y la interacción social. Para Gehl, una ciudad bien diseñada es aquella que invita a caminar, permanecer y relacionarse, cuidando aspectos como el confort ambiental, la accesibilidad y la estética.

Por otra parte, Ali Madanipour (2010) advierte sobre los riesgos de la fragmentación urbana, señalando cómo las divisiones funcionales y socioeconómicas pueden generar barreras físicas y simbólicas dentro de la ciudad. En respuesta, propone un modelo de planificación que fomente la conectividad, la diversidad de usos y la inclusión social como principios clave en el desarrollo urbano.

La evolución del diseño arquitectónico ha estado marcada por dos grandes corrientes: por un lado, la arquitectura moderna, que replanteó la relación entre espacio, estructura y habitabilidad; y por otro, la metodología Building Information Modeling (BIM), que introdujo una nueva lógica digital para la gestión integral del proyecto. En el campo de la arquitectura moderna, Mies van der Rohe defendió la transparencia espacial y la racionalidad estructural como principios fundamentales. En obras como la Farnsworth House y el Seagram Building, liberó el espacio interior mediante fachadas de vidrio y núcleos fijos, permitiendo una flexibilidad funcional que respondía a las necesidades sociales del usuario (Blaser, 1997). Luis Barragán, en contraste, propuso una arquitectura emocional y contemplativa, donde los muros y recorridos introspectivos organizan la experiencia espacial. Su enfoque destaca la importancia

de la luz, el color y la ventilación natural como elementos que conectan al habitante con su entorno cultural y sensorial (Pérez-Moreno, 2018). Richard Neutra, influenciado por el funcionalismo y la bioclimática, promovió viviendas abiertas al paisaje, con fachadas acristaladas y zonas comunes que fomentan la interacción social y el bienestar físico, como se evidencia en la Kaufmann House (Lamprecht, 2000).

En paralelo, la metodología BIM ha transformado la forma en que se concibe y gestiona la arquitectura contemporánea. Chuck Eastman, considerado uno de los pioneros del BIM, plantea que esta metodología constituye una representación digital integral del edificio, capaz de contener información geométrica, técnica y operativa que permite simular y coordinar todas las fases del ciclo de vida del proyecto (Eastman et al., 2018). Rafael Sacks complementa esta visión al destacar que BIM no solo mejora la eficiencia, sino que transforma la cultura del proyecto, promoviendo la colaboración interdisciplinaria y la trazabilidad de decisiones (Sacks et al., 2018). Desde una perspectiva latinoamericana, Salazar y Galindo (2018) enfatizan que BIM debe adaptarse a los contextos locales, entendiendo las dinámicas sociales, normativas y territoriales propias de cada región. Para ellos, el modelado no es un fin en sí mismo, sino una herramienta para generar valor en proyectos que respondan a las realidades del entorno.

El diálogo entre ambas corrientes revela una tensión productiva entre técnica y emoción, entre gestión digital y experiencia espacial. Mientras los autores BIM priorizan la eficiencia, la coordinación y la trazabilidad del proyecto, los arquitectos modernos defienden la vivencia del espacio, la relación con el entorno y la expresión cultural.

Marco Conceptual

Integración Espacial y Social

La articulación del parque, la piscina y el estadio busca fortalecer el tejido urbano y social de Guateque, permitiendo que distintos sectores de la población se encuentren y compartan espacios comunes. Henri Lefebvre (1974), con su teoría del derecho a la ciudad, destaca la importancia de que los ciudadanos participen activamente en la construcción de su entorno. En el caso del Parque La Colina, esta visión se traduce en un diseño inclusivo y accesible que facilita la interacción y la apropiación del espacio por parte de la comunidad. Ali Madanipour (2010) advierte sobre los riesgos de la fragmentación urbana y la necesidad de una planificación que integre zonas funcionales diversas. En este proyecto, se han eliminado barreras físicas en puntos estratégicos y se han creado senderos peatonales conectados y controlados, garantizando continuidad en los recorridos y consolidando un espacio urbano cohesionado.

Seguridad y Vitalidad del Espacio Público

Un espacio público activo y dinámico es clave para la seguridad y la apropiación comunitaria. Jane Jacobs (1961) introdujo el concepto de los ojos en la calle, resaltando la importancia de la presencia constante de personas para generar entornos seguros. En este sentido, el rediseño del parque incorpora zonas comerciales, culturales y recreativas, incentivando la actividad continua y evitando el abandono del espacio. Por su parte, Jan Gehl (2011) propone el diseño a escala humana, priorizando la interacción social y la permanencia. Para lograrlo, se ha integrado mobiliario cómodo, senderos accesibles y espacios multifuncionales que fomentan la convivencia y el disfrute del entorno. Como resultado, el parque se convierte en un nodo de actividad comunitaria, minimizando los puntos de inseguridad previamente identificados.

Proximidad

El concepto de la Ciudad de los 15 Minutos, desarrollado por Carlos Moreno (2020), plantea que los ciudadanos deben tener acceso a servicios esenciales en su entorno inmediato, reduciendo la necesidad de desplazamientos largos. Aplicando este enfoque, el proyecto integra zonas comerciales, culturales y deportivas, creando un espacio autosuficiente y accesible. Para reforzar esta proximidad, se ha diseñado una red peatonal que conecta todos los equipamientos, facilitando la movilidad activa e inclusiva. Esto no solo mejora la accesibilidad, sino que promueve la interacción cotidiana y la apropiación de los espacios, evitando la dispersión de servicios.

Impacto de los Espacios Verdes

El contacto con la naturaleza en entornos urbanos tiene beneficios comprobados en la salud mental y física. Roger Ulrich (1984), con su Teoría de la Reducción del Estrés, demuestra que la presencia de elementos naturales contribuye significativamente a disminuir el estrés y mejorar el estado de ánimo. Siguiendo esta visión, el diseño del Parque La Colina incorpora zonas arboladas, jardines y microclimas generados por nebulizadores. Estos elementos no solo embellecen el espacio, sino que mejoran la calidad ambiental y el confort térmico, ofreciendo un refugio natural que favorece el bienestar de los usuarios.

Espacio libre y experiencia espacial

La arquitectura moderna propone liberar el espacio mediante fachadas de vidrio, núcleos fijos y ventilación cruzada, buscando funcionalidad y conexión con el entorno (Blaser, 1997; Lamprecht, 2000). En el edificio administrativo La Colina, estos principios se aplican en el diseño de zonas administrativas abiertas, con iluminación natural, de igual manera zonas comunes abiertas y espacios libres, con una

circulación vertical independiente y espacios sociales amplios que promueven interacción, confort ambiental y claridad estructural.

Gestión digital y coordinación técnica

La metodología BIM permite modelar digitalmente el edificio con información técnica, normativa y operativa integrada. Su enfoque se basa en la coordinación entre disciplinas, la trazabilidad de decisiones y la eficiencia en todas las fases del proyecto (Eastman et al., 2018). En el edificio administrativo de La Colina, BIM se aplica para organizar los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, controlar interferencias, simular procesos constructivos y garantizar que el diseño cumpla con las normas colombianas y los objetivos funcionales del complejo.

Marco Normativo

Artículo 22. Clasificación de los equipamientos por sectores de desempeño.

“Equipamientos Recreativos y Deportivos. Corresponden a aquellos destinados a la práctica del ejercicio físico como actividad de recreo o esparcimiento y demás necesidades de recreación y deporte, tales como polideportivos, conchas acústicas”. Concejo Municipal de Guateque. (2015). *Acuerdo Municipal No. 001 de 2015 por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Guateque, Boyacá*. Guateque, Colombia.

Artículo 36. Uso institucional.

De acuerdo con el plan básico de ordenamiento territorial se establece que el uso institucional “corresponde a la prestación de ciertos tipos de servicios sociales de carácter formativo, cultural, de salud, deportivo, de bienestar social, recreacional y religioso, así como a prestar apoyo funcional a los particulares y a la administración pública. Concejo Municipal de Guateque. (2015). *Acuerdo Municipal No. 001 de 2015 por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Guateque, Boyacá*. Guateque, Colombia.

Artículo 37. Usos recreacionales.

“Corresponden a aquellos dedicados a prestar servicios deportivos o de esparcimiento a la comunidad. La actividad recreativa puede ser de tipo activo o de tipo pasivo. 1. Recreación Activa. Conjunto de actividades dirigidas al esparcimiento y el ejercicio de disciplinas lúdicas, artísticas o deportivas que tienen como fin la salud física y mental, para las cuales se requiere de infraestructura destinada a alojar concentraciones de público. Concejo Municipal de Guateque. (2015). *Acuerdo Municipal No. 001 de 2015 por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Guateque, Boyacá*. Guateque, Colombia.

Artículo 48. Conformación del sistema de áreas recreativas de uso público en desarrollos por urbanización.

“Las áreas recreativas de uso público están constituidas por los parques, plazas y plazoletas, las cuales conforman el espacio público efectivo de la urbanización. Podrán formar parte de ellas los campos deportivos abiertos. Los parques y zonas verdes de uso público no podrán ser encerrados en forma tal que se prive a la ciudadanía de su uso y/o disfrute visual, salvo por razones de mantenimiento, mejoramiento paisajístico, ordenamiento de distintas formas de recreación activa y/o seguridad. En cualquier caso, la transparencia del cerramiento será de un 90% como mínimo.” Concejo Municipal de Guateque. (2015). *Acuerdo Municipal No. 001 de 2015 por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Guateque, Boyacá*. Guateque, Colombia.

Metodología

Para evaluar la importancia de la renovación del parque y su relación con los equipamientos deportivos cercanos, los juegos intermunicipales y la proyección de un edificio administrativo dentro del futuro complejo deportivo en Guateque, se ha diseñado un enfoque metodológico basado en la recolección de información cualitativa. Esta metodología combina la investigación documental con el trabajo de campo, lo que permite un análisis integral de la situación actual del parque, el funcionamiento de los espacios deportivos y la necesidad de infraestructura administrativa que apoye la gestión, organización y desarrollo de actividades recreativas, deportivas y comunitarias.

1. Solicitud de Información Demográfica

Se realizará una petición formal a las entidades locales pertinentes, como la Alcaldía, la Secretaría de Cultura y Deporte, con el fin de obtener datos demográficos y estadísticos sobre los Juegos Deportivos Intermunicipales. Esta información permitirá conocer la cantidad de participantes, su perfil sociodemográfico, la frecuencia del evento y su impacto en la economía local.

2. Recorridos a Pie y Observación Directa

Se llevarán a cabo visitas al parque y sus alrededores con el objetivo de evaluar su estado actual. Durante estos recorridos, se analizarán aspectos clave como:

- Condiciones de la infraestructura existente.
- Nivel de uso y actividades predominantes.
- Percepción ciudadana sobre el estado del parque.
- Posibles oportunidades de mejoramiento.

3. Mapeo de puntos clave

Para complementar la observación directa, se realizará un mapeo de los elementos más importantes dentro y alrededor del parque, incluyendo:

- Zonas comerciales y su relación con el flujo de visitantes.
- Espacios verdes y su mantenimiento.
- Infraestructura deportiva y su estado.
- Áreas con mayor deterioro o riesgo.

4. Entrevistas a diferentes grupos de interés

Con el propósito de comprender la participación y percepción de la comunidad en relación con los Juegos Deportivos Intermunicipales, se entrevistará a distintos actores, tales como:

- Docentes de actividades deportivas.
- Habitantes del municipio.

Estas entrevistas permitirán identificar la relevancia del parque en la dinámica de los juegos y la opinión de los diferentes sectores sobre su posible renovación. A continuación, el listado de preguntas realizadas en la entrevista:

Habitantes

1. ¿Conoce el parque la Colina?
2. ¿Cada cuanto lo usa? ¿Para qué?
3. ¿Cuáles son los aspectos positivos y negativos que ha observado en el parque?
4. ¿Qué aspectos del parque le gustaría mejorar y cómo lo haría?
5. ¿Considera que el parque está bien conectado con los equipamientos y servicios cercanos?
6. ¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional sobre el parque?

Docentes deportes

1. ¿Qué espacios necesitan para los deportes?
2. ¿Cuáles son los aspectos positivos y negativos que ha observado en el parque?
3. ¿Qué aspectos del parque le gustaría mejorar y cómo lo haría?
4. ¿Qué cree que le hace falta al parque, al estadio y piscina? ¿Y cómo beneficiarían a la comunidad?

5. Consolidación y Análisis de Datos

Una vez recolectada la información, se procede a su organización y análisis. Los datos obtenidos de las entrevistas se sistematizan para generar estadísticas y tendencias relevantes, facilitando la elaboración de conclusiones que respalden la necesidad de renovación del parque.

Contextualización

Guateque Boyacá, está ubicado al noreste de Bogotá. Se encuentra aproximadamente a 110 kilómetros de distancia por carretera. Este municipio cuenta con diversos atractivos culturales y naturales como lo es la Iglesia San José, el parque principal, varios miradores naturales, plaza de mercado, colegios del municipio, así mismo el lote a intervenir el cual queda localizado en el barrio la colina. Estos se ven representados de forma numérica. Ver figura 2.

1. Colegios
2. Plaza de mercado
3. Plaza principal
4. Iglesia San Jose
5. Lote a intervenir

Figura 2

Equipamientos relevantes



Nota. Adaptado de Google Maps

A partir del análisis del entorno inmediato, se identifican tres instituciones educativas ubicadas cerca al lote propuesto. Dada la ausencia de equipamientos recreativos en las cercanías de estos centros educativos, se proyecta la implementación de zonas destinadas a la recreación y el deporte dentro del área de intervención, con el objetivo de brindar estos espacios a los estudiantes y a la comunidad en general. Ver figura 3.

Figura 3

Contexto inmediato



Nota. Adaptado de Google Maps

En el lote se identifican tres equipamientos deportivos y recreativos de relevancia: el Parque Recreacional La Colina, la piscina municipal, el estadio y por otra parte el edificio administrativo. En la cuales cada una tiene su entrada independiente, en este se busca generar una conexión integral de los equipamientos teniendo en cuenta los puntos de control que son necesarios. Así mismo, se ve relevante en la recreación y deporte, ya que en él se realizan competencias de Intercolegiados donde los

estudiantes participan en diferentes actividades deportivas a sí mismo el estadio es un punto específico en la que no solo se realizan prácticas y campeonatos deportivos si no que así mismo es una zona de esparcimiento cultural en la que se establecen actividades culturales de la población.

Desarrollo Metodológico

Análisis y Discusión de Resultados

Relevancia del Diagnóstico Directo: Los recorridos y observaciones directas permitieron identificar las principales deficiencias en la infraestructura existente, como el mal estado de las canchas deportivas, la insuficiencia de espacios recreativos modernos y la falta de mantenimiento en áreas verdes. También se reconocieron oportunidades de mejora, como la creación de nuevas zonas deportivas, comerciales y de esparcimiento, que fortalecerán el atractivo del parque para los residentes y visitantes.

La falta de conexión entre los diferentes equipamientos del parque, como la piscina y el estadio, representa un obstáculo para su uso integral. Asimismo, se evidenció la carencia de un edificio administrativo adecuado que permita centralizar las funciones de control, organización y gestión del complejo deportivo. El edificio existente no cumple con estas características, pues carece de espacios destinados a la administración, el comercio y la atención al público. En este sentido, la creación de un nuevo edificio administrativo con áreas comerciales y de control se proyecta como una solución clave para optimizar el funcionamiento del complejo, mejorar la experiencia de los usuarios y garantizar una operación más eficiente y sostenible de las instalaciones.

Conclusión de Entrevistas: Las entrevistas realizadas a los docentes de deportes revelaron importantes desafíos relacionados con la infraestructura deportiva del Parque Recreacional La Colina. Donde coincidieron en que las condiciones actuales de las canchas no son adecuadas, señalando problemas como el deterioro de la superficie, la exposición constante al agua y al sol, y la falta de mantenimiento adecuado (Ver figura 8). Además, destacaron la carencia de espacios específicos para actividades modernas como el skate y el patinaje, lo cual limita las opciones recreativas y deportivas para los jóvenes de la comunidad. Estos resultados enfatizan la necesidad de implementar mejoras

estructurales y ampliar las instalaciones para promover una oferta más inclusiva y funcional en el parque.

Desarrollo de objetivos específicos

En el cumplimiento del objetivo específico 1

(Caracterizar las dinámicas de la población en torno a la piscina, el parque y el estadio municipal (Caracterizar a la población de Guateque Boyacá, según las dinámicas vistas frente a la piscina, el parque y el estadio con el propósito de identificar los aspectos a mejorar en estos escenarios deportivos). Empezando por solicitar la información a la alcaldía municipal más específicamente a los departamentos de planeación, cultura y deporte; los cuales facilitaron esta información con la cual se pudo hacer el análisis demográfico de cuántos estudiantes están inscritos en los torneos de Intercolegiados, los cuales del 2024 al 2025 se duplicó la cantidad de participantes (Departamento de Cultura y Deporte, 2024). Esta información resultó clave para complementar el análisis, ya que permitió comprender de manera más precisa la demanda actual de espacios deportivos y proyectar los usos requeridos. Con estos insumos, se identificaron áreas prioritarias para el diseño de nuevas infraestructuras deportivas.

En cuanto al mapeo de los puntos claves podemos identificar los espacios recreacionales y deportivos los cuales son: la piscina municipal, el estadio y el parque la colina. En los cuales se identifica varios signos de deficiencia como lo son: el deterioro de estos así mismo, la falta de comercio, la carencia de zonas de parqueo y la escasez en sus zonas recreativas ya que se encuentran 3 Instituciones educativas que requieren la presencia de una zona de esparcimiento y desarrollo recreativo. Por consiguiente, se llevó a cabo la recolección de información en sitio por medio de entrevistas a los usuarios del sector, se procedió a la digitalización de los datos obtenidos. Este proceso implicó una organización detallada de la información, clasificándose en categorías temáticas que permitieron identificar tanto deficiencias como oportunidades de mejora en la infraestructura existente.

Posteriormente, se realizó un análisis combinado, tanto cuantitativo como cualitativo, lo que permitió generar estadísticas y tendencias relevantes, a la vez que se interpretaron en profundidad las necesidades expresadas por los habitantes del sector. Por ejemplo, las entrevistas con los docentes de deportes evidenciaron problemáticas puntuales, como el deterioro de las canchas y la ausencia de espacios recreativos modernos. A su vez, las observaciones en terreno destacan zonas con alto potencial para el desarrollo de nuevas áreas deportivas, recreativas y comerciales.

Este enfoque metodológico integral permitió realizar una evaluación precisa de las condiciones actuales del parque, el estadio y la piscina municipal, facilitando el análisis y estudio del contexto para elaboración de propuestas concretas orientadas a optimizar tanto su infraestructura como su funcionalidad. A lo largo de este proceso, el uso de herramientas gráficas para representar visualmente los datos recopilados enriqueció significativamente el análisis, proporcionando una visión clara, estructurada y accesible para todos los actores involucrados. Como lo son los espacios que los usuarios requieren como lo son la pista de patinaje y la de skate, a sí mismo mediante la observación se lleva a cabo un espacio pensado en las mascotas.

También se puede ver en la deficiencia de los espacios actuales ya que estos espacios están funcionando como equipamientos individuales y no como un espacio integral así mismo se ve el abandono y el deterioro físico de estos lugares.

Registro fotográfico**Piscina****Figura 4***Piscina municipal 1*

Nota. Elaboración propia

Figura 5*Piscina municipal 2*

Nota. Elaboración propia

Estadio**Figura 6***Estadio municipal 1*

Nota. Elaboración propia

Figura 7*Estadio municipal 2*

Nota. Elaboración propia

Parque**Figura 8***Cancha múltiple parque la colina**Nota. Elaboración propia***Figura 9***Juego infantil parque la colina**Nota. Elaboración propia***Figura 10***Cancha de tenis**Nota. Elaboración propia***Figura 11***Zona de ejercicios**Nota. Elaboración propia*

En cumplimiento con el objetivo específico 2

(Plantear estrategias para la revitalización del espacio recreativo-deportivo de tal manera que este sea un nodo principal en el municipio de Guateque Boyacá). Teniendo en cuenta las necesidades de la población de Guateque Boyacá. Se visualizó la información evidenciando los principales hallazgos que generan insumos valiosos para la discusión y toma de decisiones. Así se pueden establecer los espacios existentes que requieren una renovación, los nuevos espacios recreo deportivos y de permanencia.

Espacios existentes: Estos espacios sólo requieren una renovación urbana ya que su lugar es óptimo para el aprovechamiento de estos espacios en esto se puede ver la cancha multifuncional del parque y las gradas de estadio en las cual se establece generar unas pérgolas generando microclimas y evitando que estos estén expuestos a daños por fenómenos climáticos. En el parque el área de los niños se requiere renovar el espacio para hacerlo óptimo para ellos. En los edificios administrativos en los cuales se generan nuevos espacios contemplando el comercio de la comunidad, las áreas de bodegas, enfermería y administrativo. Se requiere renovar el área de la piscina en la cual se establece un área para los niños y modificar su atracción principal del tobogán.

Nuevos espacios: Se visualizó la necesidad de los nuevos espacios para la comunidad como lo son el parque para caninos, la pista de skate y pista de patinaje, zonas de permanencia, teniendo en cuenta los puntos de acceso controlado entre equipamientos. Gracias a esta etapa, fue posible abordar de manera estratégica los problemas detectados durante el diagnóstico, estableciendo prioridades y directrices que orientó a soluciones efectivas, adaptadas a las necesidades reales de la comunidad del complejo deportivo.

En el cumplimiento del objetivo específico 3

(Formular una propuesta para el complejo recreativo-deportivo, generando la integración y la revitalización urbana entre los equipamientos y el contexto (la piscina, el parque y el estadio). Se generó

el diseño del Complejo Deportivo La Colina luego de analizar y considerar los objetivos previamente establecidos. El proyecto concluye con un diseño que prioriza la conexión entre los espacios existentes que requieren renovación y los nuevos espacios propuestos. Se resalta la importancia de integrar los distintos equipamientos mediante puntos de conexión controlados, promoviendo así una experiencia fluida y funcional. Dentro del diseño, se reconoce el valor del deporte como eje central del complejo, lo que llevó a la creación de dos zonas destacadas: una pista de skate y una pista de patinaje, ambas pensadas para la práctica libre. Además, se contempla el bienestar de los animales, incluyendo una zona especial para caninos, equipada con juegos y bebederos.

Por otro lado, se propone la renovación de las gradas del estadio, ubicando una pérgola con el fin de protegerlas del deterioro causado por el sol y la lluvia. También se plantea la instalación de nebulizadores para generar microclimas que mejoren el confort térmico en días de altas temperaturas.

En el cumplimiento del objetivo específico 4

(Implementar la metodología BIM para desarrollar un modelo arquitectónico integral del edificio administrativo, incorporando de manera coordinada sus diferentes especialidades (estructural, hidráulica, eléctrica y mecánica)). Con la aplicación de la metodología BIM se podrá diseñar el edificio administrativo del complejo deportivo de una manera más completa y ordenada, ya que el modelo incluirá no solo la parte arquitectónica, las especialidades técnicas necesarias para su operación: redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de protección contra incendios (PCI), climatización (HVAC) y telecomunicaciones. Sino también los servicios que hacen posible su buen funcionamiento. Este modelo posibilita la coordinación de todas las especialidades, facilita la detección temprana de interferencias; al mismo tiempo, brinda un proyecto moderno y bien estructurado que mejora la atención a los usuarios, fortalece la gestión de las instalaciones y consolida al complejo como un espacio preparado para responder a las necesidades deportivas y sociales de la comunidad.

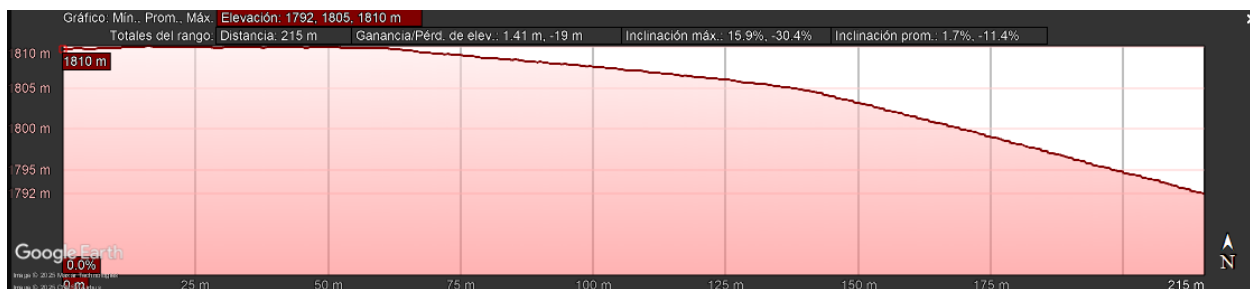
Determinantes Ambientales

Topografía

El lote se encuentra en un área de transición entre un paisaje montañoso, predominante hacia el oeste y el sur, y una estructura urbana más consolidada al norte y al oriente. Esta ubicación le otorga un valor estratégico, pero también plantea desafíos importantes. La topografía del terreno presenta una pendiente descendente de noroccidente a suroriente, con una diferencia de altitud de aproximadamente 19 metros a lo largo de 215 metros lineales. Esto se traduce en un pendiente promedio del -11.4%, con zonas donde la inclinación alcanza hasta el -30.4%, especialmente en la parte central y sur del lote (Ver figura 12). Estas condiciones crean sectores críticos que requieren especial atención, pues inciden directamente en aspectos clave del diseño como la movilidad peatonal, la accesibilidad universal, la ubicación de senderos y la viabilidad constructiva.

Figura 12

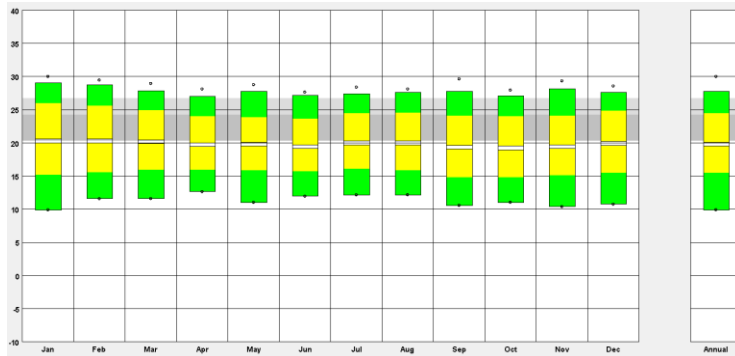
Topografía



Nota. Tomado de Google Earth

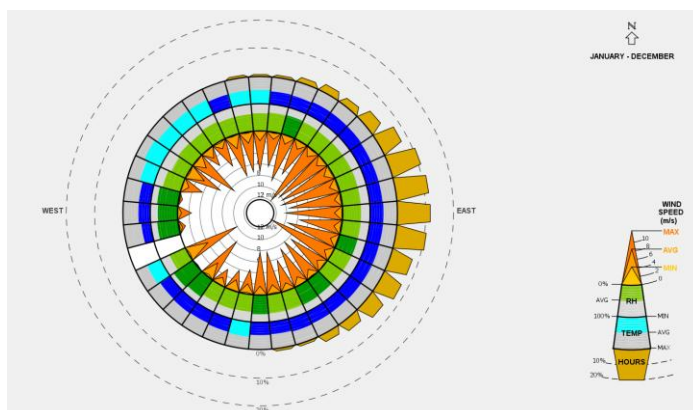
Bioclimática

En Guateque Boyacá podemos ver un clima templado - cálido lo cual es un punto importante que se debe tener en cuenta ya que se identifica que la mayor temperatura ha sido 30° y la mínima 10° la temperatura promedio es de 20°, como lo podemos ver en la Figura 13.

Figura 13*Temperatura*

Nota. Elaboración propia

También se identifica que el viento viene de este a oeste y la velocidad del viento la mínima me mantiene en 0 el promedio es de 2m/s y la máxima es de 11m/s estos se tienen en cuenta ya que estos se ven en los meses de agosto y septiembre, estos se tienen en cuenta en el estadio para poder abrir este para que no se envocine el aire y este pueda tener un buen recorrido, como se puede ver en la Figura 14.

Figura 14*Rosa de los vientos*

Nota. Elaboración propia

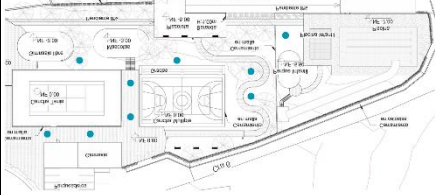
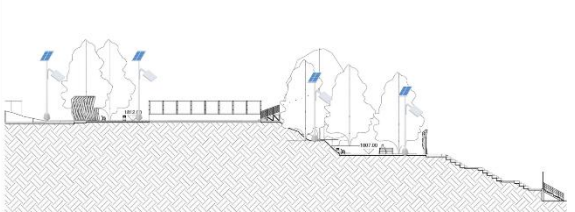
El funcionamiento de estos nebulizadores se alimentará mediante un sistema de recolección de aguas lluvias, aprovechando las precipitaciones que ocurren durante los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto. Esta recolección se realizará a través de las cubiertas ubicadas en las gradas, las cuales canalizarán el agua hacia bajantes conectadas a una serie de filtros. Posteriormente, el agua será almacenada en un tanque de reserva y distribuida mediante bombas. Este sistema permitirá abastecer tanto a los nebulizadores como a los sanitarios del lugar.

Paneles solares: Un panel solar tiene como función principal captar la luz del sol y transformarla en energía eléctrica. Esto se logra gracias a unas celdas especiales dentro del panel que reaccionan al contacto con la luz solar. Sin necesidad de combustibles ni contaminación, se puede generar electricidad para usar en casas, negocios o incluso en zonas rurales donde no llega la red eléctrica. Esta tecnología permite aprovechar una fuente de energía natural, abundante y gratuita como el sol, ayudando también a reducir el impacto ambiental (Molina, 2020).

Se considerarán los meses de verano, comprendidos entre noviembre y marzo, como el período óptimo para la captación de luz solar. Durante estos meses, se espera una mayor intensidad y duración de la radiación solar, lo que permitirá maximizar la eficiencia del sistema de captación con ubicación estratégica de paneles solares (Ver tabla 4).

Tabla 4

Diagrama distribución paneles solares

Panel solar	Ubicación	diagrama
		

Nota. Elaboración propia

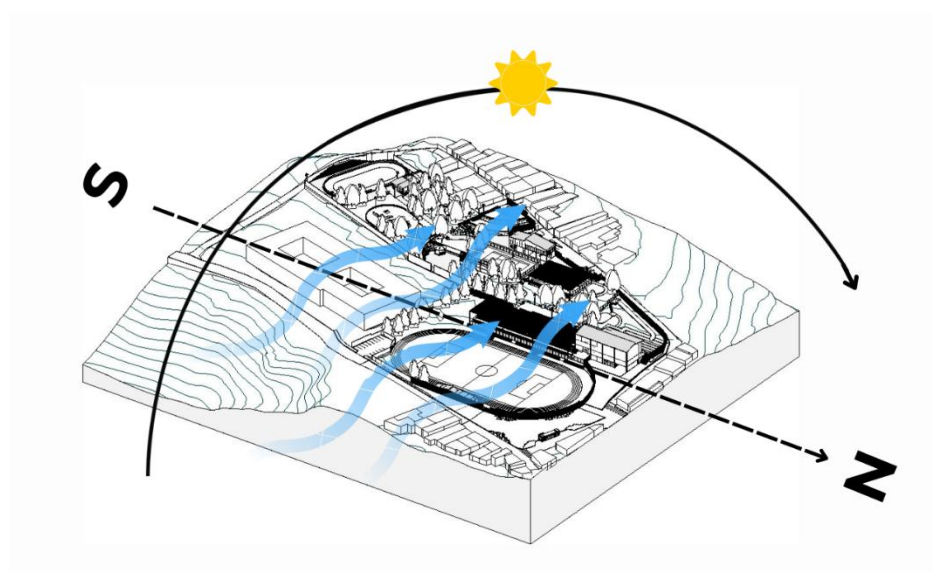
Aprovechamiento bioclimático

La ubicación y orientación de los equipamientos deportivos y recreativos se definen con base a las condiciones climáticas del lugar, con el objetivo de optimizar su funcionalidad y uso. Se quiere tener un mayor aprovechamiento de los vientos, especialmente en el estadio, donde se plantea una zona abierta que permita la circulación del viento, evitando su acumulación y mejorando la ventilación natural del espacio.

Así mismo, se analiza la trayectoria solar para determinar la posición óptima de las canchas, teniendo en cuenta las horas de mayor impacto térmico. Como respuesta a estas condiciones, se proyecta generar microclimas a partir de la instalación de pérgolas en las canchas multifuncionales y gradas, brindando sombra y confort térmico durante los períodos de altas temperaturas. Ver figura 15.

Figura 15

Diagrama bioclimática lote

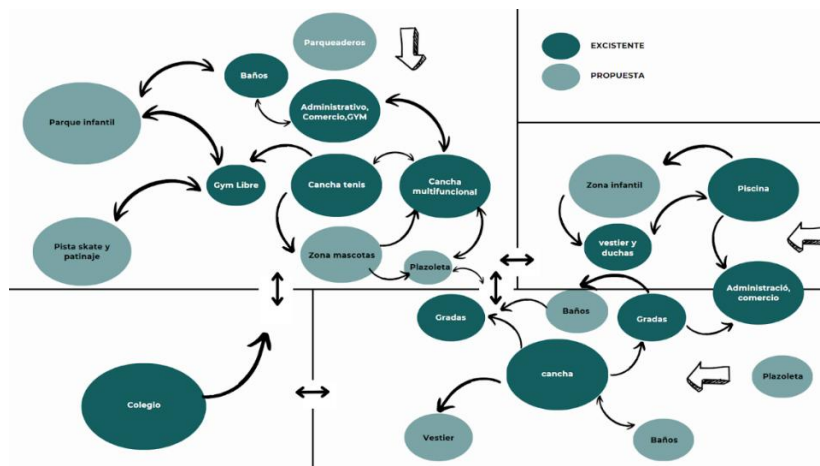


Nota. Elaboración propia

Planteamiento de diseño urbano

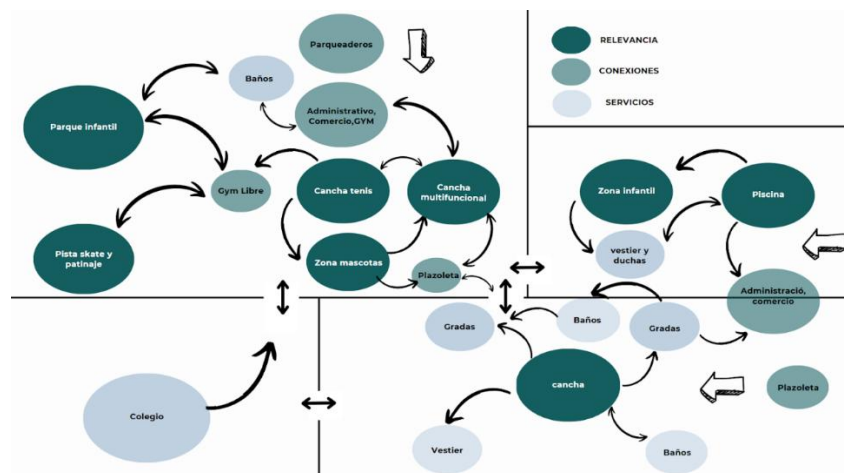
Organigrama

A partir de las necesidades del lugar se hizo un análisis de tres equipamientos deportivos y recreativos de relevancia: el Parque Recreacional La Colina, la piscina municipal y el estadio. Donde se quiere realizar un complejo deportivo mediante la conexión funcional de estos espacios, teniendo en cuenta sus respectivos puntos de control, aprovechando sus fortalezas y respondiendo a las carencias actuales (Lefebvre, 1974; Madanipour, 2010). Se identificaron zonas que pueden mantenerse, ya que conservan su utilidad y sólo requieren una renovación para mejorar su estado y aprovechamiento. Entre estas áreas están la cancha de tenis, la cancha multifuncional, el gimnasio al aire libre, la zona administrativa, la piscina, las gradas y la cancha principal del estadio. Al mismo tiempo, se propone la creación de nuevos espacios dentro del complejo, necesarios para complementar la oferta deportiva y recreativa. Estas nuevas zonas incluyen una zona de juegos infantiles, una pista de skate, una pista de patinaje, una plazoleta que permita dinamizar el comercio local, zonas de parqueo, un área infantil en la piscina, espacios verdes y de esparcimiento para la integración comunitaria y el bienestar de los usuarios (Jacobs, 1961; Gehl, 2011). Ver figura 16.

Figura 16*Organigrama espacios existentes y propuestos**Nota.* Elaboración propia

Se generó un segundo organigrama en el cual se establecen tres puntos importantes en los cuales se indicaron los siguientes:

- **Relevancia:** Los cuales son espacios de permanencias en los ámbitos recreativos-deportivos en los que se destaca la integración de los usuarios.
- **Conexiones:** Áreas en las cuales son puntos de encuentro y sectores de atención a los usuarios.
- **Servicios:** En los que se establecen como lo son los espacios comunes.

Figura 17*Organigrama espacios relevantes**Nota.* Elaboración propia**Intervención**

Por medio de las siguientes ideas se busca conservar parte del espacio existente y también generar nuevos espacios necesarios para este, así mismo conectando estos espacios y equipamientos por medio de:

- **Eliminación de barreras físicas:** Se retiran cerramientos estratégicamente generando puntos de control.
- **Conectividad peatonal:** Se generan senderos que conectan las diferentes áreas para formar un espacio deportivo completo.
- **Áreas del parque:** Se crean nuevos espacios de esparcimiento para los visitantes como los son:
 - ❖ **Zonas de permanencia:** En los que se ven espacios importantes para la conexión de los equipamientos, en estas vemos las zonas de permanencia.
 - ❖ **Áreas comerciales:** Se establecen para potencializar la economía en el parque.
 - ❖ **Zonas recreativas:** Para los niños como se ve establecido en la zona de juegos infantiles.

- ❖ **Zona de esparcimiento canina:** Ya que hacen parte de los usuarios del complejo.
- ❖ **Actividades deportivas nuevas:** Se ven implementadas en nuevos espacios como lo son la pista de skate y la pista de patinaje.
- **Áreas de la piscina:** Se revitaliza el espacio de la piscina como lo es:
 - ❖ **Juegos en la piscina para los niños:** Quitando la atracción del tobogán y dándole un uso más específico para la niñez que visita este sitio donde puedan tener recreación.
 - ❖ **Vestidores:** Estos se renuevan para generar una mejor accesibilidad para los usuarios
- **Áreas del estadio:** Se renueva el espacio del estadio con nuevas áreas teniendo en cuenta:
 - ❖ **Cancha:** Se genera una intervención en la cancha.
 - ❖ **Vestidores:** Generar un espacio para los vestidores.
 - ❖ **Gradas:** Intervención en las gradas para los usuarios.

Memoria de diseño urbano

Variables

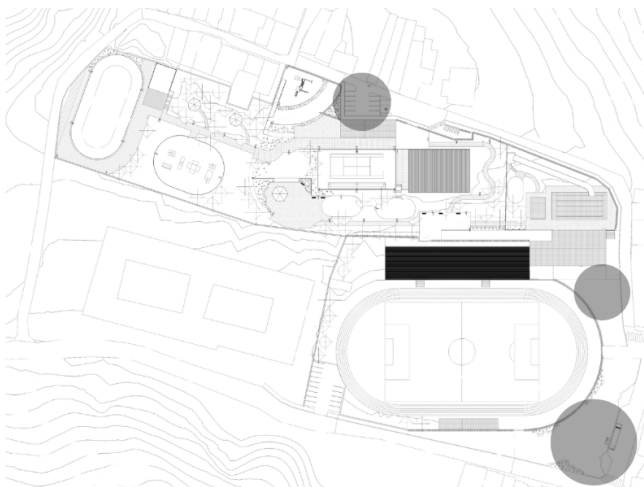
Articulación urbana

Se establecen los puntos principales de conexión con el espacio urbano fuera del complejo deportivo en el cual se ven los (vecinos) se piensa intervenir de la siguiente manera:

- **Espacio público:** Generando una plazoleta en la entrada del estadio para que las personas se puedan integrar a el espacio, ya que este también es un espacio de permanencia antes de entrar a el estadio, teniendo un espacio de espera así mismo se establece la importancia de la ampliación de los andenes, alrededor del complejo deportivo.
- **Zonas de parqueo:** Se generan dos zonas de parqueo para la comunidad, estos se beneficiarán ya que no solo es para el uso del complejo deportivo, sino que también para la comunidad cercana a este.

Figura 18

Nodos de convergencia



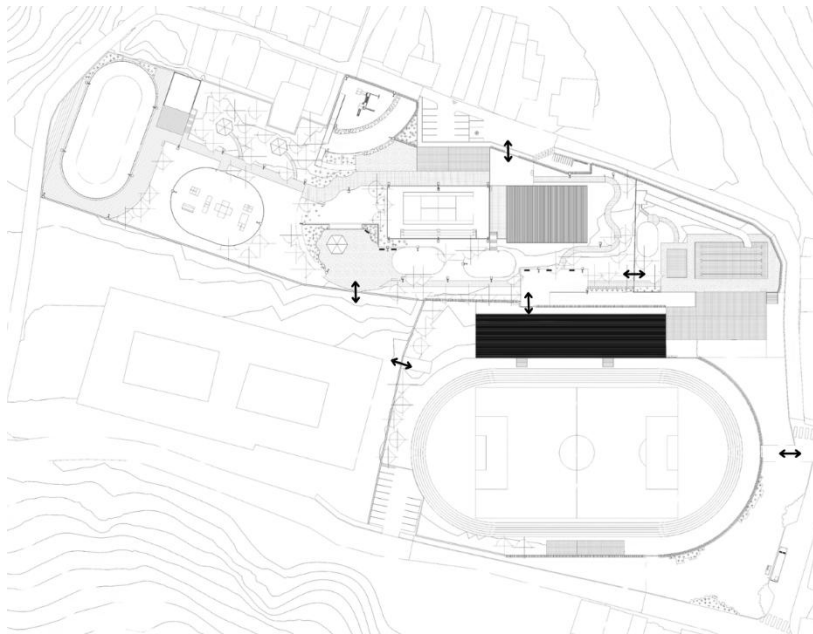
Nota. Elaboración propia

Articulación interna

Se establecen puntos de control que conectan al parque, la piscina y el estadio. Estos caminos unen el colegio con las zonas de juegos infantiles, el gimnasio al aire libre y la cancha multifuncional, atravesando zonas verdes y finalizando en accesos controlados hacia el estadio y la piscina. La ubicación de las entradas principales del Complejo Deportivo La Colina no es casual, sino que responde directamente a las necesidades del proyecto, ya que estas fueron definidas a partir del análisis urbano, la topografía del terreno y la relación funcional con las instalaciones existentes. Estos accesos no solo marcan los puntos de entrada, sino que también activan los recorridos peatonales jerárquicos que integran el parque, el estadio y la piscina.

Figura 19

Conexiones internas



Nota. Elaboración propia

Senderos

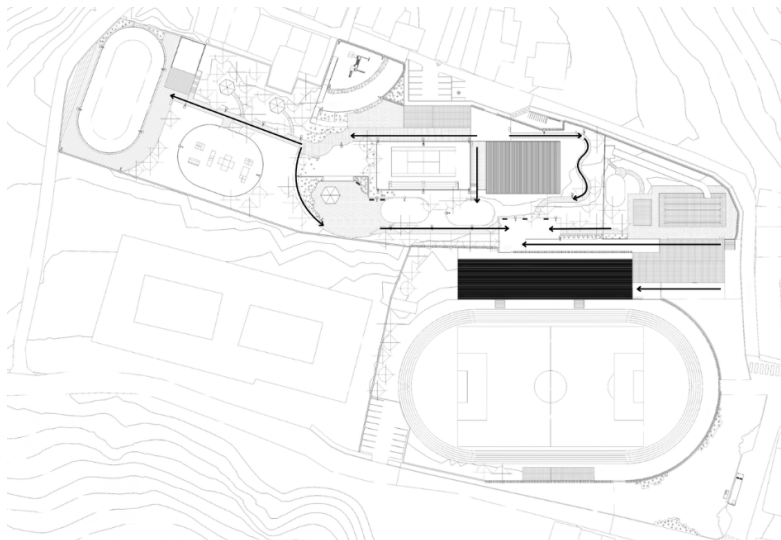
Este sendero actúa como una base principal del proyecto, asegurando la conexión entre las instalaciones deportivas y recreativas, transformando el parque a un espacio intermedio y articulador.

Se diseña siguiendo estos principios:

- **Accesible:** Se generan recorridos por el parque para la circulación del peatón y conectando entre espacios deportivos y zonas de permanencia. En dichos espacios se ubica mobiliario urbano para uso de la comunidad.
- **Activo:** Por medio de plazoletas y comercio se generan zonas de permanencia para la comunidad. Y por medio de las canchas deportivas se integra la comunidad para eventos deportivos generando mayor afluencia en estos espacios.
- **Seguro:** Por medio de postes de iluminación para los senderos generan mayor seguridad al transitarlos por la noche.

Figura 20

Recorridos internos



Nota. Elaboración propia

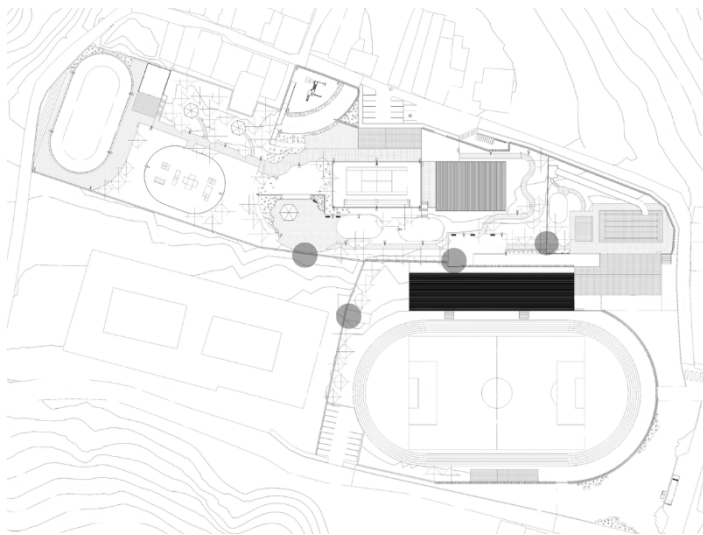
Diseño

La intervención urbana busca conservar parte del espacio existente y también generar nuevos espacios necesarios para este, además se busca que todos estos espacios y servicios estén bien conectados. Esta decisión se fundamenta en varios puntos clave:

- **Eliminación de barreras físicas:** Se retiran cerramientos para generar puntos de control entre los equipamientos del parque, la piscina y el estadio, para abrir visualmente el complejo deportivo con celosías, teniendo en cuenta la visual que se quiere tener así mismos se tiene en cuenta el recorrido de los vientos, asegurando una experiencia de recorrido que sea segura y agradable para los visitantes (Lefebvre, 1974; Madanipour, 2010).

Figura 21

Puntos de control



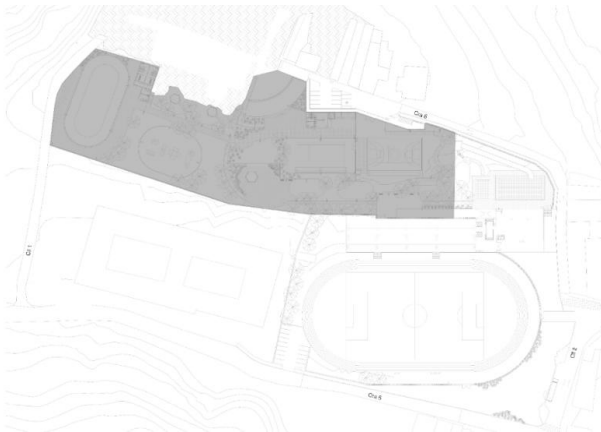
Nota. Elaboración propia

- **Conectividad peatonal:** Se diseñan senderos en los que se caracteriza la conexión de los equipamientos para crear un complejo deportivo teniendo en cuenta los materiales permeables generando diferentes sensaciones con el cambio de estos en el suelo, se tiene en cuenta la iluminación natural y mobiliario urbano considerando zonas de permanencia, integrando accesos abiertos y puntos de control estratégicos (Jacobs, 1961; Gehl, 2011).
- **Activación del parque como un nodo urbano:** Se crean nuevos espacios de esparcimiento para los visitantes como los son: zonas de permanencia, áreas comerciales, zonas recreativas, zona de esparcimiento canina y actividades deportivas nuevas. Todo esto responde al principio de accesibilidad y multifuncionalidad en un radio cercano, lo cual se enmarca en el concepto de la ciudad de los 15 minutos (Moreno, 2020; Gehl, 2011).
- **Zonas de permanencia:** Se requieren espacios de permanencia, por lo que se han implementado quioscos, zonas verdes y plazoletas. Estos espacios son clave para favorecer la conexión entre los distintos equipamientos.
- **Áreas comerciales:** Estas zonas se requieren en los edificios principales para que los usuarios no tengan que salir del complejo deportivo a comprar sus alimentos además para poder potencializar la economía en el parque.
- **Zonas recreativas:** Para los niños, se ha establecido una zona de juegos infantiles. Además, se propone la incorporación de paredes para escalar, que estarán ubicadas en la misma área de juegos.
- **Zona de esparcimiento canina:** Se reconoce la importancia de los caninos para la comunidad, por lo que se ha creado un espacio especialmente pensado para ellos, con juegos y bebederos.

- **Actividades deportivas nuevas:** Se implementarán nuevos espacios deportivos como lo son la pista de skate y la pista de patinaje se llegó a esta conclusión por medio de la observación y solicitud de la población teniendo en cuenta la zona posterior del parque este lugar se tiene en cuenta para las prácticas deportivas y prácticas libres.

Figura 22

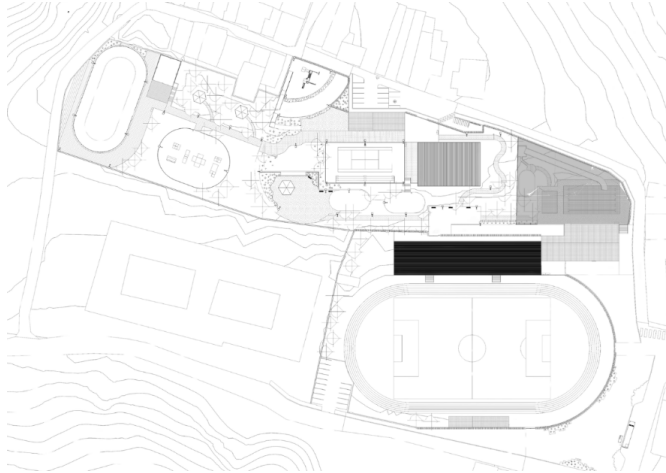
Parque Recreacional la Colina



Nota. Elaboración propia

Activación de la piscina como un nodo urbano: Se revitaliza el espacio de la piscina como lo es:

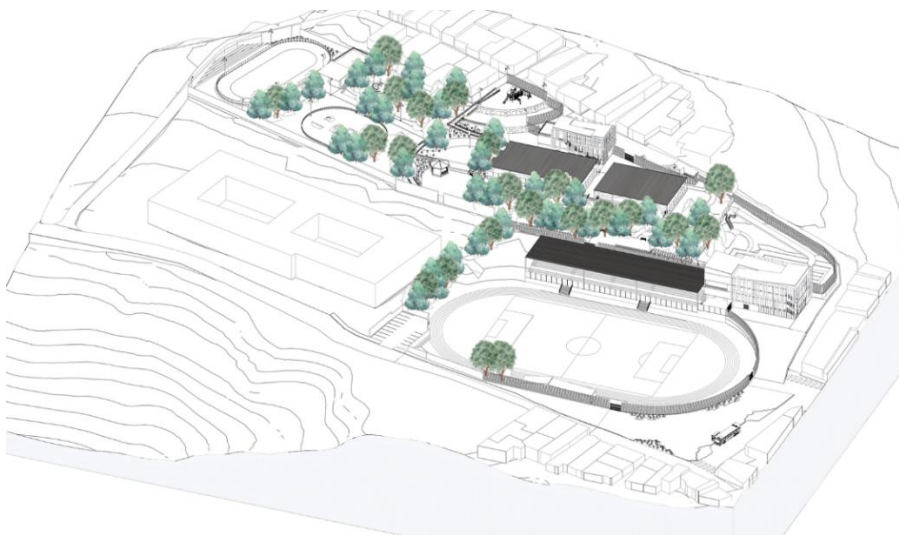
- **Piscina:** Es un espacio muy utilizado por la comunidad. Se incorporó una zona de juegos en el área de la piscina para los niños, reemplazando el tobogán por una atracción más funcional y adecuada. Se agregan elementos vegetales y microclimas, lo cual responde al impacto positivo de los espacios verdes en la salud física y mental (Ulrich, 1984).
- **Vestidores:** Fueron renovados para mejorar la accesibilidad y brindar una mejor experiencia a los usuarios.

Figura 23*Piscina municipal*

Nota. Elaboración propia

Activación del estadio como un nodo urbano: Se renueva el espacio del estadio con nuevas áreas teniendo en cuenta:

- **Cancha:** Se realizó una intervención desplazando la cancha hacia el sur, con el objetivo de aprovechar mejor el área disponible del espacio público.
- **Vestidores:** Se creó un nuevo espacio que incluye todas las áreas necesarias, como baños, zona de cambio y lockers, para brindar un mejor servicio a los usuarios.
- **Gradas:** Se hicieron algunas renovaciones, como la instalación de parasoles para proteger del clima y evitar daños por el sol o la lluvia. También se añadieron nebulizadores, que ayudan bastante a que los usuarios estén más cómodos, sobre todo en días calurosos

Figura 24*Estadio municipal**Nota. Elaboración propia***Axonometría****Figura 25***Complejo deportivo "La Colina"**Nota. Elaboración propia*

Planteamiento de diseño Arquitectónico

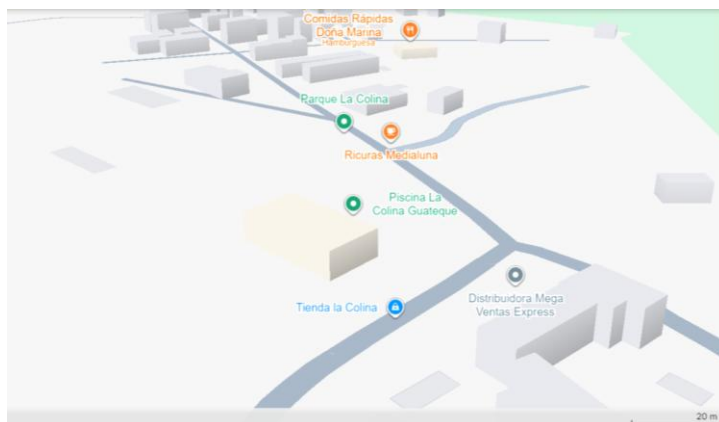
Contexto

El edificio administrativo La Colina se ubica en una zona urbana consolidada de Guateque, marcada por una topografía inclinada que condiciona la manera en que el territorio se ha ocupado. Su entorno inmediato combina edificaciones de baja y media altura, calles locales estrechas y una presencia constante de vegetación en las laderas cercanas. Situado entre el estadio y la piscina municipal, el edificio se convierte en un punto estratégico de articulación: funciona como espacio de control para estos equipamientos y, al mismo tiempo, como conexión natural hacia el parque recreacional “La Colina”.

La movilidad en el área es principalmente peatonal, acompañada por un tránsito vehicular reducido propio de las calles barriales. En las inmediaciones predominan los usos mixtos (residenciales, institucionales y pequeños comercios) que generan un ambiente cotidiano, tranquilo y propicio para la interacción comunitaria. Gracias a su cercanía con equipamientos urbanos y espacios abiertos, el edificio se consolida como un referente visible y significativo dentro del tejido urbano inmediato.

Figura 26

Contexto inmediato



Nota. Tomado de Google Earth.

Zonificación

El edificio se dividió en cuatro áreas principales: las áreas técnicas y de comercio, las zonas gastronómicas y de restaurante, y finalmente el área administrativa ubicada en el último piso. Esta distribución responde a una organización funcional que diferencia las zonas públicas y privadas, garantizando un adecuado flujo entre los espacios de uso general y los de carácter restringido.

Figura 27

Zonificación



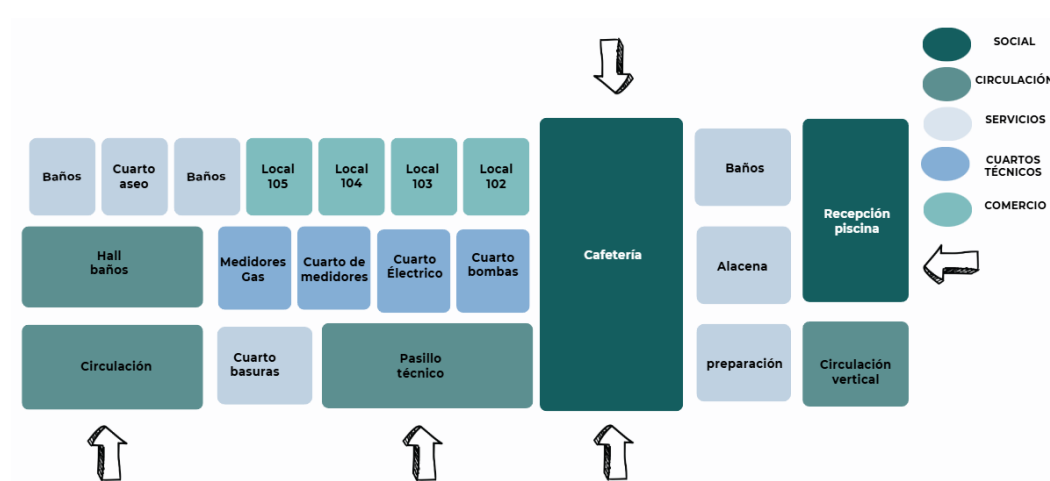
Nota. Elaboración propia

Organigrama

Con base en las necesidades del lugar, se realizó un análisis arquitectónico que evidenció la importancia de contar con un edificio administrativo como punto central para la gestión del complejo deportivo, tanto de manera integral como por cada uno de sus espacios. El proyecto plantea una edificación de cuatro pisos, diseñada para responder a los requerimientos operativos y funcionales del complejo, garantizando una adecuada distribución que facilite su organización y aprovechamiento.

Piso -1

Se proyecta una recepción, con locales orientados hacia el estadio, acompañada de áreas de apoyo como baños públicos, cafetería, cuartos técnicos, alacena y zona de preparación de alimentos. La distribución considera la circulación horizontal y vertical para garantizar un flujo eficiente de usuarios y personal, optimizando la accesibilidad y el funcionamiento general del edificio.

Figura 28*Organigrama piso -1**Nota.* Elaboración propia**Piso 1**

En el segundo piso se disponen áreas recreativas para los usuarios, complementadas con locales de venta de tiquetes e insumos, además de duchas y baños. La distribución incorpora circulaciones horizontales y verticales que garantizan accesibilidad, conectividad y un adecuado flujo de personas en el edificio.

Figura 29

Organigrama primer piso



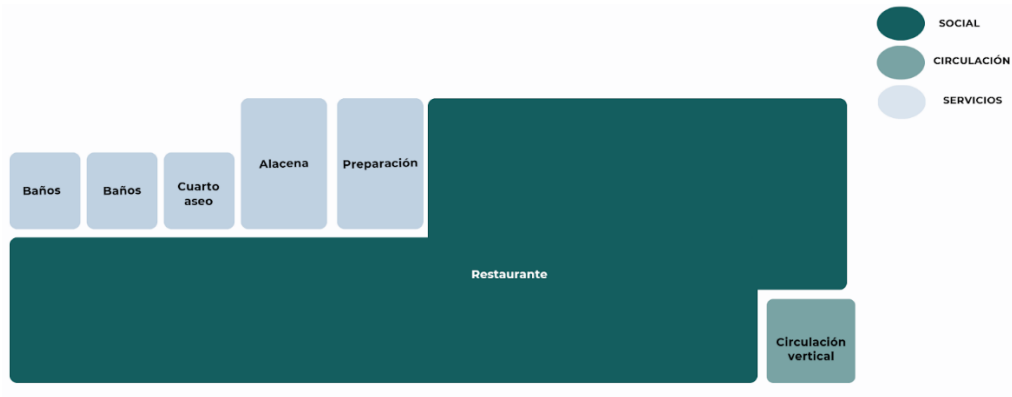
Nota. Elaboración propia

Piso 2

El tercer piso está conformado por un área de restaurante destinada a los usuarios, complementada con baños, cuartos de aseo y espacios para la preparación de alimentos. La planta integra circulaciones horizontales y verticales que aseguran accesibilidad, conectividad y un flujo adecuado dentro del nivel.

Figura 30

Organigrama segundo piso



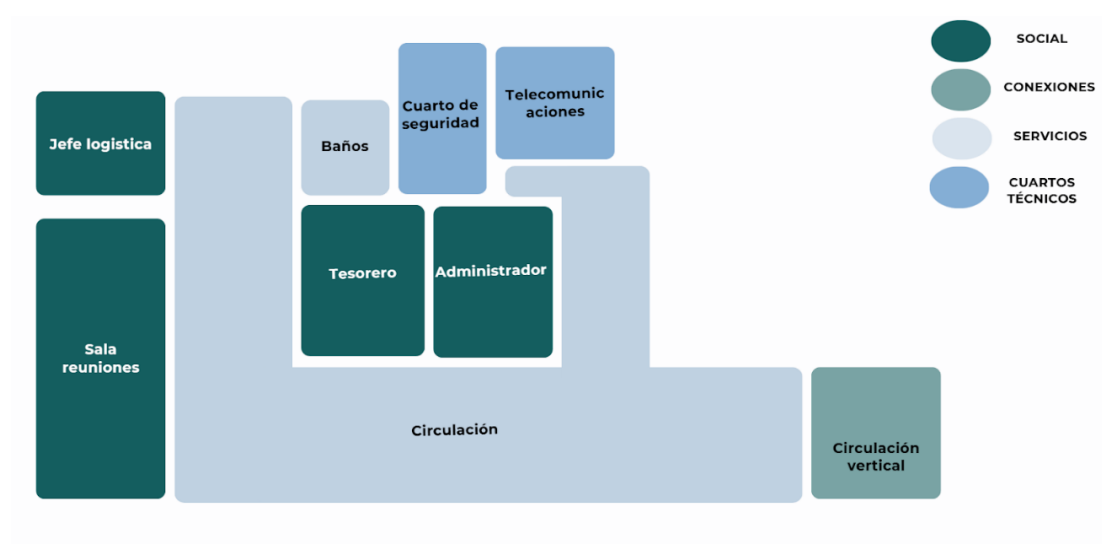
Nota. Elaboración propia

Piso 3

El cuarto piso se destina al área administrativa del complejo, conformada por las oficinas del jefe de logística, el administrador y el tesorero. En este nivel también se ubican el cuarto de seguridad y el de telecomunicaciones, además de un baño de uso exclusivo para el personal administrativo. La distribución incorpora circulaciones horizontales y verticales que garantizan accesibilidad y un funcionamiento eficiente.

Figura 31

Organigrama tercer piso



Nota. Elaboración propia

Perfil del usuario

El edificio administrativo La Colina está pensado para acoger a una diversidad de usuarios que convergen en torno a los equipamientos deportivos y recreativos de Guateque. Su diseño responde a las necesidades de quienes utilizan el estadio, la piscina municipal y el parque recreacional, ofreciendo espacios de apoyo, encuentro y gestión que fortalecen la vida comunitaria.

Usuarios deportivos y recreativos

Son quienes acuden para actividades físicas, entrenamientos o competencias. Para ellos, el edificio funciona como punto de apoyo logístico y de descanso. La cafetería y el restaurante ofrecen espacios de alimentación y socialización, mientras que la conexión directa con el parque recreacional amplía las posibilidades de esparcimiento y recuperación.

Usuarios comunitarios y visitantes

El edificio también recibe a familias, jóvenes y adultos que buscan espacios de encuentro cotidiano. La cafetería y el restaurante se convierten en lugares de interacción social, donde la comunidad puede reunirse antes o después de actividades recreativas. La implantación como puente hacia el parque recreacional refuerza su papel como espacio abierto y accesible, integrando la vida barrial con los equipamientos urbanos.

Usuarios institucionales y administrativos

La parte administrativa del edificio está destinada a la gestión y coordinación de los tres equipamientos cercanos: estadio, piscina y parque recreacional. Aquí confluyen funcionarios, entrenadores, organizadores de eventos y personal de apoyo. Para ellos, el edificio ofrece oficinas y espacios de trabajo que garantizan el control y la planificación de actividades, al tiempo que mantienen una relación directa con los espacios públicos y deportivos.

Usuarios ocasionales y externos

El edificio también acoge visitantes externos (turistas, delegaciones deportivas o grupos culturales) que encuentran en La Colina un punto de referencia y orientación. La visibilidad del edificio dentro del tejido urbano y su función de conexión con el parque recreacional lo convierten en un lugar de bienvenida y acceso a la oferta deportiva y cultural de Guateque.

Determinantes de implantación

Tejido urbano

Más que un objeto aislado, el edificio se concibe como parte activa del entorno. Su posición entre el estadio y la piscina municipal lo convierte en un nodo de encuentro y articulación de equipamientos. La escala del proyecto dialoga con las edificaciones de baja y media altura circundantes, respetando la identidad barrial y potenciando la cohesión social. La implantación busca fortalecer la vida comunitaria, ofreciendo espacios que inviten a la interacción y al reconocimiento mutuo.

Apertura y visibilidad

La transparencia no se entiende únicamente como un recurso material, sino como una estrategia de apertura hacia la comunidad. El edificio se plantea con fachadas permeables y espacios interiores que permiten la visibilidad y el control natural de las actividades. Esta condición refuerza la confianza ciudadana y convierte al edificio en un lugar accesible, donde la gestión pública se percibe cercana y abierta.

Confort ambiental y sostenibilidad

Las estrategias bioclimáticas se traducen en decisiones concretas de implantación: orientación que aprovecha la luz natural, ventilación cruzada que responde a la movilidad del aire en la ladera, y uso de vegetación circundante como regulador térmico. Estas medidas reducen la dependencia de sistemas artificiales y promueven un ambiente interior confortable, alineado con principios de sostenibilidad y respeto por el entorno.

Memoria de diseño Arquitectónica

Articulaciones

Se establecen los puntos principales de conexión del edificio administrativo:

Espacio público: Se genera una zona comercial en el edificio, considerando que comparte espacio con el estadio y la piscina. Esta área estaría conformada por un restaurante, locales comerciales, cafetería y una zona de recreación, con el fin de complementar la oferta de servicios y atender las demandas de los usuarios.

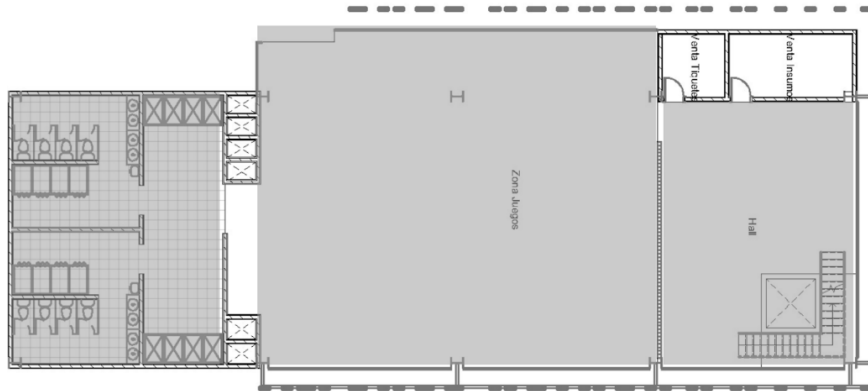
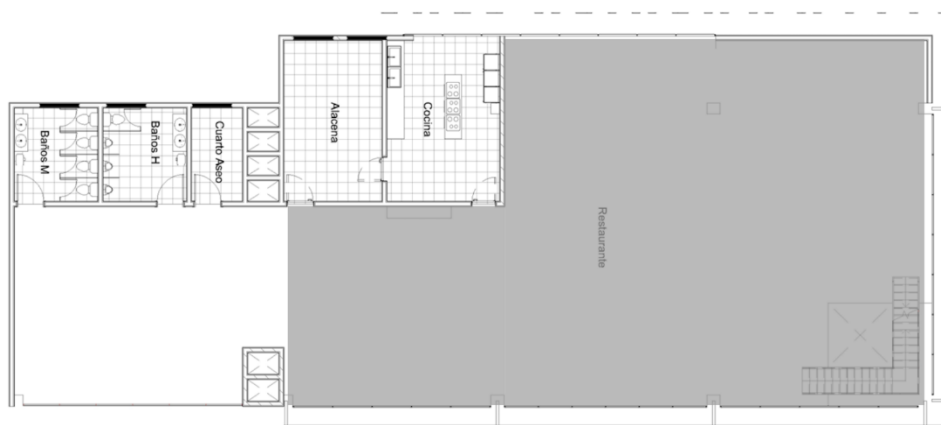
Piso -1

Figura 32

Articulación primer piso



Nota. Elaboración propia

Piso 1**Figura 33***Articulación primer piso**Nota. Elaboración propia***Piso 2****Figura 34***Articulación tercer piso**Nota. Elaboración propia*

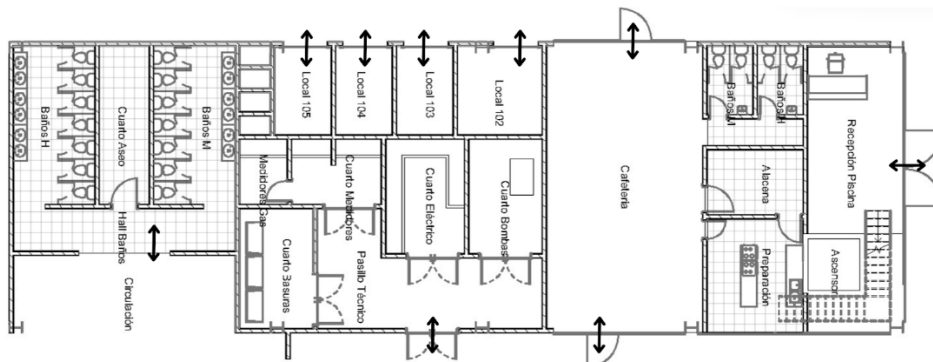
Articulación externa

Se definen puntos de control en las áreas de acceso público del edificio administrativo, los cuales permiten regular la entrada hacia las zonas sociales y comerciales. Estos accesos se localizan estratégicamente en el primer nivel, donde se encuentran la cafetería y los servicios sanitarios, así como en las escaleras principales, garantizando que la circulación pública que es el límite hasta el tercer nivel. A partir del cuarto piso, el ingreso queda restringido exclusivamente al área administrativa, destinada al uso privado del complejo.

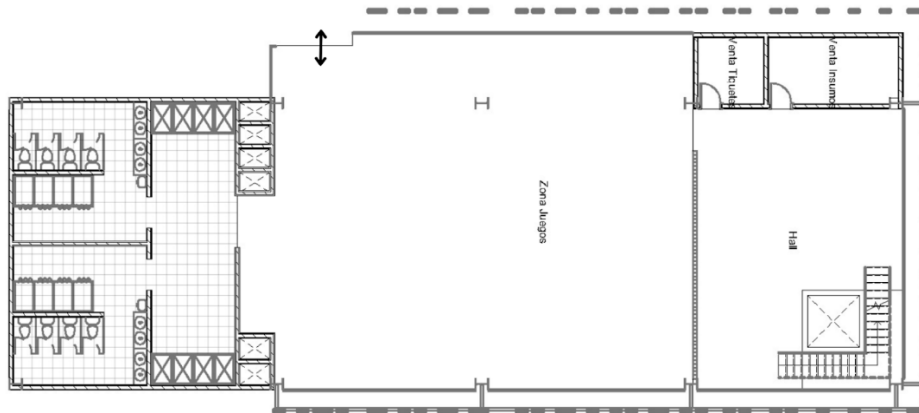
Piso -1

Figura 35

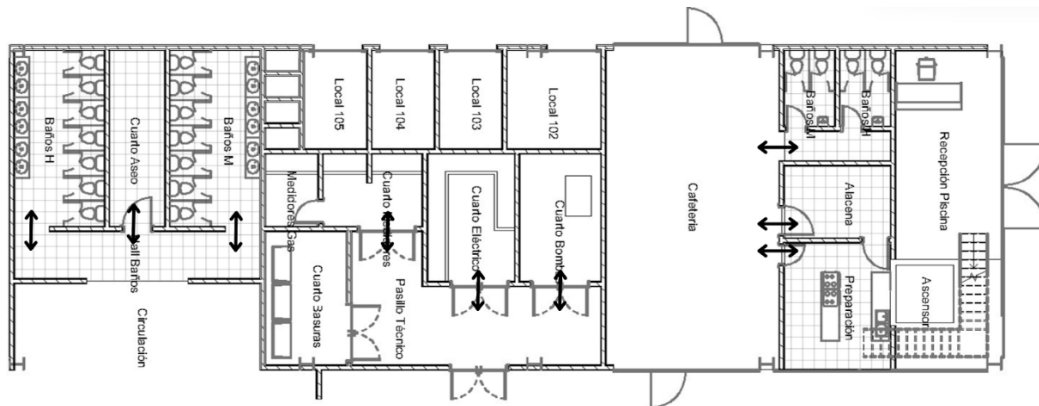
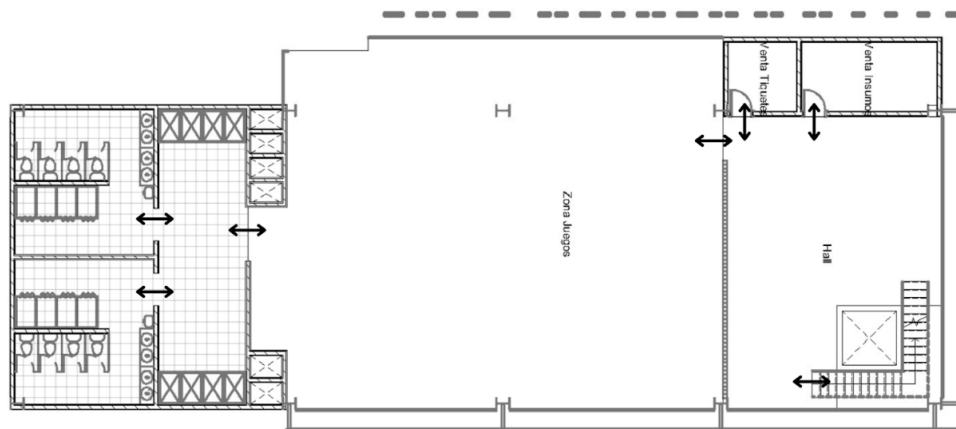
Conexiones externas

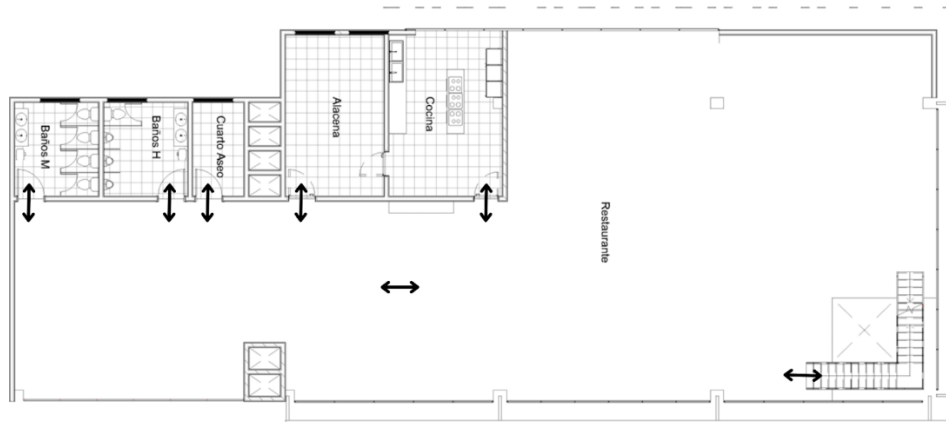
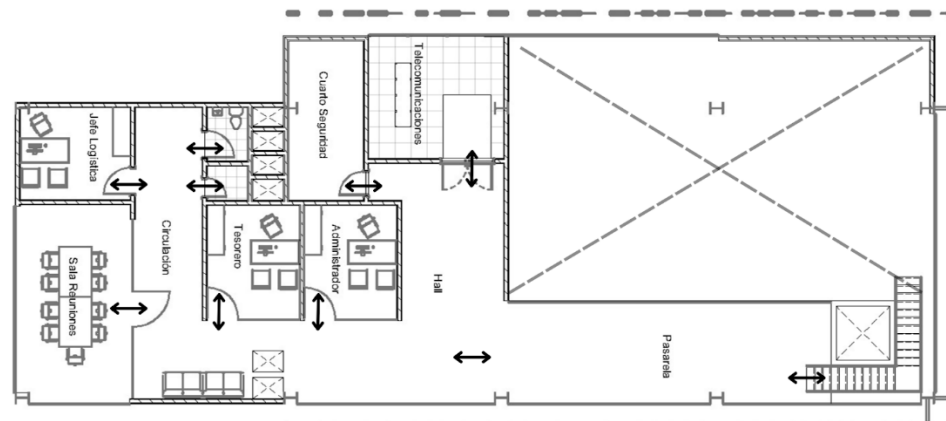


Nota. Elaboración propia

Piso 1**Figura 36***Conexión piscina**Nota.* Elaboración propia**Articulación interna**

El edificio se organiza principalmente en cuatro niveles, distribuidos según las necesidades del edificio administrativo y las actividades que en él se desarrollan. En el primer piso se localizan las áreas técnicas y de soporte que articulan directamente con los accesos de servicio y las zonas de mantenimiento, destinadas al funcionamiento y mantenimiento general de la edificación. El segundo nivel integra una zona de juegos y espacios comerciales, las cuales son necesarias para el uso público y la interacción social dentro del edificio. En el tercer piso se disponen las áreas gastronómicas y de restaurante vinculadas entre sí, diseñadas para brindar servicios de alimentación y esparcimiento. Finalmente, el cuarto nivel está destinado a la zona administrativa, de carácter netamente privado, donde se desarrollan las labores de gestión y coordinación del conjunto arquitectónico en la cual su punto de control es en las escaleras verticales.

Piso -1**Figura 37***Conexiones internas piso -1**Nota. Elaboración propia***Piso 1****Figura 38***Conexiones internas piso 1**Nota. Elaboración propia*

Piso 2**Figura 39***Conexiones internas piso 2**Nota. Elaboración propia***Piso 3****Figura 40***Conexiones internas piso 3**Nota. Elaboración propia*

Diseño

El diseño del edificio administrativo busca funcionar como un punto de conexión entre el estadio y la piscina, integrando espacios sociales como las circulaciones, la cafetería, los baños y las zonas de comercio, que complementan y apoyan el uso del complejo.

- ❖ **Zona administrativa:** Se crea un espacio administrativo para el complejo deportivo así mismo espacios para los visitantes en los cuales resaltan las zonas de permanencia áreas comerciales y zona recreativa.
- ❖ **Zona de permanencia:** Se establecen zonas de permanencia destinadas al uso y confort de los usuarios, conformadas por áreas de cafetería, restaurantes, servicios sanitarios, duchas y espacios de recreación, incluyendo las zonas de juegos. Estos espacios son claves para fortalecer la conexión entre estos dos equipamientos (estadio y piscina).
- ❖ **Áreas comerciales:** El área comercial se ubica dentro del edificio administrativo, aprovechando su conexión directa con la piscina y el estadio. Esta localización estratégica permite que los usuarios accedan a servicios de comercio sin necesidad de salir del complejo deportivo, facilitando la adquisición de snacks y otros productos en un punto centralizado y funcional.
- ❖ **Zona recreativa:** Se proyecta una zona de juegos infantiles dentro del edificio administrativo, como un espacio de recreación y esparcimiento destinado específicamente para los niños. Esta área se integra al programa arquitectónico con el propósito de complementar los servicios sociales del complejo, ofreciendo un lugar seguro, accesible y adecuado para el entretenimiento, que a su vez favorece la permanencia y comodidad de las familias usuarias.

Memoria compositiva

Ritmo

Este se ve en las fachadas en las cuales se quiso utilizar este concepto por medio de una piel. Esta piel no solo mejora el aspecto del diseño, sino que también ayuda a mantener un clima más agradable dentro del edificio, al permitir una mejor ventilación y control de la luz solar.

Figura 41

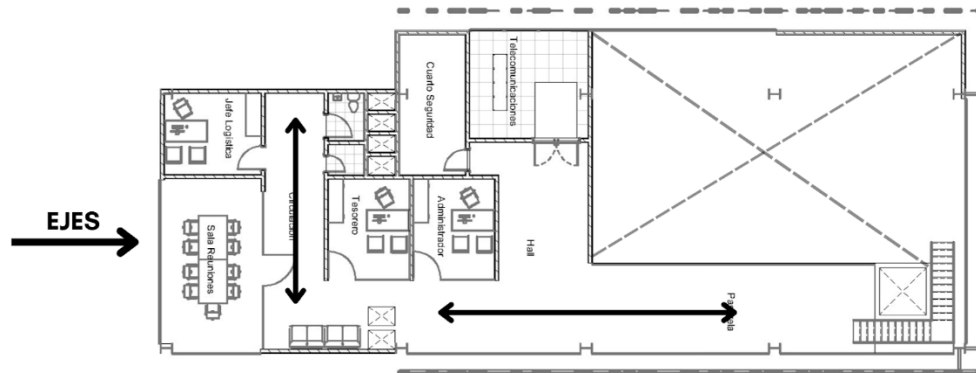
Ritmo en fachada



Nota. Elaboración propia

Ejes

Se generaron ejes principales a partir de los pasillos en cada piso, los cuales permiten una división adecuada de los espacios y facilitan la organización funcional del edificio. Estos ejes también contribuyen a establecer una jerarquía espacial clara, destacando las áreas principales y orientando el recorrido dentro de cada nivel.

Figura 42*Ejes como circulación**Nota.* Elaboración propia***Jerarquía***

Se establece como punto de jerarquía del proyecto el punto fijo, ya que este elemento define y marca la división entre las zonas privadas y las públicas, organizando de manera clara la articulación de los espacios dentro del edificio.

Figura 43*Jerarquía**Nota.* Elaboración propia

Programa arquitectónico y áreas***Áreas del edificio*****Tabla 5*****Áreas***

Descripción	Área
Piso -1	512.390 m2
Piso 1	450.894 m2
Piso 2	450.894 m2
Piso 3	276.939 m2

Nota. Elaboración propia

Programa arquitectónico

- ❖ **Baños:** Áreas sanitarias diferenciadas para hombres y mujeres, distribuidas en cada nivel del edificio, garantizando accesibilidad, higiene y comodidad para todos los usuarios.
- ❖ **Duchas:** Espacios complementarios a la piscina y actividades deportivas, destinados a la higiene personal y el confort de los usuarios.
- ❖ **Cuarto de aseo:** Ambiente técnico para almacenamiento de implementos de limpieza y manejo de residuos, asegurando el mantenimiento cotidiano del edificio.
- ❖ **Cafetería:** Espacio de consumo rápido y socialización, pensado para usuarios cotidianos y visitantes, con oferta ligera de bebidas y alimentos.
- ❖ **Restaurante:** Área de servicio gastronómico más amplio, con capacidad para atender grupos y familias, fortaleciendo la interacción comunitaria.

- ❖ **Cocina:** Zona técnica destinada a la preparación de alimentos, equipada para dar soporte tanto a la cafetería como al restaurante.
- ❖ **Preparación:** Espacio auxiliar de la cocina, dedicado a la organización y pre-elaboración de insumos antes del servicio.
- ❖ **Bodega:** Área de almacenamiento de alimentos, bebidas y utensilios, garantizando orden y control de inventarios.
- ❖ **Recepción:** Punto de acceso y orientación para los usuarios, donde se brinda información y control de ingreso.
- ❖ **Administrador:** Oficina destinada al responsable general de la gestión del edificio y coordinación de los equipamientos asociados.
- ❖ **Tesorero:** Espacio de trabajo para la gestión financiera y administrativa, con funciones de control de recursos económicos.
- ❖ **Jefe de logística:** Oficina para la planificación y coordinación de actividades, eventos y recursos materiales.
- ❖ **Sala de reuniones:** Ambiente destinado a encuentros institucionales, coordinación Inter equipamientos y toma de decisiones colectivas.
- ❖ **Locales comerciales:** Espacios destinados a pequeños negocios vinculados a la dinámica del edificio, que fortalecen la vida comunitaria.
- ❖ **Venta de tickets:** Punto de atención para la adquisición de entradas a la piscina.
- ❖ **Venta de insumos piscina:** Local especializado en la comercialización de artículos relacionados con la piscina (gorros, gafas, flotadores, etc.).
- ❖ **Zona de juegos:** Área recreativa para niños y jóvenes, pensada como complemento lúdico al parque y la piscina.

- ❖ **Cuarto de bombas hidráulicas:** Espacio técnico para el sistema de abastecimiento y presión de agua potable del edificio.
- ❖ **Cuarto de bombas PCI (Protección Contra Incendios):** Área destinada al sistema de seguridad hidráulica, con bombas y equipos para control de incendios.
- ❖ **Cuarto eléctrico:** Ambiente técnico para el control y distribución de energía eléctrica del edificio.
- ❖ **Cuarto de medidores:** Espacio para la instalación y lectura de medidores de servicios públicos (agua, luz, gas).
- ❖ **Cuarto de telecomunicaciones:** Área técnica para equipos de red, telefonía e internet, garantizando conectividad en todo el edificio.
- ❖ **Cuarto de seguridad:** Espacio destinado al monitoreo y control de sistemas de vigilancia, cámaras y alarmas, asegurando la protección de usuarios y bienes.

Implementación de metodología colaborativa BIM

La metodología BIM (Building Information Modeling) ha transformado radicalmente la forma en que se conciben, diseña, construyen y gestionan los proyectos arquitectónicos y de infraestructura. Más que una herramienta digital, BIM representa un enfoque colaborativo y normativo que permite la integración de información multidisciplinaria en modelos digitales inteligentes, facilitando la toma de decisiones, la eficiencia operativa y la trazabilidad durante todo el ciclo de vida de un activo construido (Eastman et al., 2011). La metodología BIM no debe entenderse únicamente como una herramienta de modelado tridimensional, sino como un sistema integral de gestión de información que articula procesos, personas y tecnologías en torno a un modelo digital colaborativo. Su verdadero valor radica en la capacidad de centralizar y estructurar datos relevantes para todas las fases del ciclo de vida del proyecto, desde la concepción hasta la operación y mantenimiento. En contraste, una aplicación deficiente ocurre cuando se limita el uso de BIM a la generación de modelos 3D sin planificación colaborativa, sin alineación normativa ni trazabilidad documental, lo que genera conflictos entre disciplinas, pérdida de información y sobre costos evitables.

En este contexto, la aplicación de la metodología BIM en el proyecto “Complejo Deportivo La Colina”, y más específicamente en el diseño del edificio administrativo, representa una oportunidad para demostrar cómo esta herramienta puede integrarse de manera estratégica en proyectos urbanos con impacto social. El edificio administrativo, como núcleo operativo del complejo, requiere una planificación rigurosa que articule espacios funcionales, sistemas técnicos y normativas locales. Esta propuesta busca aprovechar al máximo las capacidades de BIM para generar un modelo digital integral que no solo represente la geometría del edificio, sino que incorpore información técnica, costos y tiempo. Esta visión estratégica posiciona al edificio administrativo no sólo como un espacio funcional, sino como un activo inteligente.

Normativa, estándares, trabajo colaborativo e interoperabilidad

Norma ISO 19650

La ISO 19650 es una norma que establece lineamientos claros para manejar la información en proyectos que aplican la metodología BIM. Su función es asegurar que los datos digitales se generen, organicen y compartan de manera coherente y estructurada, permitiendo que todos los actores involucrados trabajen bajo un mismo esquema. Gracias a este marco, se facilita la coordinación y la trazabilidad de la información durante todo el ciclo de vida de un proyecto, desde la etapa de diseño inicial hasta la gestión y mantenimiento del activo construido. En este sentido, según la *ISO 19650* (2018):

Constituye el marco internacional más reconocido para la gestión de la información en proyectos de construcción e infraestructura que utilizan la metodología BIM (Building Information Modeling). Su propósito principal es estandarizar los procesos de generación, organización, intercambio y conservación de datos digitales durante todo el ciclo de vida de un activo construido, desde la fase de diseño hasta la operación y mantenimiento (ISO, 2018).

La serie ISO 19650 está compuesta por varias partes:

- **ISO 19650-1:** Define los conceptos y principios generales para la gestión de la información en proyectos BIM. Introduce el concepto de Entorno Común de Datos (CDE) como repositorio centralizado para toda la documentación del proyecto.
- **ISO 19650-2:** Establece los procesos específicos para la gestión de la información durante la fase de entrega del activo (diseño y construcción). Incluye elementos clave como los Requisitos de Información del Empleador (EIR) y el Plan de Ejecución BIM (BEP).

- **ISO 19650-3:** Aborda la gestión de la información durante la fase operativa del activo, incluyendo mantenimiento, renovación y eventual desmantelamiento.
- **ISO 19650-5:** Introduce requisitos de seguridad de la información, especialmente relevantes en proyectos públicos o de alta sensibilidad.

Sirve para establecer un marco común de gestión de la información en proyectos BIM, definiendo cómo se debe crear, organizar, compartir y mantener los datos digitales durante todo el ciclo de vida de una construcción; en otras palabras, garantiza que se trabaje con información clara, estructurada y confiable, lo que reduce errores, mejora la colaboración y asegura que el proyecto cumpla con estándares internacionales de calidad y eficiencia.

Resolución 0441 de 2020

Emitida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, establece los lineamientos para un plan piloto de expedición digital de licencias de construcción en modalidad de obra nueva. Su propósito central es modernizar los procesos de licenciamiento urbanístico mediante herramientas tecnológicas y plataformas electrónicas. Uno de los aportes más importantes de la norma es la posibilidad de incorporar voluntariamente la metodología BIM en la presentación de proyectos. Según la Resolución 0441 de 2020 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020).

Otro punto central es la inclusión de la Guía de Digitalización de Licencias de Construcción con metodología BIM como anexo técnico. Este documento orienta a los profesionales en la creación, gestión y entrega de modelos digitales estandarizados, asegurando coherencia y calidad en la información presentada.

Este sistema sirve para modernizar el proceso de licenciamiento urbanístico mediante la emisión digital de licencias de construcción. Esto no solo acelera los trámites, sino que también asegura la

transparencia y facilita el seguimiento de la información. Además, permite la integración de la metodología BIM en la presentación de proyectos, lo que mejora la coordinación técnica y ayuda a detectar errores de manera anticipada. Esto resulta especialmente beneficioso en proyectos de reconstrucción, ya que optimiza los recursos, mejora la comunicación entre los involucrados y garantiza que las obras se realicen de manera más eficiente y con tecnología de vanguardia.

Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida en BIM puede entenderse como el proceso completo de gestión de la información de un proyecto, que acompaña al activo desde su fase de diseño hasta las etapas finales de uso, mantenimiento y posible sustitución. Se trata de un enfoque que garantiza que los datos estén disponibles, organizados y actualizados en cada fase, permitiendo una coordinación eficiente entre todos los actores involucrados. Según la *ISO 19650* (2018):

El ciclo de vida en la metodología BIM se refiere a la administración integral de la información a lo largo de todas las fases de un activo, desde la planeación inicial, pasando por el diseño, la construcción, la operación y, finalmente, la demolición o renovación.

Para el edificio administrativo durante el diseño, permitirá que el equipo visualice de manera anticipada la distribución de espacios y las relaciones funcionales del edificio, garantizando que la propuesta arquitectónica responda a las necesidades administrativas de Guateque. En la fase constructiva, el modelo será una herramienta para coordinar disciplinas, planificar cronogramas y controlar costos, reduciendo riesgos de atrasos o sobrecostos. Una vez en operación, la información del modelo servirá como base para los planes de mantenimiento, permitiendo anticipar reparaciones y organizar recursos de manera más eficiente. Esto significa que el ciclo de vida BIM no se limitará a la obra, sino que acompañará al edificio en toda su existencia, asegurando su sostenibilidad y funcionalidad en el tiempo. Ver figura 44.

Figura 44*Diagrama de ciclo de vida*

Nota. Tomada de Koala Architecture and Engineering, mayo de 2020.

Sirve para entender y organizar todas las etapas por las que pasa el edificio desde la fase inicial de diseño hasta que se deja de usar; en otras palabras, es como una línea de tiempo que muestra cómo nace, se desarrolla, se utiliza, se mantiene y finalmente se reemplaza o se demuele, lo que permite planear mejor, anticipar necesidades y asegurar que cada fase aporte valor y sostenibilidad al resultado final.

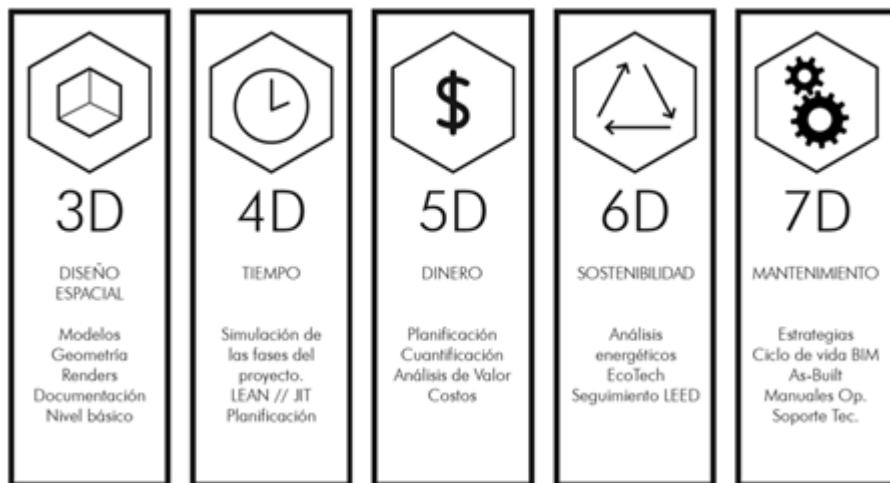
Dimensiones BIM

Las dimensiones BIM son niveles de información que se van sumando al modelo digital para enriquecerlo. Cada dimensión agrega un tipo específico de dato: primero la geometría del objeto, luego la programación de tiempos, después los costos, más adelante los criterios de sostenibilidad y, finalmente, la gestión del activo en su etapa de operación y mantenimiento. En conjunto, estas

dimensiones permiten que el modelo no sea solo una representación visual, sino una herramienta integral para planificar, construir y administrar un proyecto. Según Succar (2009), las dimensiones BIM representan la manera en que la información se incorpora progresivamente a los modelos digitales. Así, el 3D corresponde a la representación geométrica; el 4D añade la variable temporal para la planificación de obra; el 5D introduce la estimación de costos; el 6D integra aspectos de sostenibilidad y eficiencia energética; mientras que el 7D se orienta a la operación y mantenimiento del activo. Ver figura 45.

Figura 45

Dimensiones BIM



Nota. Tomada de Integrated Project Delivery, (s.f.)

Para este proyecto, las dimensiones BIM no se quedarán en la representación visual, sino que funcionarán como instrumentos de planificación, control y gestión administrativa. La dimensión 3D será clave para la coordinación arquitectónica, estructural y de instalaciones, asegurando que no haya interferencias en obra. La 4D permitirá planificar fases constructivas, generando simulaciones del cronograma que serán útiles tanto para el contratista como para la administración municipal al monitorear avances. La 5D integrará los costos en el modelo, ayudando a prever presupuestos y a tomar decisiones financieras más acertadas. En fases posteriores, las dimensiones 6D y 7D aportarán valor en

términos de sostenibilidad y operación: el edificio podrá gestionarse como un activo digital, con datos sobre consumos energéticos, mantenimientos programados y vida útil de sistemas constructivos.

Sirven para ampliar la forma en que se usa la información de un modelo digital, agregando capas de valor según las necesidades del proyecto, van desde lo básico (el 3D para visualizar la geometría) hasta mantenimiento (7D), lo que permite que el modelo no sea solo un dibujo en 3D, sino una herramienta integral que ayuda a planear, controlar y gestionar todo el ciclo de vida de la construcción.

EIR (Employer's Information Requirements)

El EIR es un documento clave dentro de la metodología BIM, pues concentra las necesidades de información del cliente y se convierte en la base contractual y técnica para guiar el desarrollo del proyecto (BSI, 2013). Dicho esto, es un documento que reúne de manera estructurada las expectativas y necesidades de información del cliente en un proyecto BIM. Funciona como una guía inicial que establece qué datos deben generarse, cómo deben organizarse y con qué nivel de detalle, convirtiéndose en una matriz de cumplimiento y técnica que orienta a todos los participantes del proyecto hacia un mismo objetivo.

En el caso del edificio administrativo La Colina, su importancia radica en que establece qué información se requiere, en qué formato debe entregarse y bajo qué niveles de detalle, garantizando así que todo el esfuerzo de modelado y coordinación responda a necesidades reales y no a supuestos de los diseñadores. La estructura del EIR está pensada para alinear expectativas: por un lado, delimita los requerimientos del cliente en términos de calidad, precisión y usabilidad de los modelos; y por otro, establece criterios que orientan al equipo de diseño y ejecución en la forma de producir y entregar esa información. Este documento, más que una lista de exigencias, funciona como un puente de comunicación clara entre el cliente y el equipo técnico, reduciendo la incertidumbre y fortaleciendo la transparencia. Ver figura 46.

Figura 46**Formato EIR**

EIR, Employer Information Requirements	
Técnico	
Objetivos del proyecto	Diseñar un edificio administrativo que responda a las necesidades espaciales y sociales del sector y refleje una identidad institucional clara
Objetivos de BIM en el proyecto	Integrar metodología BIM en el diseño del edificio administrativo para garantizar coordinación técnica entre especialidades y trazabilidad en todas las fases del proyecto
Usos y alcances BIM	Para arquitectura se requieren los usos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 16 y 17. Para estructura se requieren los usos 1, 2, 3, 6, 7, 14, 15, 16 y 17. Para instalaciones se requieren los usos 2, 6, 7, 14, 15, 16 y 17, dependiendo de la especialidad se agregaran mas usos.
LOD y LOI para cada especialidad y componente	Para arquitectura, los muros, cubiertas, cielorasos y pisos deben ir en un LOD 350 y LOI A, B, C, F y L. Para estructura, las columnas, cimientos, entresijos y vigas deben ir en un LOD 350 y LOI B, C, F y K. Para instalaciones, deben ir en un LOD 350 y LOI B, C, K y L.
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	Plataforma colaborativa (BIM360,UsBIM), Software de modelado (Revit Arquitectura, Estructura y MEP) y Software de Coordinación (Navisworks Manager)
Administrativo	
Estándares y normativas	ISO 19650, Resolución 0441
Roles y responsabilidades	Modelador BIM, Especialista BIM, Coordinador BIM y Manager BIM
Segregación de información	Por niveles y zonas
Plan de entregas	Semanal
Plan de calidad	Revisión semanal de modelos
Comercial	
Plataformas de entrega de la información	CDE, Sharepoint
Formatos de entrega	RVT, IFC y PDF

Nota. Elaboración propia

En el proyecto La Colina, contar con un EIR bien definido permitirá que los entregables digitales tengan valor en todas las etapas: desde apoyar la coordinación en diseño, hasta servir de base para la operación y mantenimiento del edificio. Así, el EIR asegura que el modelo BIM no sea un producto aislado, sino un recurso útil y estratégico para toda la vida útil del edificio.

BEP (BIM Execution Plan)

El BEP es el documento rector del proceso BIM, diseñado para establecer cómo se alcanzarán los objetivos planteados en el EIR (CIC, 2013). Detalla los procesos, responsabilidades, flujos de trabajo, herramientas y estándares que seguirán los equipos para cumplir con los requisitos de información definidos previamente. Su función principal es servir como guía práctica y coordinadora, asegurando que todos los participantes trabajen de manera alineada y eficiente en la producción, intercambio y gestión de los modelos digitales. Su importancia radica en que organiza la estrategia de trabajo colaborativo, definiendo roles, procesos, herramientas digitales, flujos de información y criterios de control de calidad.

En otras palabras, mientras que el EIR plantea el “qué se necesita”, el BEP responde con el “cómo se logrará”. La estructura del BEP, en el caso del edificio administrativo La Colina, no solo se limita a distribuir responsabilidades entre los diferentes equipos, sino que también fija mecanismos claros para la coordinación interdisciplinar y la validación continua de los modelos. Esto permitirá anticipar problemas constructivos, optimizar tiempos de entrega y mantener la coherencia de la información durante toda la ejecución del proyecto. Ver figura 47.

Figura 47

Requerimientos formato BEP

Requerimiento	Alcance
Usos BIM arquitectura	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 16, 17
Usos BIM estructura	1, 2, 3, 6, 7, 14, 15, 16, 17
Usos BIM instalaciones	2, 6, 7, 14, 15, 16, 17
LOD para arquitectura	350
LOD para estructura	350
LOD para instalaciones	350
LOI para arquitectura	Muros, cubiertas, cielorrasos y pisos deben ir en un LOI A, B, C, F y L.
LOI para estructura	Columnas, cimientos, entrepisos y vigas deben ir en un LOI B, C, F y K.
LOI para instalaciones	LOI B, C, K y L
Formatos de entrega	RVT, IFC y PDF

Nota. Elaboración propia

Gracias al BEP, el proyecto contará con un marco de referencia único y consensuado entre todas las partes, lo que reducirá los riesgos de errores de comunicación, sobrecostos y retrasos. Además, este documento facilita la integración de herramientas como la planificación 4D y la cuantificación 5D, garantizando que los modelos no sean solo representaciones visuales, sino instrumentos de gestión técnica y financiera.

Finalmente sirve para definir de manera clara qué información debe entregar cada actor del proyecto, en qué formato, con qué nivel de detalle y en qué momento, asegurando que los modelos BIM y documentos generados respondan exactamente a las necesidades del cliente y del equipo de gestión.

Roles BIM

Son las funciones y responsabilidades que asumen las personas o equipos dentro de un proyecto que utiliza esta metodología. Cada rol define qué tareas debe cumplir un actor específico en relación con la gestión, producción y coordinación de la información digital. La definición de roles dentro de un entorno BIM es esencial para garantizar la colaboración efectiva.

Sabiendo esto para el edificio administrativo "La Colina", esta distribución garantiza orden y eficiencia en el trabajo colaborativo. El modelador, será responsable de la creación y actualización de modelos 3D de arquitectura, instalaciones y estructura, seguido por el diseñador quien se enfocará en el desarrollo técnico de su especialidad dentro del entorno BIM. A continuación, está el coordinador BIM, tendrá la misión de detectar interferencias y consolidar los modelos de todas las disciplinas en un entorno común, asegurando que no existan conflictos constructivos. Finalmente, el BIM Manager asumirá la supervisión de todo el proceso, garantizando que se cumplan los lineamientos establecidos en el BEP y que los entregables sean consistentes con los requerimientos del cliente. Ver figura 48.

Este esquema asegura que los errores se detectan en fases tempranas y que cada disciplina trabaje con claridad en sus responsabilidades, favoreciendo el éxito global del proyecto.

Figura 48*Roles BIM*

Profesión	Rol BIM	Definición del Rol BIM
Modelador	Modelador BIM	Responsable de crear y actualizar modelos digitales 3D con información técnica
Arquitecto/Ingeniero	Especialista BIM	Profesional que desarrolla el diseño técnico de su especialidad dentro del entorno BIM
Arquitecto	Coordinar BIM	Supervisa la integración de modelos de distintas disciplinas, asegurando la coherencia
Arquitecto	Manager BIM	Coordinar el equipo multidisciplinario, garantizar el cumplimiento de los estándares definidos

Nota. Elaboración propia

Sirve para repartir claramente las responsabilidades de cada integrante del equipo, asegurando que todos sepan qué información deben producir, revisar o coordinar dentro del modelo digital; garantizan que el equipo colabore de manera ordenada, con tareas definidas y trazabilidad en cada entrega, lo que permite que el proyecto avance con eficiencia, calidad y coherencia desde el diseño hasta la operación.

Usos BIM

Usos BIM son los parámetros que se le dan a un modelo BIM dentro de un proyecto. Se refieren a las distintas formas en que la información digital puede aprovecharse para cumplir objetivos específicos, como diseñar, coordinar, planificar, construir, operar o mantener un activo. En otras palabras, es la base con la que el modelo BIM se convierte en una herramienta para mejorar procesos, reducir riesgos y facilitar la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida de la obra. Según Penn State (2010), los usos BIM son aplicaciones prácticas que se asignan a los modelos digitales para alcanzar objetivos concretos, tales como coordinación tridimensional, detección de interferencias, planificación de fases constructivas o revisión normativa. Su estructura consiste en una matriz que clasifica los usos

por especialidad y fase del proyecto, lo que permite priorizar aquellos que aportan más valor en cada etapa.

Para el edificio, los usos BIM tienen una importancia estratégica porque servirán para controlar tiempos, costos y calidad, garantizando que la obra se ejecute sin improvisaciones. Gracias a esta planificación, el equipo podrá reducir sobre costos, evitar retrasos y asegurar que los entregables digitales sean un insumo útil en construcción y operación. Inicialmente se realizará un levantamiento As-Built para documentar las condiciones previas del edificio existente, asegurando un diseño fiel a la realidad. Durante la fase de diseño, se contempla la estimación de cantidades y costos, se garantizará un uso eficiente de los recursos financieros, reduciendo desviaciones presupuestales. Asimismo, la validación normativa asegurará el cumplimiento de reglamentos constructivos y técnicos, evitando sanciones. La coordinación de instalaciones reducirá el riesgo de interferencias, especialmente entre especialidades MEP. Finalmente, la planificación en 4D permitirá coordinar cronogramas de obra, vital en proyectos institucionales que deben cumplir plazos estrictos. Durante la etapa operativa se contempla BIM para mantenimiento y gestión de activos. Estos usos BIM consolidan la visión de un proyecto eficiente y alineado con estándares internacionales. Ver figura 49.

Figura 49*Listado de usos BIM*

USOS BIM										
		ESPECIALIDADES								
		ARQ	EST	SAN	TUB	ELE	PCI	HVAC	CDE	VOD
1	Levantamiento de condiciones existentes (Modelamiento 'As-Built')	X	X							
2	Estimación de cantidades y costos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Planificación de fases (Modelado 4D)	X	X							
4	Análisis del cumplimiento del programa espacial con 3D (zonificación)	X								
5	Análisis de ubicación	X					X			
6	Diseño de especialidades	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Revisión del diseño ('Design review')	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Análisis estructural									
9	Análisis lumínico									
10	Análisis energético									
11	Análisis mecánico									
12	Otros análisis de ingeniería									
13	Evaluación de Sostenibilidad (BIM 6D)									
14	Validación normativa	X	X				X			
15	Coordinación 3D (Detección de interferencias)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Planificación de obra	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	Diseño de sistemas constructivos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	Fabricación digital									
19	Control de obra									
20	Modelación As-Built (Record Modelling)									
21	Programación del Mantenimiento (BIM 7D)									
22	Análisis del sistema de edificación									
23	Gestión de activos (BIM 7D)									
24	Gestión y seguimiento de espacios									
25	Planificación y gestión de emergencias									

Nota. Elaboración propia

Sirven para definir de manera práctica para qué se va a aplicar la metodología BIM dentro del proceso constructivo; permiten que el modelo no sea solo un dibujo en 3D, sino una herramienta estratégica que responde a necesidades concretas del proyecto y asegura que la información generada tenga un propósito claro y útil.

CDE (Common Data Environment)

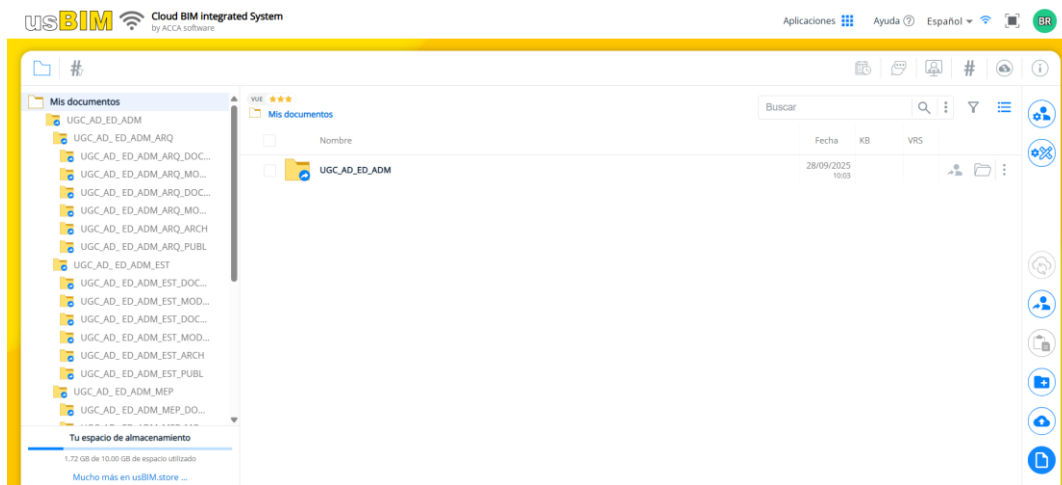
El CDE es el entorno común de datos, una plataforma digital que centraliza la información del proyecto y facilita su acceso, trazabilidad y control. Según la ISO 19650 (2018). Dicho en otras palabras, es el espacio digital centralizado donde se almacena, organiza y gestiona toda la información de un proyecto. Funciona como una plataforma única que permite que los diferentes equipos y disciplinas

trabajen con datos actualizados y confiables. En este entorno común se concentran documentos, modelos y comunicaciones, organizados en carpetas, lo que facilita la colaboración, la trazabilidad y la transparencia durante todas las fases del ciclo de vida del activo.

Para el proyecto. Allí se almacenarán planos, modelos en formato RVT e IFC, de manera estructurada y accesible. Cada disciplina tendrá carpetas específicas con permisos definidos, evitando confusión o pérdidas de información. Con la implementación de plataformas como BIM 360 para gestión colaborativa y para almacenamiento, se logrará trabajar sobre la misma versión de la información, con un registro claro de quién subió, revisó o aprobó cada documento. Esto permitirá un flujo de trabajo más transparente y reducirá los tiempos de búsqueda y validación. En la práctica, cada revisión de diseño, actualización de modelo o corrección quedará registrada en el CDE, asegurando trazabilidad y confiabilidad en los entregables. Ver figura 50.

Figura 50

Orden carpetas CDE



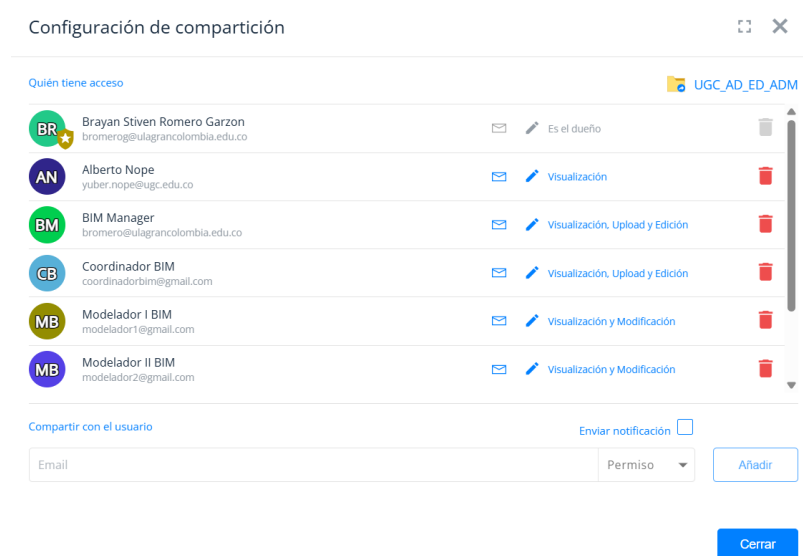
Nota. Elaboración propia

Para iniciar se accede a UsBIM de la compañía ACCA, donde se iniciará sesión, a continuación, se procede a generar la carpeta principal que almacenará todas las subcarpetas, con la opción “Nuevo documento” genera una ventana donde se dará nombre al proyecto. Paso seguido dentro de la carpeta

principal se repite este proceso para generar las subcarpetas con las disciplinas. Y dentro de estas se crean unas subcarpetas para contener la información. Estas subcarpetas responden a una estructura dada en el BEP. Así se puede evidenciar en la figura 51, y para finalizar se procede a dar permisos, donde desde la carpeta principal generaremos esto. Desde la opción compartir permite dar permisos a cada usuario y basados en el rol se dará ciertos permisos o limitaciones.

Figura 51

Permisos usuarios



Nota. Elaboración propia

Sirve como un espacio único y centralizado donde se guarda, organiza y comparte toda la información digital del proyecto, desde planos y modelos hasta documentos técnicos y reportes; en otras palabras, es como una “biblioteca digital” que evita que cada actor trabaje con versiones distintas o desordenadas, asegurando que todos accedan a la misma información actualizada. El fin de esto es lograr coordinación, transparencia y eficiencia, reduciendo errores, mejorando la comunicación entre equipos y garantizando que las decisiones se tomen con datos confiables durante todo el ciclo de vida del edificio.

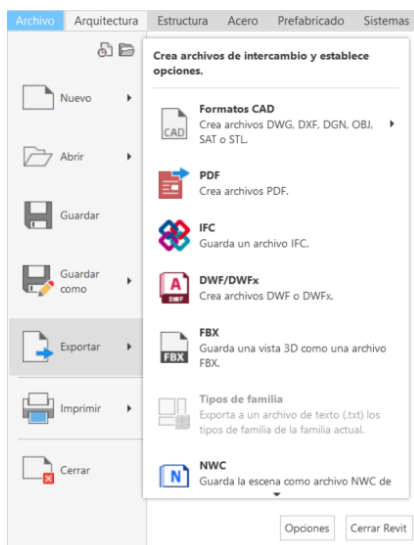
IFC (Industry Foundation Classes)

El IFC (Industry Foundation Classes) es un formato abierto que asegura la interoperabilidad entre distintas plataformas BIM, permitiendo que los modelos creados en un software puedan ser leídos y gestionados en otro (buildingSMART, 2020). Dicho de otra forma, es un formato abierto que facilita la colaboración entre equipos, asegurando que la información del modelo sea accesible; además, permite intercambiar información entre distintos programas y plataformas que trabajan con modelos BIM. Su objetivo es garantizar que los datos de un proyecto puedan compartirse y entenderse sin importar el software utilizado. En el proyecto, el IFC funcionará como puente de interoperabilidad entre disciplinas.

Para iniciar con este proceso se deberá realizar desde el modelo de Revit, una vez finalizado la etapa de modelado se procede a esta parte del proceso de BIM, desde la pestaña “Inicio” despliega una variedad de herramientas entre estas esta “Exportar” donde está la opción de IFC, una vez seleccionada abre una ventana para darle la ruta a guardar y asignarle un nombre. Así mismo una configuración y se da aceptar y exporta el archivo de intercambio. Ver figura 52.

Figura 52

Herramienta exportar



Nota. Elaboración propia

Una vez se tiene el archivo de intercambio se procede a subir al CDE en este caso a UsBIM en su carpeta correspondiente, dentro de la plataforma esta la opción de cargar o solo se arrastra desde documentos, y se carga en la ruta asignada. Una vez finalizada el cargue del archivo la plataforma permite visualizar el modelo y así mismo sus propiedades. Ver figura 53.

Figura 53

Visualización IFC



Nota. Elaboración propia

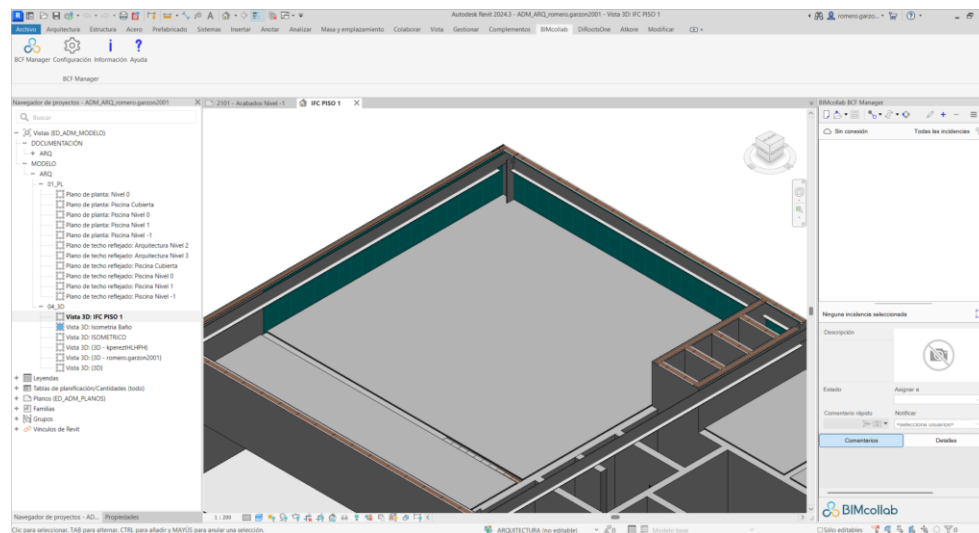
La coordinación general se hará en Navisworks gracias a la exportación a IFC. Esto permitirá integrar en un solo modelo los aportes de todas las áreas y realizar procesos de revisión de interferencias, planificación y cuantificación.

Sirve para que los modelos BIM puedan ser compartidos y entendidos entre diferentes programas y actores del proyecto sin perder información; traduce los datos del modelo digital y en softwares distintos puedan leerlos y trabajar con ellos de manera coherente. Su fin es garantizar la interoperabilidad, es decir, que la información fluya sin barreras técnicas y que el proyecto se mantenga consistente, aunque se usen herramientas diferentes.

BCF (BIM Collaboration Format)

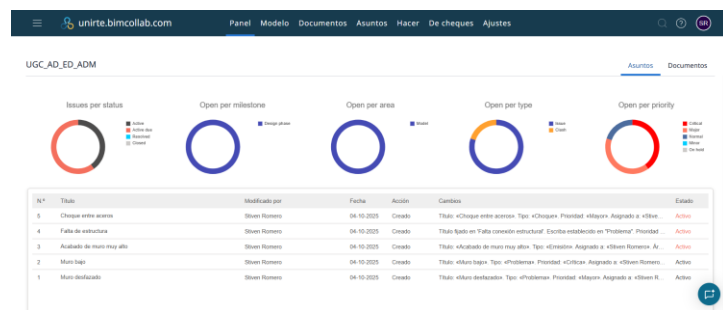
El BCF es un formato de colaboración que permite intercambiar observaciones y registrar incidencias dentro de un modelo BIM, incluyendo comentarios, capturas de pantalla y coordenadas exactas en el modelo (buildingSMART, 2020). Dicho de otra manera, es un formato abierto que se utiliza para comunicar y gestionar incidencias dentro de un proyecto BIM. Permite que los equipos compartan observaciones, comentarios y problemas directamente vinculados al modelo digital, incluyendo vistas específicas y responsables de cada tarea. De esta manera, el BCF facilita la coordinación entre disciplinas, asegura que la información sea clara y accesible, y ayuda a dar seguimiento a los conflictos hasta su resolución. El BCF será la herramienta de comunicación técnica para resolver interferencias y problemas detectados en el modelo.

Para iniciar este proceso se debe contar con el plugin de BCF Manager en Revit el cual permitirá hacer este proceso de detección de interferencias o inconsistencias. Desde la pestaña de BIMCollab estará la herramienta BCF Manager, al seleccionarlo abre una ventana de propiedades. En esta ventana permite ir llevando el registro de las colisiones o inconsistencias encontradas, desde la herramienta agregar genera una imagen del problema encontrado y así mismo dar un comentario de lo encontrado, el estado en que se encuentra y asignárselo a alguien. Y finalmente se le da sincronizar para que lo cargue a la plataforma de BIMCollab, para tener allí el registro. Ver figura 54.

Figura 54*Interfaz Revit BIMCollab*

Nota. Elaboración propia

Desde la plataforma se encuentra una carpeta con el proyecto que se creó previamente, y ahí se encuentra todo el registro hecho desde Revit. Por medio de esta se lleva el control de estas actividades si se resuelven o no y así mismo la informas suministrada desde de Revit como lo es quien es responsable, estado, nivel de prioridad y registro fotográfico. Ver figura 55.

Figura 55*Plataforma BIMCollab panel*

Nota. Elaboración propia

Figura 56*Plataforma BIMCollab asuntos*

Interferencia	Nº	Título	Asignado a	Área	Fase	Fecha inicio	Disciplina	Prioridad	Tipo	Estado
	1	Muro dedicado	Steven Romero	Modelo	Fase de diseño	30-11-2025	Arquitectura	Importante	Asunto	Activo
	2	Muro lago	Steven Romero	Modelo	Fase de diseño	30-11-2025	Arquitectura	Crítico	Asunto	Activo
	3	Aislado de muro muy alto	Steven Romero	Modelo	Fase de diseño	30-11-2025	Arquitectura	Normal	Asunto	Activo
	4	Falla de estructura	Steven Romero	Modelo	Fase de diseño	30-11-2025	Estructura	Crítico	Asunto	Activo
	5	Cheque entre aguas	Steven Romero	Modelo	Fase de diseño	30-11-2025	Estructura	Importante	Cheque	Activo

Nota. Elaboración propia

Siguiendo esta metodología, si en la coordinación se detecta una interfiere, el coordinador podrá generar un archivo BCF con una captura de la incidencia, una breve descripción del problema y la ubicación dentro del modelo. Este archivo se compartirá con el responsable, quien podrá abrirlo directamente en Revit y corregir la interferencia sin necesidad de revisar todo el modelo. Así, cada incidencia quedará documentada, con trazabilidad sobre quién la detectó, cuándo se corrigió y qué decisión se tomó. Esto reducirá significativamente los tiempos de revisión y asegurará que el modelo final refleje fielmente la coordinación entre disciplinas. En términos de gestión, el BCF permitirá que cada reunión de coordinación deje un registro técnico que respalde las decisiones del equipo.

Sirve para comunicar y registrar comentarios, observaciones o problemas directamente vinculados al modelo BIM sin necesidad de modificar el archivo completo; se pega sobre el modelo para señalar un error, sugerir un cambio o aclarar una duda, incluyendo capturas, coordenadas y notas que cualquier miembro del equipo puede revisar.

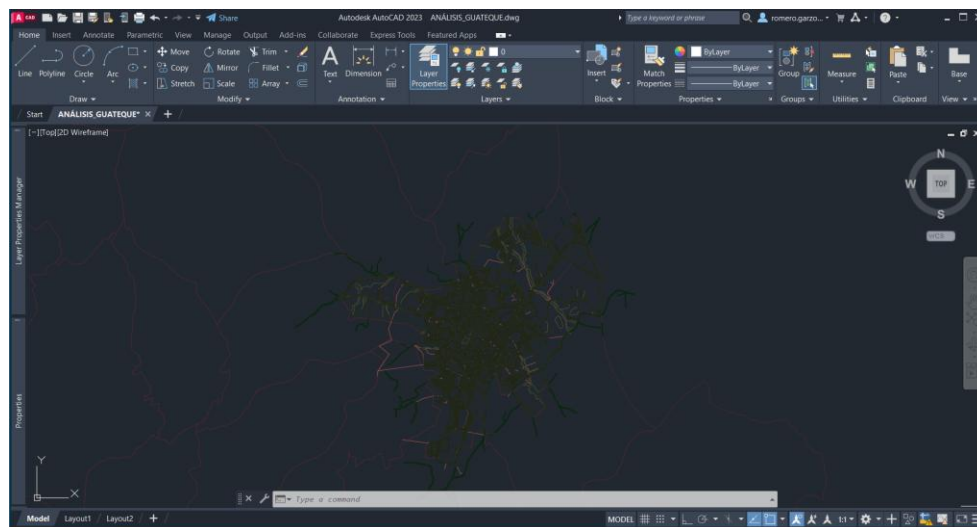
Modelado del edificio

Topografía y contexto

El proceso de modelado urbano en Revit comienza con la obtención del plano topográfico en formato DWG, extraído directamente del PBOT del municipio de Guateque, Boyacá. Este archivo contiene la información territorial general, por lo que se realiza una depuración previa en AutoCAD con el fin de aislar únicamente el lote de intervención. Durante esta etapa, se eliminan elementos innecesarios, se ajustan las capas y se verifica la correcta georreferenciación, asegurando que el archivo esté listo para ser vinculado a Revit con precisión y sin interferencias. Ver figura 57.

Figura 57

AutoCAD PBOT Municipio Guateque



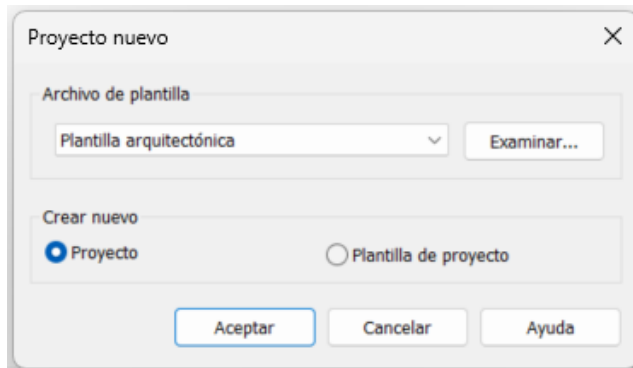
Nota. Elaboración propia

Una vez depurado el archivo DWG, se inicia el proyecto en Revit mediante la apertura de una plantilla arquitectónica, seleccionada por su adecuación a los requerimientos del proyecto. Esta plantilla incluye elementos y familias base que permiten iniciar el diseño sin necesidad de crear nuevos

componentes. Además, define las unidades, estilos de vista y estándares técnicos, estableciendo un entorno de trabajo coherente con la normativa vigente.

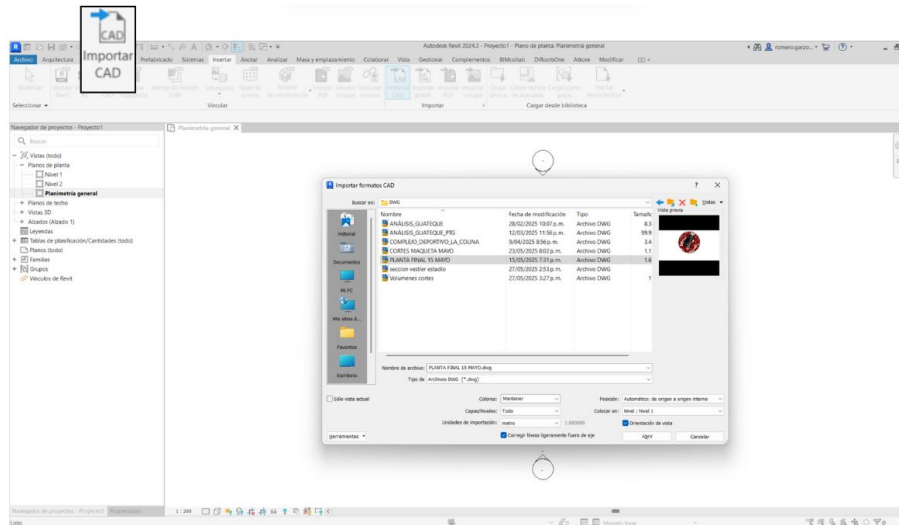
Figura 58

Ventana plantilla Revit



Nota. Elaboración propia

Desde una vista de emplazamiento, se procede a vincular el archivo CAD utilizando la herramienta “Vincular CAD” ubicada en la pestaña “Insertar”. Al seleccionar el archivo, se configuran correctamente las unidades métricas y se establece el método de ubicación como “Automático: De origen a origen interno”. Finalmente, se confirma la vinculación con la opción “Abrir”. Con el archivo vinculado, se genera el terreno mediante la herramienta “Sólido topográfico”, disponible en la pestaña “Masa y emplazamiento”. Se selecciona la opción “Crear desde importación” y se elige el ejemplar DWG vinculado, activando únicamente las capas que contienen curvas de nivel. Revit interpreta automáticamente los puntos de elevación y construye el sólido topográfico, el cual puede ser editado posteriormente para ajustes de precisión o compatibilidad con elementos urbanos. Ver figura 59.

Figura 59*Importar DWG en modelo*

Nota. Elaboración propia

Una vez configurado el entorno, se realiza el ajuste de niveles, etapa especialmente relevante debido a la inclinación del terreno. Dado que el lote presenta variaciones topográficas, se establece un juego de niveles que responde a las cotas reales, permitiendo levantar con precisión los espacios existentes. Con la topografía definida, se procede al modelado de vías y andenes mediante el uso de plataformas de construcción, herramienta que permite delimitar zonas específicas dentro del terreno con materiales, pendientes y espesores definidos. Estas plataformas se dibujan directamente sobre el sólido topográfico desde la pestaña “Masa y emplazamiento”, siguiendo la geometría del DWG vinculado. Según las necesidades del diseño, se asigna una pendiente o se genera una plataforma recta.

Finalmente, se modelan las masas de edificaciones vecinas mediante la herramienta “Masa in situ”. Siguiendo los contornos de las construcciones circundantes en planta, tomando como referencia el plano del PBOT del municipio de Guateque. Posteriormente, se extruyen los volúmenes según alturas estimadas o conforme a las normativas locales vigentes. Estas masas permiten realizar análisis de

contexto urbano, incluyendo estudios visuales, proyecciones de sombra y relaciones volumétricas, lo que aporta una dimensión estratégica al desarrollo arquitectónico del proyecto. Como resultado, se obtiene un modelo BIM integral que articula el terreno, la infraestructura proyectada y el entorno construido, quedando listo para ser documentado, analizado y coordinado interdisciplinariamente.

Estructura

Un modelo estructural puede definirse como una representación simplificada de una estructura física que permite analizar su comportamiento frente a cargas, materiales y condiciones de diseño. Este tipo de modelo abstrae la geometría y las propiedades esenciales de los elementos constructivos para estudiar aspectos como la estabilidad, la resistencia y la flexibilidad. En palabras de Ingeniería Civil, “un modelo estructural es una representación simplificada de la estructura de un sistema u objeto, que se utiliza para analizar su comportamiento. Puede ser utilizado para estudiar la estabilidad, resistencia, flexibilidad, entre otros aspectos” (Ingeniería Civil, s.f.). De esta manera, el modelo estructural se convierte en una herramienta fundamental para comprender y anticipar el desempeño de las edificaciones antes de su construcción.

En la etapa de diseño estructural, se inicia el proceso desde la interfaz de inicio de Revit, creando un modelo nuevo con la plantilla estructural. Esta plantilla contiene elementos gráficos específicos para la especialidad, como columnas, pilares, vigas, losas y armaduras, lo que facilita el modelado técnico desde el comienzo. Una vez dentro del entorno de trabajo, se procede a la configuración de unidades y niveles. Mediante el atajo “UN”, se accede a las propiedades de medida y se verifica que el proyecto esté configurado en unidades métricas. En caso contrario, se realiza el ajuste correspondiente y se aceptan los cambios. A continuación, se vincula el modelo arquitectónico para establecer una referencia espacial clara dentro del edificio. Desde la pestaña “Insertar”, se utiliza la herramienta “Vincular Revit”, lo que abre una ventana de exploración de documentos. Se selecciona el archivo arquitectónico y, dentro de la configuración de vinculación, se establece la opción de posición

“Origen de centro a centro interno”. Luego se confirma la acción y se cierra la ventana. Finalizado este paso, se continúa con la configuración de niveles. Por defecto, Revit proporciona dos niveles base; sin embargo, se accede a una vista de alzado y, desde la pestaña “Arquitectura”, se utiliza la herramienta “Nivel” para agregar los niveles adicionales. Las alturas entre niveles se establecen en 4.5 metros, considerando las necesidades técnicas del proyecto. Ver figura 60.

Figura 60

Interfaz configuración unidades

Unidades	Formato
Ángulo	12.35°
Área	1235 m ²
Coste por área	1235 [\$ /m ²]
Distancia	1235 [cm]
Longitud	1234.568 [m]
Densidad de masa	1234.57 kg/m ³
Ángulo de rotación	12.35°
Pendiente	12.35°
Velocidad	1234.6 km/h
Duración	1234.6 s
Volumen	1234.57 m ³
Divisa	1234.57

Símbolo decimal/agrupación de cifras:
 123,456,789.00

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. Elaboración propia

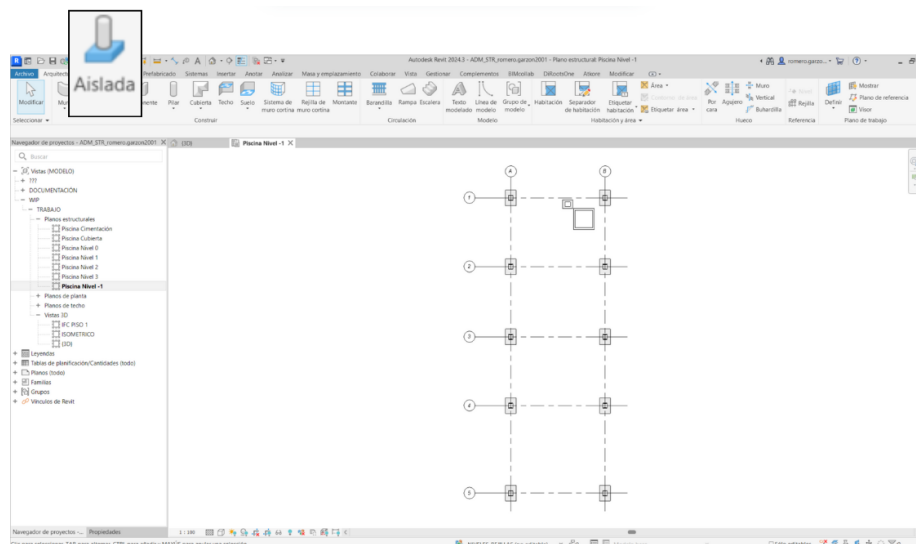
Con los niveles definidos, se procede al trazado de ejes estructurales. Desde una vista en planta, se accede a la pestaña “Arquitectura” y se utiliza la herramienta “Rejilla” para dibujar los ejes en sentido vertical y horizontal, asignando su respectiva nomenclatura para facilitar la organización y coordinación

del modelo estructural. A continuación, se desarrolla el diseño de la cimentación. Desde la pestaña “Estructura” y mediante la herramienta “Pilar”, se accede al panel de propiedades para seleccionar el tipo de columna y definir sus dimensiones. En este caso, se crea una nueva columna con medidas de 50 cm × 40 cm. La ubicación de estos elementos se realiza utilizando la opción “En rejillas” desde la pestaña “Modificar”, lo que permite que los pilares queden vinculados a los ejes estructurales y se desplacen junto con ellos. Se posicionan los pilares tocando los cruces de ejes, y una vez ubicados, se asigna la profundidad correspondiente. Dado que la cimentación es de tipo semiprofunda, se establece una profundidad de 1 metro.

Para finalizar esta etapa, se ubican las zapatas aisladas. Desde la pestaña “Estructura”, en la sección “Cimentación”, se utiliza la herramienta “Aislada”. Al no estar cargadas las familias necesarias, se activa el mensaje de carga y se acepta. Se localiza la carpeta correspondiente y se incorpora la familia al proyecto. Una vez cargada, se asignan las dimensiones de 1.50 m × 1.50 m × 0.50 m y se aplican directamente sobre los pilares previamente posicionados. Ver figura 61.

Figura 61

Herramienta aislada

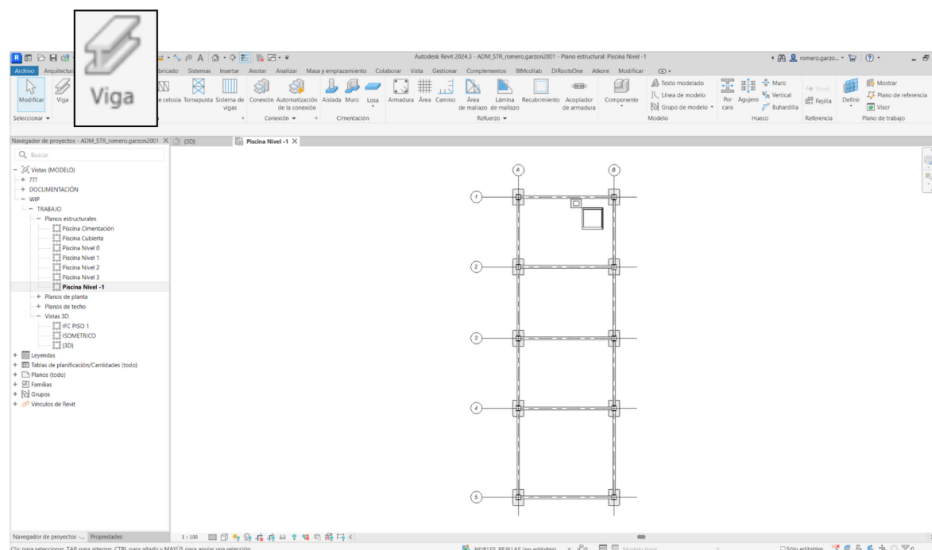


Nota. Elaboración propia

Además, se diseñan las vigas de amarre. Desde la pestaña “Estructura” y utilizando la herramienta “Viga”, se procede a cargar las familias de vigas en concreto desde la biblioteca de Revit. Se selecciona el tipo de viga a implementar y se repite el proceso de carga. Desde el panel de propiedades, se elige la viga con dimensiones de 0.30 m × 0.30 m. Además, se ajusta el parámetro de nivel y elevación, ubicando la viga por debajo del nivel de referencia, considerando el grosor de la placa. Finalmente, se realiza el trazado de la viga entre columnas, completando así el sistema de cimentación.

Figura 62

Herramienta viga



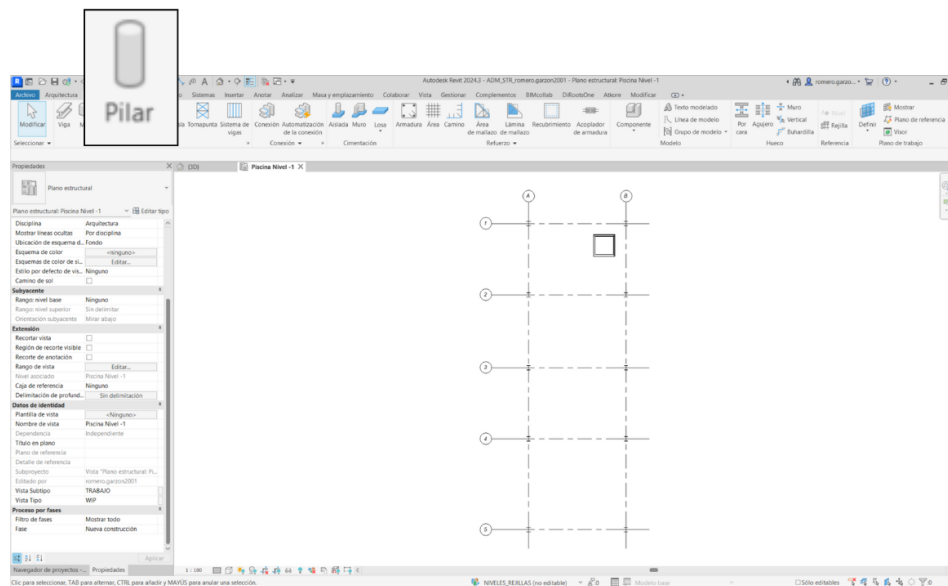
Nota. Elaboración propia

Para concluir la etapa de diseño estructural, se procede a insertar las columnas metálicas. Desde la pestaña “Estructura” y mediante la herramienta “Pilar estructural”, se accede al panel de propiedades para seleccionar el tipo de columna y definir sus dimensiones. En este caso, se utilizan columnas metálicas de 0.40 m × 0.40 m. Se asigna el nivel de referencia y el punto de finalización del elemento. La ubicación de las columnas se realiza con la opción “En rejillas” desde la pestaña “Modificar”, lo que permite que queden vinculadas a los ejes estructurales. Una vez posicionadas, se finaliza el proceso. Este procedimiento se repite para los demás pisos, asegurando la continuidad y coherencia de la estructura

del edificio. A continuación, se modelan las losas de entrepiso. Desde la pestaña “Estructura” y utilizando la herramienta “Losa”, se selecciona el tipo de losa estructural desde el panel de propiedades y se asigna el nivel de referencia correspondiente. Se dibuja el contorno de la losa y, al finalizar, se confirma la edición desde la pestaña “Modificar” con la opción “Aceptar”.

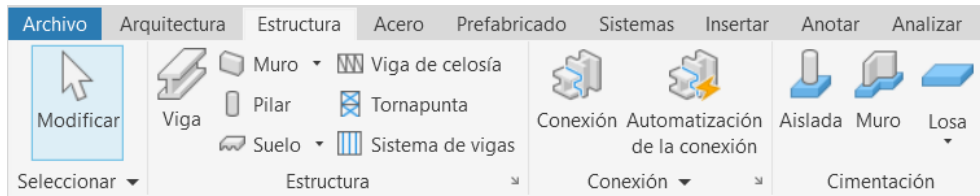
Figura 63

Herramienta pilar



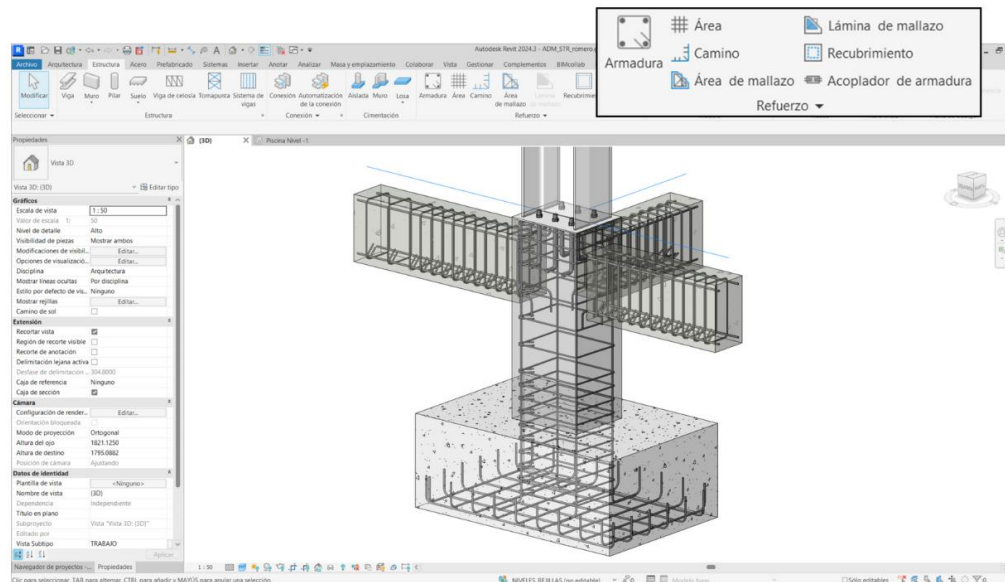
Nota. Elaboración propia

Para este proyecto, se emplea una placa aligerada en Steel Deck, por lo que se requiere incorporar las láminas metálicas adicionales. Estas se cargan desde la biblioteca personal mediante la pestaña “Insertar” y la herramienta “Cargar familia”. Una vez incorporadas, se accede a la pestaña “Arquitectura” y se utiliza la herramienta “Componente” para aplicar el elemento sobre la losa. El sistema solicita un plano de referencia, por lo que se selecciona la losa estructural y se ubica la lámina sobre ella. Finalmente, se ajustan las láminas al largo de la losa, completando así el modelado de la losa estructural. Este proceso se repite en los niveles restantes, garantizando uniformidad en el sistema de entrepisos.

Figura 64*Pestaña estructura*

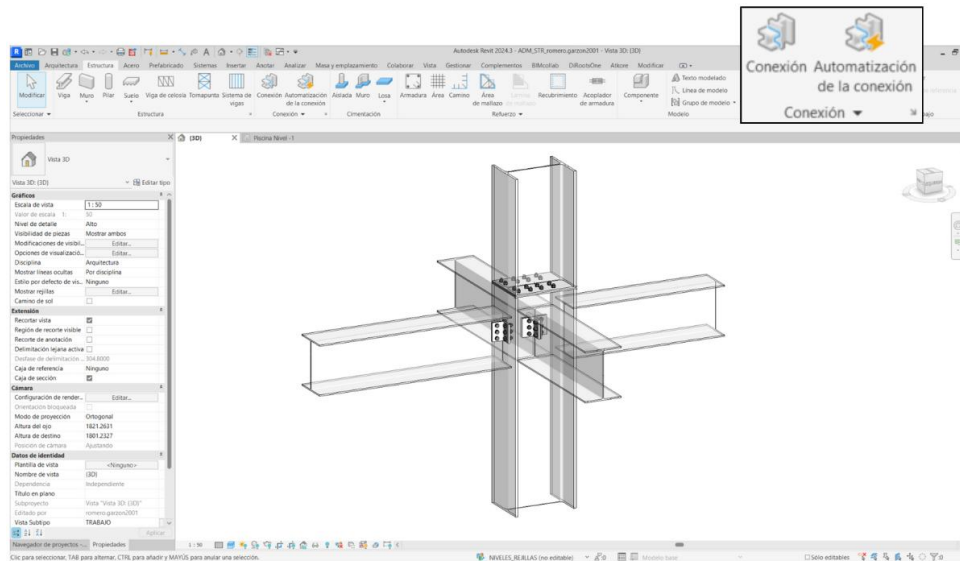
Nota. Elaboración propia

Para finalizar la etapa de diseño estructural, se procede a incorporar las armaduras de refuerzo y las uniones estructurales en el modelo. Desde la pestaña “Estructura”, en la sección “Refuerzo”, se utiliza la herramienta “Armadura” para aplicar el tipo de refuerzo correspondiente. En el caso de las zapatas, se selecciona acero en forma de U, ajustando los diámetros y dimensiones según los requerimientos técnicos. Este proceso se realiza desde dos caras opuestas para formar una malla de refuerzo dentro de las zapatas. Una vez completado el trazado, se finaliza la edición desde la pestaña “Modificar” con la opción “Aceptar”. El mismo procedimiento se repite para el refuerzo de pilares, garantizando continuidad estructural y resistencia adecuada. Ver figura 65.

Figura 65*Herramienta refuerzo*

Nota. Elaboración propia

En paralelo, se modelan las uniones estructurales para la estructura metálica del edificio. Desde la pestaña “Estructura”, en la sección “Conexión”, se accede a la herramienta “Conexión”, donde se selecciona el tipo de unión a aplicar: columna-viga, columna-columna o pedestal-columna. El sistema solicita la selección de los elementos involucrados y, una vez definidos, genera automáticamente la conexión. Si se requiere personalizar la unión, se accede al panel de propiedades mediante la opción “Editar tipo”, donde es posible modificar parámetros como las medidas de platinas, el espaciado entre tornillos, la ubicación de fijaciones y otros detalles técnicos que aseguran la precisión y funcionalidad de la conexión estructural. Ver figura 66.

Figura 66*Herramienta conexión***Nota.** Elaboración propia

Se aplicaron los lineamientos de la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), garantizando que la edificación cumpliera con los criterios de estabilidad y seguridad. Durante el modelado, se tuvieron en cuenta los Títulos A, B y C, referentes a los requisitos generales, las combinaciones de carga y el diseño en concreto estructural.

Para concluir el modelo estructural sirve como una herramienta fundamental para analizar, validar y optimizar el desempeño del sistema portante de la edificación. Permite detectar interferencias con otras disciplinas, estimar cantidades de materiales, planificar procesos constructivos y reducir errores en obra. Otro aspecto relevante es su capacidad de vincularse con programas de cálculo estructural, lo que posibilita verificar la seguridad y estabilidad de la edificación. Además, su integración en el entorno BIM facilita una toma de decisiones más precisa y colaborativa, asegurando que la estructura cumpla con los requisitos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad del proyecto.

Arquitectura

Es una representación gráfica o digital de un proyecto de edificación que busca expresar la organización espacial, la forma y la relación entre los diferentes elementos que componen la obra. Este tipo de modelo no solo refleja la estética y la intención del diseño, sino también la funcionalidad y la interacción con el entorno. Según Ching (2015), “un modelo arquitectónico es una abstracción que permite visualizar y comprender las ideas de diseño, facilitando la comunicación entre arquitectos, clientes y constructores”. En este sentido, el modelo arquitectónico constituye una herramienta esencial para materializar conceptos y garantizar que las decisiones proyectuales respondan tanto a criterios técnicos como a valores culturales y sociales.

El proceso comienza con la apertura de una plantilla arquitectónica desde la interfaz de inicio de Revit. Esta plantilla contiene elementos gráficos específicos como muros, suelos, puertas, ventanas, techos y cubiertas, lo cual facilita el modelado desde las primeras etapas. Una vez dentro del entorno de trabajo, se procede a la configuración de unidades y niveles. Mediante el atajo “UN”, se accede a las propiedades de medida y se verifica que el proyecto esté configurado en unidades métricas. En caso contrario, se ajusta la configuración y se aceptan los cambios.

Por defecto, Revit proporciona dos niveles base; sin embargo, para este proyecto se requieren cinco niveles. Desde una vista de alzado, se accede a la pestaña “Arquitectura” y se utiliza la herramienta “Nivel” para agregar los niveles adicionales. Las alturas entre niveles se establecen en 4.5 metros, contemplando 3 metros libres, 1 metro para instalaciones y 50 centímetros para estructura de entrepisos. Ver figura 67.

Figura 67

Niveles modelo Revit

*Nota.* Elaboración propia

Con los niveles definidos, se realiza el trazado de ejes estructurales y de referencia. Desde una vista en planta, se accede a la pestaña “Arquitectura” y se utiliza la herramienta “Rejilla” para dibujar los ejes en sentido vertical y horizontal, asignando su respectiva nomenclatura.

Con fines del diplomado solamente se detalla un área de 1000 mts² en la que se encuentra el primer, tercer y cuarto nivel donde se ubican zonas sociales, áreas técnicas y el área administrativa. Dentro del área proyectada, el proceso de diseño se concibe de manera progresiva, partiendo inicialmente de la definición estructural como base fundamental del anteproyecto. A partir de este soporte, se desarrolla una clara organización de los espacios mediante la zonificación de áreas y actividades, lo que permitirá establecer límites definidos entre cada sector. Posteriormente, se incorporan los acabados arquitectónicos en muros y pisos, así como el mobiliario correspondiente a cada área, con el fin de reforzar la identidad funcional y la lectura espacial.

Con esta base consolidada, el proyecto avanza hacia un nivel de detalle superior, donde se contempla la integración y precisión de las redes técnicas: redes hidrosanitarias, sistemas de protección contra incendios (PCI), instalaciones HVAC, redes eléctricas y telecomunicaciones. De este modo, se

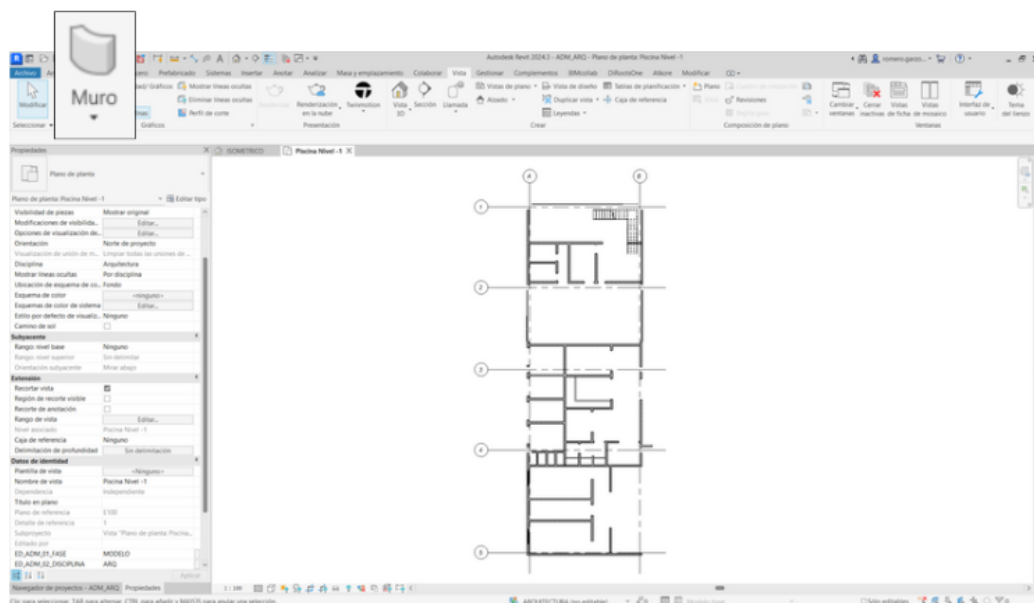
asegura no sólo la coherencia entre la propuesta arquitectónica y sus acabados, sino también la correcta articulación de los sistemas que garantizan la operatividad, seguridad y sostenibilidad de la edificación.

A continuación, se ubican los muros arquitectónicos para delimitar espacios y dividir zonas.

Desde la misma pestaña, se selecciona la herramienta “Muro arquitectónico”, que despliega una variedad de opciones con dimensiones y materiales estándar. Para este proyecto, se emplean muros de 20 cm de espesor, considerando estructura, recubrimiento y espacio para instalaciones. Se realiza el trazado de muros conforme a la distribución funcional del edificio. Ver figura 68.

Figura 68

Muros edificio primer piso



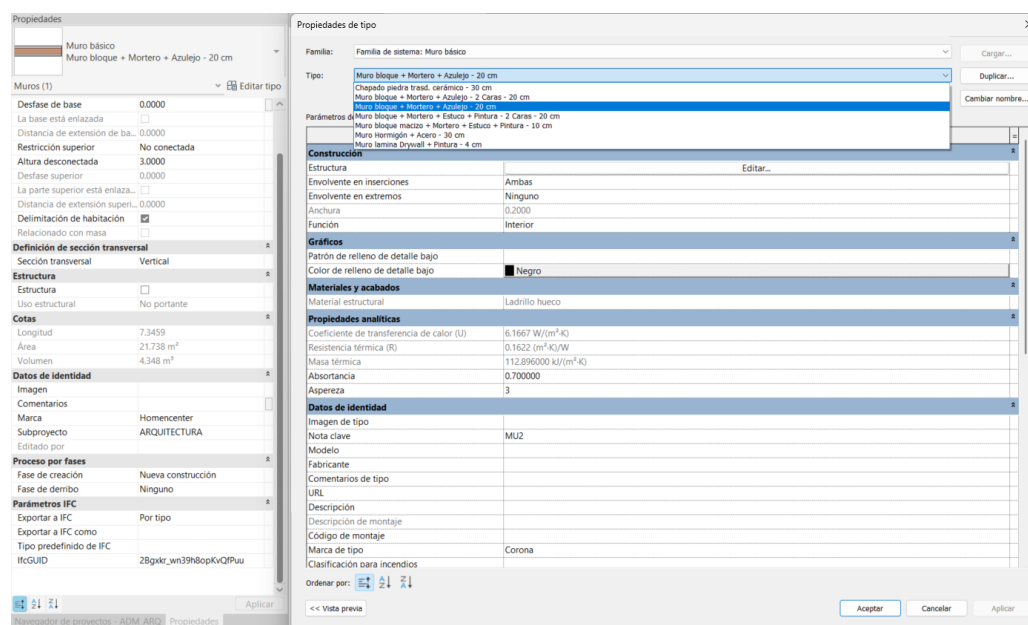
Nota. Elaboración propia

En este orden, la disposición de los muros arquitectónicos responde directamente a la naturaleza de cada zona y a las dinámicas que se desarrollan en ella. En los niveles donde predominan espacios más compartimentados, como el primero, destinado a cuartos de uso específico, se requiere una mayor densidad de muros para garantizar la privacidad, el aislamiento acústico y el orden funcional.

De manera similar, en el cuarto nivel, orientado a actividades administrativas, la configuración demanda la presencia de múltiples divisiones que permitan organizar oficinas y áreas de gestión. En contraste, el tercer nivel se concibe con un carácter social y de encuentro, por lo que la disposición de muros se reduce a los estrictamente necesarios para contener servicios básicos como cocina y baños, favoreciendo así espacios abiertos, flexibles y propicios para la interacción. Ver figura 69.

Figura 69

Configuración muros



Nota. Elaboración propia

En el modelado desarrollado en Revit, los muros se definen no solo por su ubicación y función, sino también por su materialidad y dimensiones específicas, lo que permite alcanzar un mayor nivel de realismo y precisión técnica. Estas propiedades se ajustan directamente sobre cada tipo de muro, incluyendo sus acabados arquitectónicos. En términos generales, se utilizan muros de 20 cm de espesor para las divisiones entre zonas. En el caso particular del área administrativa, se seleccionan muros

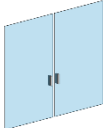
traslúcidos para las divisiones hacia los pasillos, mientras que las separaciones entre oficinas se realizan mediante muros sólidos, garantizando privacidad y diferenciación funcional.

El edificio se concibe con una estética moderna, por lo que se opta por una fachada translúcida en las zonas abiertas y sociales. Se utilizan muros cortina con paneles de vidrio, modelados cuidadosamente para permitir una conexión visual con el entorno. Se dejan luces entre perfiles de 1.5 metros, favoreciendo la iluminación natural y reforzando la identidad institucional del proyecto. En contraste, las zonas privadas como baños, oficinas técnicas y cuartos de servicio se modelan con muros sólidos, garantizando privacidad, aislamiento acústico y facilidad de mantenimiento.

Para mitigar la exposición solar directa en las fachadas de vidrio y maximizar el confort térmico, se incorpora una piel arquitectónica en madera con distribución irregular. Diseñada con materiales permeables, esta envolvente permite el paso de luz difusa y genera sombra, mejorando tanto el confort térmico como visual en los espacios interiores. El modelado de este elemento se realiza mediante la herramienta “Modelo in situ” dentro de la familia muros. Desde una vista de fachada, se distribuyen los paneles sobre la superficie acristalada, trazando la silueta de cada módulo y extruyéndolo para definir su espesor. Este procedimiento permite aplicar el recubrimiento de manera continua en todo el edificio.

Una vez finalizado el modelado de muros arquitectónicos, se procede a insertar las puertas desde la pestaña “Arquitectura”, utilizando la herramienta “Puerta”. El programa ofrece varias opciones predeterminadas; sin embargo, para este proyecto se opta por extraer las puertas desde una biblioteca externa de familias, específicamente desde la plataforma BIMObject, donde se seleccionan los modelos adecuados y se descargan. Las familias descargadas se cargan al modelo mediante la pestaña “Insertar” y la herramienta “Cargar Familia”. Se definen cinco tipologías específicas de puertas, seleccionadas según el uso y las condiciones funcionales de cada área del edificio, garantizando coherencia entre diseño, accesibilidad y desempeño técnico. Ver tabla 6.

Tabla 6*Listado de puertas*

Tipo	Imagen	Descripción
Puerta 1		Para acceso a recepción y cafetería, una puerta en vidrio templado de doble hoja para dar esa visual del interior al exterior y viceversa con una medida de 2.5m X 2.5m.
Puerta 2		Para los locales comerciales, requieren una puerta enrollable con un acabado metálico con unas medidas de 2.5m x 2.5m
Puerta 3		Para los cuartos técnicos, los cuales requieren una puerta doble, metálica cortafuego, con un acabado de pintura electrostática, con unas dimensiones de 2m X 2.5m.
Puerta 4		Para los baños, se requiere una puerta en madera laminada, resistentes a la humedad con unas dimensiones variables para estos espacios.
Puerta 5		Para zonas de servicios como cocinas y alacenas, se requiere una puerta metálica cortafuego de una sola hoja, con unas dimensiones variables para estos espacios.

Nota. Elaboración propia

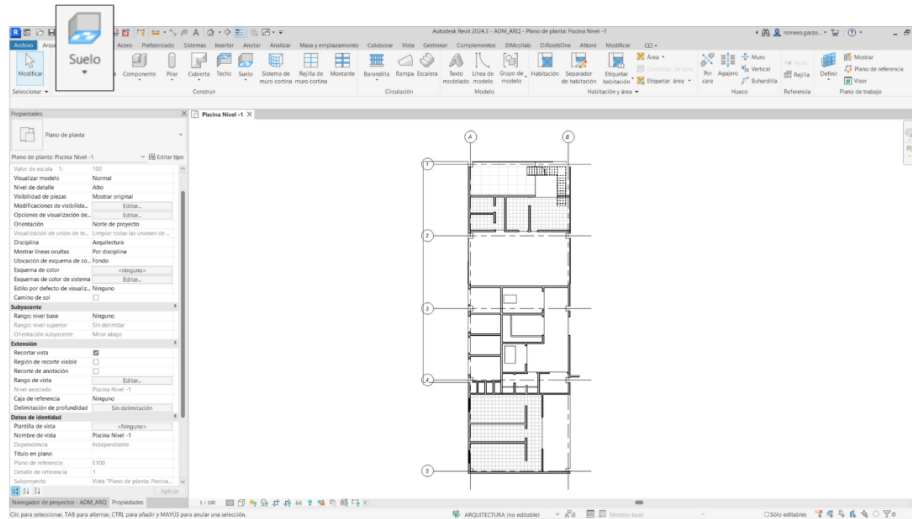
Una vez finalizada la ubicación de puertas, se procede a ubicar las ventanas mediante la pestaña “Arquitectura” y la herramienta “Ventana”. Se selecciona el tipo de ventana adecuado para cada espacio; en este caso, se emplean ventanas de rejillas en los baños, con el fin de permitir la circulación de olores y mejorar la ventilación natural. Concluida la etapa de carpintería metálica en el edificio, se da paso a la ejecución de los techos o cielorrasos, iniciando así la siguiente fase del proceso constructivo.

Ahora se entra a la etapa de diseños de acabados como lo son suelos y techos, iniciamos con suelos desde la pestaña “Arquitectura” con la herramienta “Suelo” se crean estos acabados para las

diferentes zonas así mismo se crea un tipo de suelo para cada zona del edificio. Al seleccionar la herramienta pedirá hacer el contorno del suelo, una vez finalizado se da aceptar y ya queda este ubicado y se procede así con cada zona. Ver figura 70.

Figura 70

Herramienta Suelo



Nota. Elaboración propia

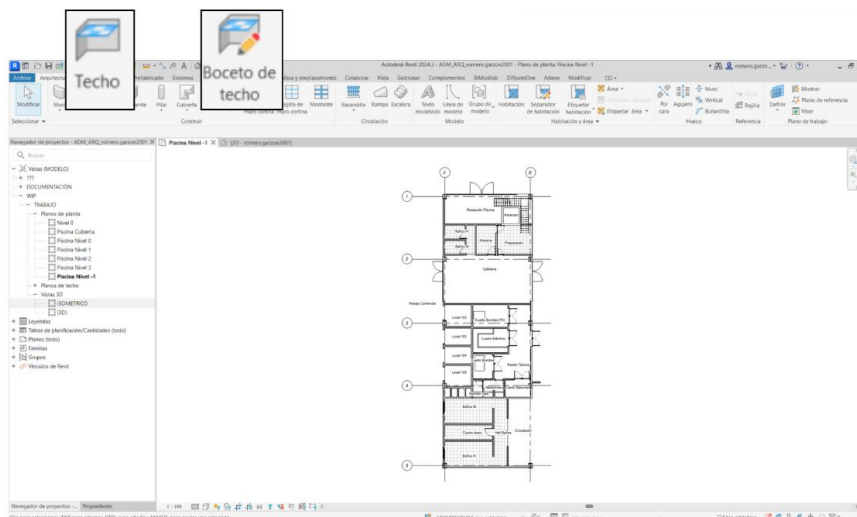
En este orden, la disposición de los suelos arquitectónicos responde directamente a la naturaleza de cada zona y a las dinámicas que se desarrollan en ella. Utilizando cerámica para zonas húmedas como baños, cocinas y bodegas para las mismas, y porcelanato de gran formato para la recepción. Vinilo de alto tráfico en zonas de alto tránsito peatonal como lo es cafetería y restaurante y pasaje comercial y piso técnico para cuartos técnicos por su resistencia a la electricidad. Paso seguido se procede con acabados en cielorrasos.

En la mayoría de las zonas del proyecto se aplica un techo arquitectónico como parte del acabado final de los espacios. Desde la pestaña “Arquitectura” y mediante la herramienta “Techo”, se genera el contorno del cuarto utilizando el modo boceto. Una vez definido el perímetro, se acepta para cerrar la edición y se asigna la altura de elevación correspondiente. Al igual que con otros elementos

arquitectónicos, desde las propiedades del techo se pueden ajustar materiales, espesores y condiciones técnicas según los requerimientos del diseño. Las zonas sociales, de servicios y administrativas cuentan con techos que responden a un juego de diseño y materialidad, aportando identidad y confort a cada espacio. En contraste, las áreas técnicas no incluyen techos, ya que están destinadas a labores de mantenimiento y requieren accesibilidad directa a las instalaciones. Una vez finalizada la etapa de carpintería metálica, se procede a la ejecución de los techos o cielorrasos, lo que marca el inicio de la fase de acabados arquitectónicos. Ver figura 71.

Figura 71

Aplicación techos arquitectónicos



Nota. Elaboración propia

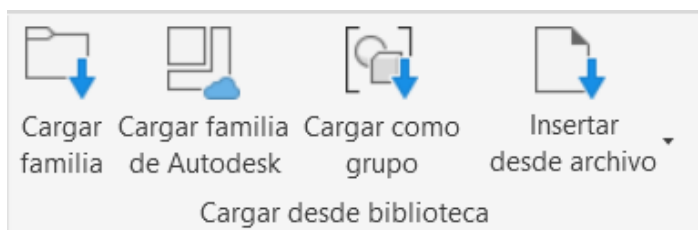
En cuanto a los acabados, el proceso inicia con el ajuste de la estructura de cada elemento, asignando una base estructural, un recubrimiento intermedio y un acabado final. Para ello, se selecciona el elemento deseado y, desde el panel de propiedades, se accede a la opción “Editar tipo”, donde se encuentra el parámetro “Estructura” que permite configurar las capas del componente. Una vez finalizada la edición, se guardan los cambios y se cierra la ventana correspondiente. Se prioriza la calidad y funcionalidad en cada espacio del proyecto. En muros y suelos de baños y zonas húmedas, se utiliza

cerámica de alta densidad, adecuada para condiciones de humedad y fácil mantenimiento. En cafetería y restaurante, se emplea cerámica técnica de alto tránsito, que combina estética, durabilidad y resistencia al rayado. Para los pisos en la zona administrativa, se aplica un juego de materiales según el uso de cada área. En las oficinas, se opta por alfombra modular, con el objetivo de mejorar la acústica y el confort ambiental. Los techos se modelan en drywall con acabados lisos, incorporando variaciones de materialidad en salas de juntas, recepción, oficinas y cocinas, donde se busca generar una atmósfera más representativa y profesional.

El proceso de incorporación de mobiliario comienza con la carga de familias desde la pestaña “Insertar”, utilizando la herramienta “Cargar familia”. Al activarla, se despliega una ventana de exploración de archivos, donde se ubica la carpeta que contiene las familias de mobiliario previamente guardadas. Una vez seleccionadas, se cargan al modelo. Posteriormente, desde la pestaña “Arquitectura” y mediante la herramienta “Componente”, se procede a ubicar el mobiliario dentro de los distintos espacios del edificio. Esta etapa permite organizar los ambientes de forma precisa y coherente, facilitando ajustes durante el proceso de diseño. Ver figura 72.

Figura 72

Herramientas cargar familias



Nota. Elaboración propia

En el desarrollo del modelo arquitectónico se implementaron las disposiciones establecidas en el Título J de la NSR-10, que orienta el diseño arquitectónico en materia de accesibilidad, seguridad y

habitabilidad. Este marco normativo sirvió para definir la organización espacial del edificio, la ubicación de salidas de emergencia, los anchos de circulación y la ventilación natural de los ambientes. Así mismo, se integraron criterios de iluminación natural, confort térmico y evacuación, asegurando la funcionalidad y la comodidad del usuario.

En conclusión, el modelado arquitectónico en Revit constituye una herramienta esencial dentro de la metodología BIM, al superar las limitaciones del diseño bidimensional tradicional y ofrecer una representación integral, precisa y coordinada del proyecto. Su relevancia radica en la capacidad de integrar en un único entorno digital la geometría, la materialidad, las dimensiones y la información técnica de cada elemento arquitectónico, lo que permite tomar decisiones informadas desde las etapas iniciales del diseño. Esta integración no solo facilita la visualización tridimensional del proyecto, sino que habilita la detección temprana de interferencias, la optimización de recursos y la mejora continua del proceso constructivo. A diferencia de los programas de dibujo convencionales, Revit no se limita a la representación gráfica, sino que incorpora funcionalidades avanzadas para la gestión de datos y la generación automática de documentación actualizada conforme evoluciona el modelo. Cada modificación en el diseño se refleja de manera inmediata en planos, cortes, tablas de planificación y cálculos métricos, lo que garantiza coherencia documental y reduce significativamente los errores.

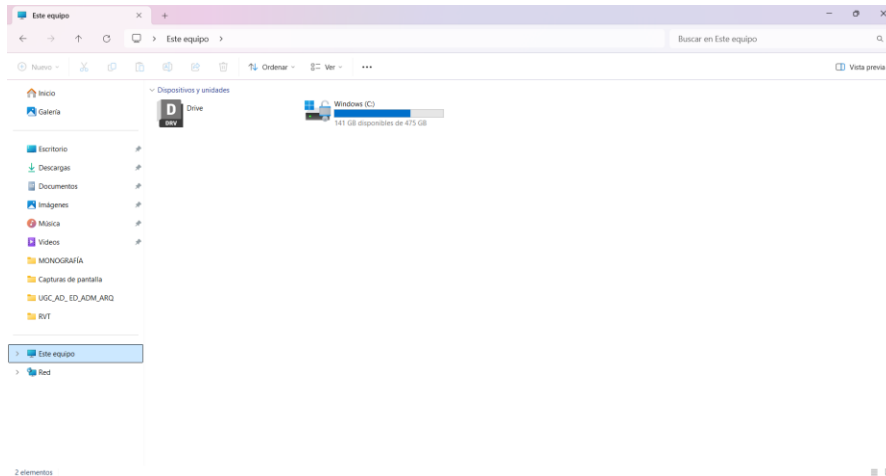
Un modelo de arquitectura sirve como una representación clara y organizada de cómo se concibe un proyecto de construcción, ya que permite visualizar la obra antes de ejecutarla, mostrar la distribución de los espacios y la relación entre ellos, facilitar la comunicación, detectar posibles errores de diseño y apoyar la toma de decisiones sobre materiales y soluciones técnicas; en esencia, funciona como un mapa detallado que guía todo el proceso constructivo y asegura que la obra se realice de manera eficiente, funcional y estética.

Instalaciones MEP

La configuración de los sistemas MEP comienza con la creación de una plantilla especializada, en la cual se ajustan los tipos de tubería según su función: agua fría, agua caliente, sanitaria, ventilación, instalaciones eléctricas y ductos. Para cada sistema se definen los materiales, espesores y preferencias de enrutamiento, garantizando coherencia técnica desde las primeras etapas del modelado.

En paralelo, se cargan las familias necesarias, incluyendo tanques, bombas, válvulas, artefactos sanitarios y accesorios, asegurando que cada componente cuente con conectores adecuados para integrarse correctamente al sistema. Una vez finalizada la configuración, la plantilla se guarda como “Plantilla MEP” en el escritorio, quedando disponible para su uso en modelos posteriores y facilitando la estandarización de proyectos bajo metodología BIM.

Para el desarrollo del curso se implementa un entorno de trabajo colaborativo basado en la metodología BIM, lo cual exige la creación de un modelo central que permita la interacción simultánea entre los participantes. Este proceso se lleva a cabo a través de la plataforma BIM 360, que opera en la nube y facilita el acceso remoto, la gestión de permisos y la sincronización en tiempo real de los cambios realizados en el modelo. El procedimiento inicia con la configuración del Entorno Común de Datos (CDE) dentro de BIM 360, espacio donde se alojarán los archivos compartidos del proyecto. Posteriormente, se establece la conexión entre Revit y la nube mediante Autodesk Drive y Autodesk Desktop Connector. Esta última herramienta, una vez instalada en el equipo local, genera una carpeta sincronizada con BIM 360, permitiendo visualizar y gestionar los archivos directamente desde el explorador de Windows. Ver figura 73.

Figura 73*Conexión directa Windows - BIM360*

Nota. Elaboración propia

Una vez configurado el entorno, se procede a abrir el modelo en Revit y guardarlo dentro de la carpeta sincronizada, estableciéndolo como archivo central. Al quedar alojado en la nube, el modelo se habilita para la colaboración en tiempo real, permitiendo que los usuarios sincronicen sus cambios de forma coordinada. Este procedimiento se repite con cada modelo del proyecto, asegurando que todos queden centralizados y disponibles para el trabajo colaborativo.

Hidráulica

Para iniciar este sistema hay que entender que es, es la representación digital de las redes de suministro y distribución de agua dentro de una edificación, incluyendo tuberías, accesorios, equipos de bombeo, tanques y sistemas de evacuación. Este modelo permite definir con precisión el recorrido, los diámetros y las conexiones de los sistemas hidráulicos. En entornos BIM, el modelo hidráulico se desarrolla con parámetros que integran información técnica y constructiva, facilitando la coordinación con los modelos arquitectónico y estructural.

Para el desarrollo de la especialidad MEP, se parte desde la interfaz de inicio de Revit, creando un modelo nuevo con la “Plantilla MEP” previamente configurada. Una vez dentro del entorno de trabajo, se procede a la configuración de unidades y niveles. Mediante el atajo “UN”, se accede a las propiedades de medida y se verifica que el proyecto esté en unidades métricas; en caso contrario, se realiza el ajuste correspondiente y se aceptan los cambios. Como siguiente paso, se vincula el modelo arquitectónico para establecer una referencia espacial clara. Desde la pestaña “Insertar”, se utiliza la herramienta “Vincular Revit”, lo que abre una ventana de exploración de documentos. Se selecciona el archivo arquitectónico y, dentro de la configuración de vinculación, se establece la opción de posición “Origen de centro a centro interno”. Se confirma la acción y se cierra la ventana.

Una vez vinculado el modelo, se procede a copiar y supervisar los ejes y niveles del proyecto arquitectónico. Desde una vista de alzado, se accede a la pestaña “Colaborar” y se despliega la herramienta “Coordinar”, seleccionando la opción “Copiar/Supervisar”. El sistema solicita seleccionar el vínculo, por lo que se elige el modelo arquitectónico vinculado. Al abrir la pestaña “Copiar/Supervisar”, se utilizan las herramientas “Copiar” y “Supervisar” para replicar los ejes y niveles del modelo arquitectónico. Una vez copiados, se activa la supervisión para recibir notificaciones automáticas ante cualquier cambio en el vínculo. Finalmente, se confirma la operación con la opción “Finalizar”, dejando el modelo MEP correctamente sincronizado con la arquitectura. Ver figura 74.

Figura 74

Copimonitorizar

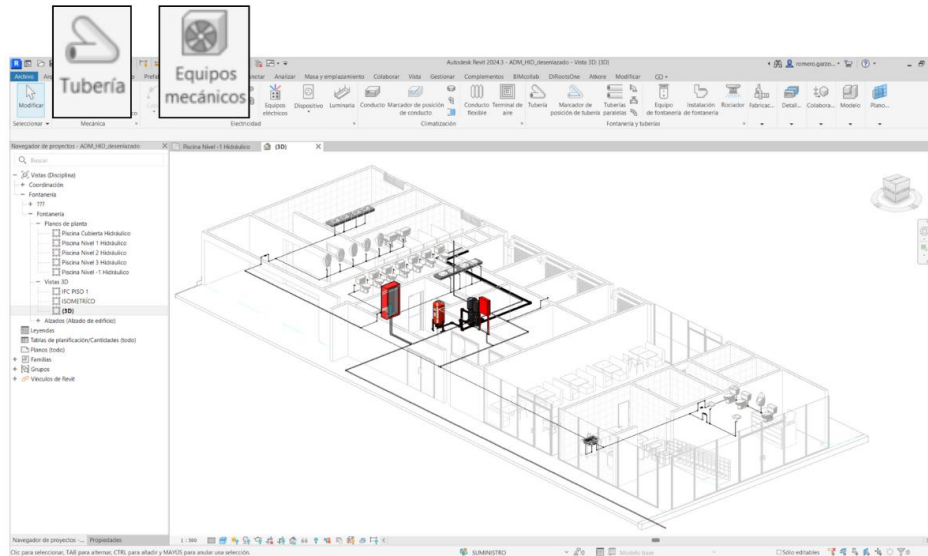


Nota. Elaboración propia

Una vez definidos los niveles y ejes, se plantea la acometida principal de agua, la cual ingresa al proyecto a través de un punto de conexión desde la red urbana. Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Tubería”. En el panel de propiedades se selecciona el tipo de tubería correspondiente, se define el diámetro y se asigna la elevación o profundidad según el trazado requerido. A partir de este punto, se modela el tramo hacia el tanque de almacenamiento utilizando tubería de $\varnothing 1''$. Cabe resaltar que, una vez configurado el sistema, Revit agrega automáticamente las conexiones necesarias, ajustando los desvíos y cambios de nivel durante el trazado.

La tubería pasa por un medidor ubicado en el cuarto de medidores y continúa hacia el cuarto de bombas, donde se instala otro tramo de tubería de $\varnothing 1''$. A partir de este punto, se inicia la distribución por el edificio y sus diferentes zonas. Este esquema de ingreso y almacenamiento establece la base de la red de agua fría, que se extiende hasta el buitrón de redes húmedas, desde donde se generan los montantes verticales que llevan el suministro hacia los niveles superiores. Desde la red principal de distribución se proyectan ramales secundarios con tubería de $\varnothing \frac{3}{4}''$, destinados al suministro de los distintos elementos en las zonas húmedas, tales como orinales, sanitarios, lavamanos, lavaplatos y llaves de servicio. A continuación, se ubican los accesorios hidráulicos, como válvulas de control, medidores y bombas. Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Accesorio de tubería”. Se selecciona la válvula y se posiciona en el ingreso del edificio para permitir el corte general del servicio, así como en los accesos a los cuartos técnicos para facilitar el control y mantenimiento de cada espacio. Ver figura 75.

Finalmente, se instala la bomba de suministro. Desde la pestaña “Sistemas” y mediante la herramienta “Equipos mecánicos”, se selecciona la bomba correspondiente y se ubica dentro del cuarto de bombas. Posteriormente, se conectan las tuberías al equipo, completando así el sistema hidráulico de distribución.

Figura 75*Pestaña Sistemas*

El diseño hidráulico del edificio se desarrolló conforme a los lineamientos establecidos en la NTC 1500: Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, adaptando su estructura a las condiciones del proyecto. En el modelado se aplicaron las exigencias sobre presiones mínimas, diámetros de tubería y materiales de conducción, garantizando un sistema de abastecimiento de agua eficiente y seguro.

Para concluir, el modelo hidráulico sirve para planificar, analizar y coordinar el comportamiento de los sistemas de agua potable y desagüe dentro del proyecto. Su función es optimizar la instalación de las redes, evitar interferencias con otros elementos constructivos y asegurar un diseño funcional y eficiente. Además, al estar vinculado al entorno BIM, permite generar listados de cantidades, simular el rendimiento hidráulico y mejorar la gestión de mantenimiento futuro, contribuyendo a un desarrollo constructivo más preciso y sostenible.

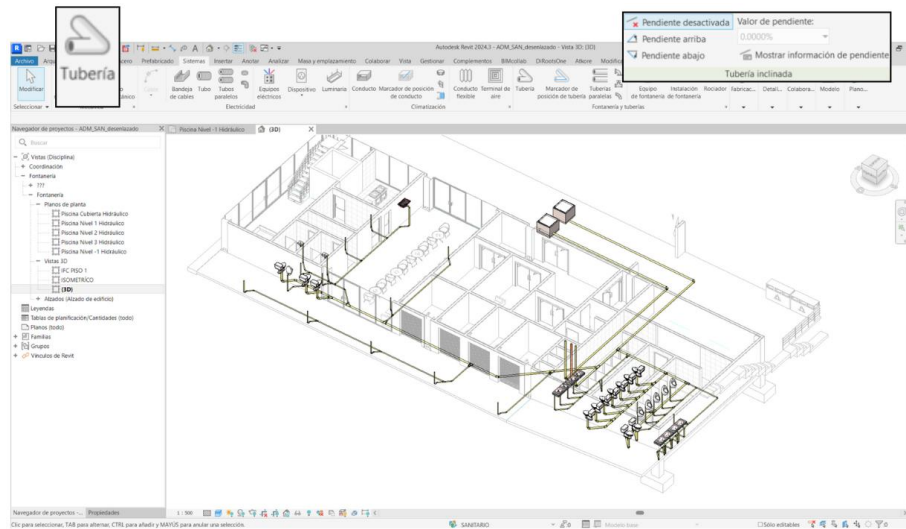
Sanitaria

Antes de describir el sistema se definirá, es la representación gráfica o digital de los sistemas de evacuación de aguas residuales y pluviales de una edificación, diseñando la ruta de la tubería y accesorios que permite analizar su funcionamiento y garantizar el cumplimiento de las normativas técnicas. Según Neufert (2012), “los sistemas sanitarios deben proyectarse de manera que aseguren la evacuación rápida y segura de las aguas residuales, evitando riesgos de obstrucción y garantizando condiciones higiénicas”. En este sentido, el modelo sanitario constituye una herramienta esencial para integrar la funcionalidad técnica con la salubridad y sostenibilidad de los proyectos arquitectónicos.

Para el desarrollo de la especialidad de fontanería sanitaria, se parte desde la interfaz de inicio de Revit, creando un modelo nuevo con la “Plantilla MEP”. Una vez dentro del entorno de trabajo, se procede a la configuración de unidades y niveles, repitiendo el mismo procedimiento aplicado previamente en el sistema hidráulico. En paralelo a la red de agua potable, se modela la red sanitaria siguiendo una metodología similar. Desde la pestaña “Sistemas”, se selecciona la herramienta “Tubería”. En el panel de propiedades, se elige el tipo de tubería sanitaria, se configura el diámetro de $\varnothing 4$ ” y se asigna la profundidad correspondiente. Adicionalmente, se aplica una pendiente del 1% utilizando la herramienta “Valor de pendiente”, asegurando el correcto flujo gravitacional.

El modelado comienza con la tubería principal para sanitarios, que por su función requiere el mayor diámetro. Esta tubería se conecta a un tubo vertical principal que articula todos los niveles mediante un buitrón de desagüe. Una vez definida esta línea principal, se conectan los desagües secundarios provenientes de lavamanos, sifones y lavaplatos, utilizando tubería de $\varnothing 2$ ”. Durante el trazado, Revit genera automáticamente las conexiones necesarias, como codos, tee y derivaciones, optimizando el proceso de modelado. Toda la red de desagüe se dirige hacia una caja de inspección ubicada en el espacio público, lo que permite un acceso sencillo para mantenimiento y revisión técnica.

Ver figura 76.

Figura 76**Herramienta Tubería**

Nota. Elaboración propia

Para completar el sistema sanitario, se incorporan las trampas de sifón mediante la herramienta “Unión de tubería”, ubicada en la pestaña “Sistemas”. Se selecciona la familia correspondiente, en este caso una trampa tipo P, se asigna el diámetro adecuado y se elige el tubo de conexión. Revit realiza automáticamente el ajuste y vinculación del componente al sistema, garantizando continuidad hidráulica y funcionalidad técnica. Este procedimiento se repite para los lavamanos y lavaplatos, que requieren el mismo tipo de trampa sanitaria. Con la incorporación de estos elementos, se finaliza el modelado del sistema sanitario, dejando configurado el conjunto de redes húmedas con sus respectivos accesorios y conexiones.

Para la red sanitaria se aplicaron también los parámetros definidos por la NTC 1500, específicamente en lo relativo a las instalaciones de desagüe, ventilación y evacuación de aguas residuales y pluviales. En el diseño se establecieron las pendientes adecuadas y los diámetros mínimos de las tuberías, optimizando el flujo y evitando obstrucciones.

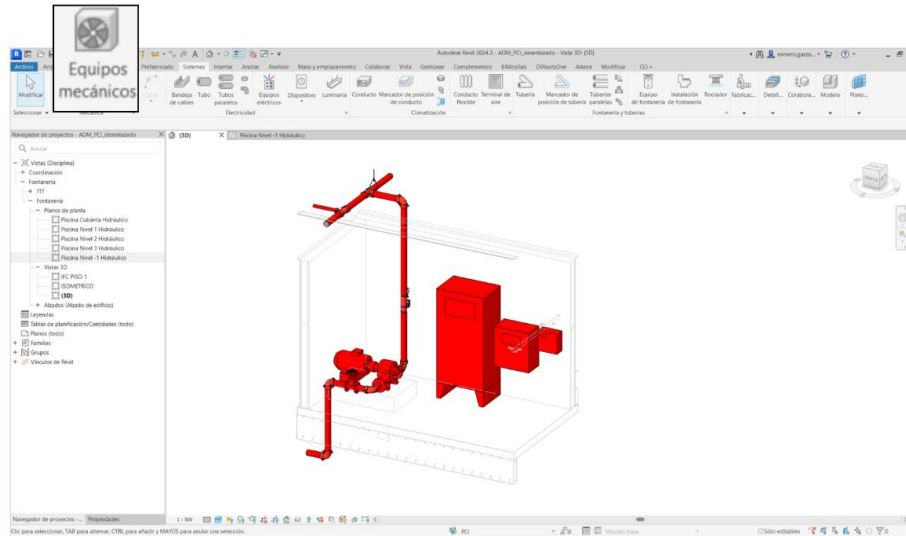
El modelo sanitario sirve para planificar y coordinar de manera eficiente las redes de evacuación de aguas, garantizando su correcto funcionamiento y cumplimiento de las normas técnicas. Facilita la detección de interferencias con otras disciplinas, la cuantificación de materiales y la generación de documentación técnica precisa. Además, su integración en el entorno BIM permite optimizar el diseño, mejorar la coordinación interdisciplinaria y asegurar una ejecución constructiva más ordenada y sostenible.

Protección Contra Incendios

Un modelo de protección contra incendios es la representación gráfica de los sistemas destinados a prevenir, detectar y controlar incendios dentro de una edificación, comprende la ruta de la red principal de tubería y sus ramales secundarios con las distribución de rociadores, Su objetivo es garantizar la seguridad de los ocupantes y la protección de la infraestructura frente a emergencias. Según la NFPA (National Fire Protection Association), “los sistemas de protección contra incendios deben diseñarse y mantenerse de manera que aseguren la detección temprana, el control eficaz y la evacuación segura de los ocupantes” (NFPA, 2019). De esta forma, el modelo PCI constituye una herramienta esencial para cumplir con las normativas internacionales y locales en materia de seguridad y prevención.

Para el desarrollo de la especialidad de red contra incendios, se inicia el proceso desde la interfaz de inicio de Revit, creando un modelo nuevo con la “Plantilla MEP”. Una vez dentro del entorno de trabajo, se procede a la configuración de unidades y niveles, repitiendo el mismo procedimiento aplicado previamente en el sistema hidráulico. Con los niveles y ejes definidos, se plantea la acometida principal de agua, la cual ingresa desde el tanque de almacenamiento de agua para red contra incendios hasta el cuarto de bombas.

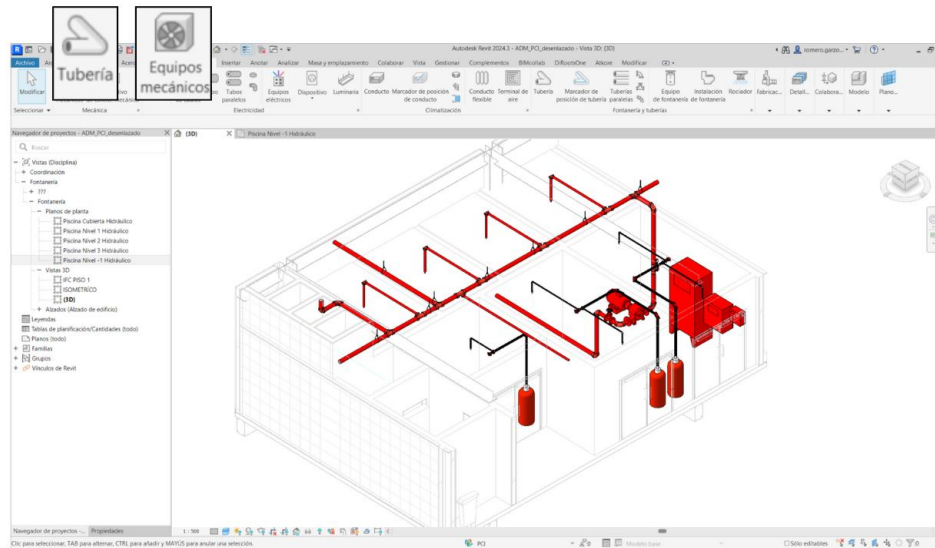
Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Tubería”. En el panel de propiedades se selecciona el tipo de tubería, en este caso acero al carbón, debido a su alta resistencia al fuego, y se configura un diámetro de $\varnothing 4''$. A partir de este punto, se modela el cuarto de bombas, y cabe resaltar que Revit agrega automáticamente las conexiones necesarias durante el trazado, ajustando desvíos y cambios de nivel según la geometría del sistema. Desde el cuarto de bombas, se inicia la distribución de la red por el edificio, extendiendo la tubería principal hasta el buitrón de redes húmedas, desde donde se generan los montantes verticales que llevan el suministro hacia los niveles superiores. Este esquema garantiza una cobertura eficiente y segura del sistema contra incendios en todas las zonas del proyecto. Desde la red principal de distribución, se proyectan ramales secundarios utilizando tubería de $\varnothing 4''$, que recorre el edificio de lado a lado. A partir de esta línea, se despliegan ramales con tubería de $\varnothing 2''$, diseñados para cubrir cada metro cuadrado del edificio, conforme a los requerimientos establecidos por la norma NFPA. A continuación, se procede a la ubicación de rociadores automáticos. Desde la pestaña “Sistemas”, se selecciona la herramienta “Rociadores”. Se elige el tipo de rociador adecuado y se posiciona cada unidad a intervalos de 6 metros, logrando una cobertura de 36 m^2 por rociador, en cumplimiento con la normativa vigente. Posteriormente, se conectan las tuberías a cada rociador, completando así el trazado de la red de protección contra incendios. Ver figura 77.

Figura 78*Herramienta Equipos mecánicos***Nota.** Elaboración propia

En el diseño de protección contra incendios, se contemplan cuartos técnicos que albergan equipos eléctricos sensibles, donde no es viable implementar una red de rociadores convencionales. Para estos espacios, se opta por un sistema de extinción con agente limpio, definido como un extintor gaseoso que no conduce electricidad y no deja residuos al evaporarse, ideal para la protección de equipos electrónicos y artículos de alto valor (O'Connor, B., 2022). Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Equipos mecánicos” para insertar el cilindro de agente limpio, el cual se ubica dentro del cuarto de bombas. Posteriormente, se modela la red de tuberías y boquillas que distribuyen el agente dentro del cuarto técnico. Para la instalación de las boquillas de descarga, se accede nuevamente a la pestaña “Sistemas” y se utiliza la herramienta “Rociadores”. Se selecciona la boquilla correspondiente y se posiciona cada unidad a intervalos de 6 metros, logrando una cobertura de 36 m² por boquilla, conforme a la normativa vigente. Las boquillas se conectan mediante tubería de acero al carbón de $\varnothing 2''$, la cual se vincula directamente con los cilindros de agente limpio, asegurando una distribución eficiente y segura del sistema de extinción en espacios críticos. Ver figura 79.

Figura 79

Cuarto agente limpio



Nota. Elaboración propia

Se aplicaron los lineamientos del Normograma Nacional de la Protección Contra Incendios en Colombia, en articulación con los estándares de la NFPA 13 y las disposiciones del Ministerio de Vivienda y ANRACI. El modelado incluyó la ubicación de rociadores automáticos, gabinetes, detectores de humo y rutas de evacuación, asegurando la cobertura completa de las zonas críticas del edificio.

El modelo de protección contra incendios sirve para planificar, coordinar y verificar la correcta instalación y funcionamiento de los sistemas de seguridad contra incendios en una edificación. Este tipo de modelado facilita la ubicación precisa de rociadores, detectores y tuberías, generando automáticamente planos y detalles constructivos que cumplen con las normativas de seguridad. Permite analizar el alcance de cobertura, detectar interferencias con otras disciplinas y asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes en materia de seguridad.

HVAC

Un modelo HVAC es la representación gráfica o digital de los sistemas de climatización, ventilación y control ambiental de una edificación, por medio del trazado y distribución de los elementos que representan este sistema como lo son ductos, rejillas y equipos mecánicos. Según McDowall (2007), “los sistemas HVAC son esenciales para mantener condiciones de confort térmico y calidad del aire en los edificios, y su diseño debe responder tanto a criterios técnicos como a la eficiencia energética”. De esta manera, el modelo HVAC constituye una herramienta clave para garantizar el bienestar de los usuarios y la sostenibilidad de las edificaciones modernas.

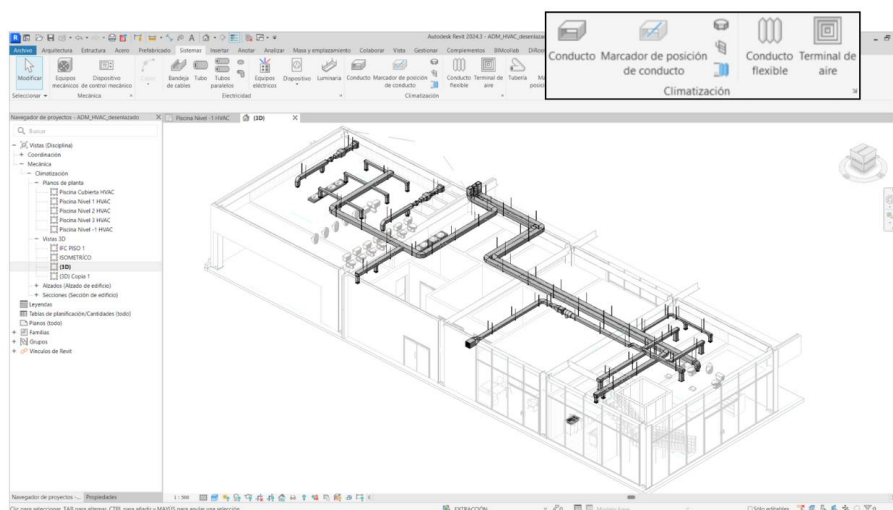
Para el desarrollo de la especialidad de red contra incendios, se inicia el proceso desde la interfaz de inicio de Revit, creando un modelo nuevo con la “Plantilla MEP”, una vez dentro de la interfaz de Revit iniciamos con la configuración de unidades y niveles. Repetimos el mismo proceso mencionado anteriormente de copiar y supervisar ejes y niveles. A continuación, se cargan las familias necesarias para el sistema. Desde la pestaña “Insertar”, se utiliza la herramienta “Cargar familia”, lo que abre una ventana de exploración de documentos. Se seleccionan los archivos requeridos desde la biblioteca local y se incorporan al proyecto.

Con la plantilla y las familias configuradas, se inicia el modelado del sistema de extracción de aire. Se identifican las áreas que requieren ventilación forzada, como cocinas, baños y zonas técnicas. Desde la pestaña “Sistemas”, se accede a la herramienta “Conductos” y, desde el panel de propiedades, se selecciona el tipo de conducto rectangular. Se realiza el trazado de la ruta principal del conducto desde cada zona de extracción hasta el buitrón de HVAC, conectando los ramales secundarios que corresponden a cada espacio. Se diferencian las rutas para la extracción de olores y la extracción de humo, según las condiciones funcionales de cada ambiente. Simultáneamente, se colocan las rejillas de extracción en los puntos altos de cada espacio, sobre los techos arquitectónicos. Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Terminal de aire”, se selecciona el tipo de rejilla y se posiciona en

el lugar correspondiente. Luego, se conectan los conductos a las rejillas, dirigiendo el flujo hacia un ventilador extractor o una caja de extracción ubicada en la cubierta del edificio. Este sistema garantiza una ventilación eficiente y controlada, cumpliendo con los requerimientos técnicos y normativos para espacios cerrados con alta carga térmica o presencia de contaminantes. Ver figura 80.

Figura 80

Herramienta conducto



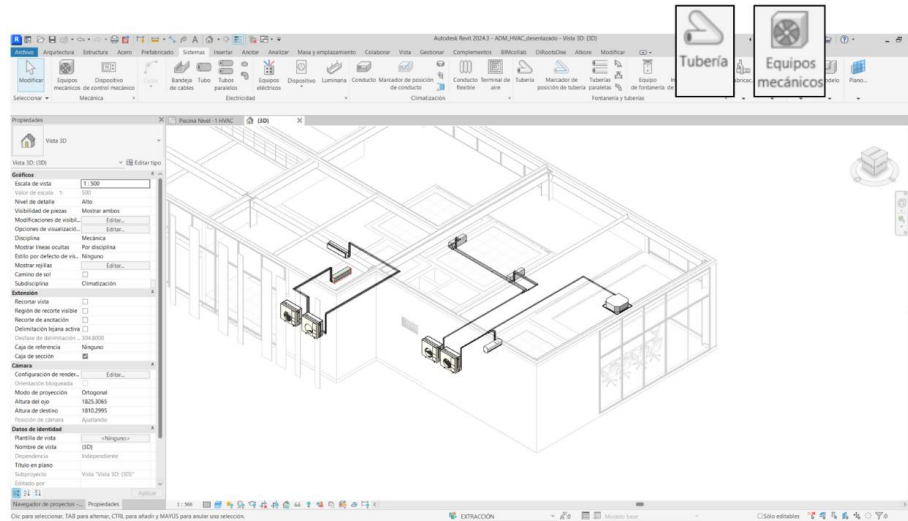
Nota. Elaboración propia

Para completar el sistema de extracción de aire, se procede a ubicar el equipo mecánico correspondiente. Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Equipo mecánico”. En el panel de propiedades se selecciona el equipo adecuado y se posiciona en el espacio designado, conectando los conductos provenientes de los pisos inferiores. Con esta configuración, se establece el sistema de extracción en el edificio. A continuación, se desarrolla el sistema de renovación de aire. Se repite el procedimiento desde la pestaña “Sistemas”, utilizando la herramienta “Conductos”. En el panel de propiedades se selecciona el tipo de conducto rectangular, y se realiza el trazado desde la fachada exterior hasta las zonas interiores que requieren renovación. En estas áreas, se colocan rejillas de inyección mediante la herramienta “Terminal de aire”, también ubicada en la pestaña “Sistemas”. Se

selecciona la terminal correspondiente y se ubica en los puntos estratégicos de cada espacio.

Posteriormente, se conectan las rejillas a una unidad manejadora de aire (UMA) o a un ventilador de inyección, utilizando la herramienta “Equipo mecánico”. El equipo se selecciona desde el panel de propiedades, se ubica en el techo del nivel correspondiente y se conecta a los conductos previamente trazados. Adicionalmente, se incorpora el punto de entrada de aire exterior. Para ello, se utiliza nuevamente la herramienta “Terminal de aire”, se selecciona la terminal adecuada y se posiciona sobre el muro exterior. Finalmente, se conecta el conducto de ingreso a esta terminal, completando el sistema de renovación de aire con ingreso controlado desde el exterior.

Para el nivel de oficinas, se implementa un sistema de aire acondicionado mediante unidades interiores tipo Split o cassette, ubicadas en cada espacio según su función. Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Equipos mecánicos”. En el panel de propiedades se selecciona el tipo de unidad interior y se posiciona en el lugar designado dentro de cada oficina. Posteriormente, se ubican las condensadoras de pared sobre una fachada cercana, utilizando nuevamente la herramienta “Equipos mecánicos” desde la pestaña “Sistemas”. Se selecciona el tipo de equipo exterior y se coloca en la ubicación prevista para garantizar eficiencia operativa y accesibilidad. La conexión entre las unidades interiores y las condensadoras se realiza mediante tubería de cobre. Desde la pestaña “Sistemas”, se accede a la herramienta “Tubería”, se selecciona el tipo de tubería correspondiente y se traza la ruta desde la condensadora hasta el equipo interior. Para este sistema, se contemplan dos tuberías: una de suministro y otra de retorno, asegurando el flujo adecuado del refrigerante y la correcta operación del sistema de climatización. Ver figura 81.

Figura 81*Aire acondicionado*

Nota. Elaboración propia

Se aplicó el RETSIT (Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas), teniendo en cuenta los criterios de eficiencia energética, confort térmico y control ambiental. Durante el modelado se incorporaron ductos, rejillas y equipos de ventilación conforme a las exigencias técnicas de la norma, optimizando la distribución del aire y reduciendo el consumo energético.

El modelado HVAC permite diseñar y coordinar los sistemas de climatización y ventilación dentro del entorno BIM, asegurando su integración con las demás disciplinas. Este tipo de modelado facilita la definición precisa de ductos, rejillas y equipos. Además, el modelo HVAC en Revit ayuda a detectar interferencias con otros sistemas, optimizando la coordinación interdisciplinaria y reduciendo errores en obra. También ofrece la posibilidad de vincularse con software especializado para realizar cálculos de flujo de aire, cargas térmicas y eficiencia energética. En síntesis, el modelado HVAC en Revit es una herramienta fundamental para garantizar edificaciones más confortables, seguras y sostenibles.

Eléctrica

Para iniciar este sistema primero se definirá, es la representación gráfica o digital de los sistemas de distribución y consumo de energía dentro de una edificación, se representa la ruta de bandejas y sus ramales de tubería para la distribución y conexión con luminarias y aparatos eléctricos. Según Neufert (2012), “los sistemas eléctricos deben proyectarse de manera que aseguren la seguridad, funcionalidad y eficiencia en el suministro de energía, considerando tanto la normativa técnica como las necesidades de los usuarios”. De esta manera, el modelo eléctrico constituye una herramienta esencial para garantizar que las instalaciones cumplan con estándares de seguridad y respondan a los requerimientos operativos de la edificación.

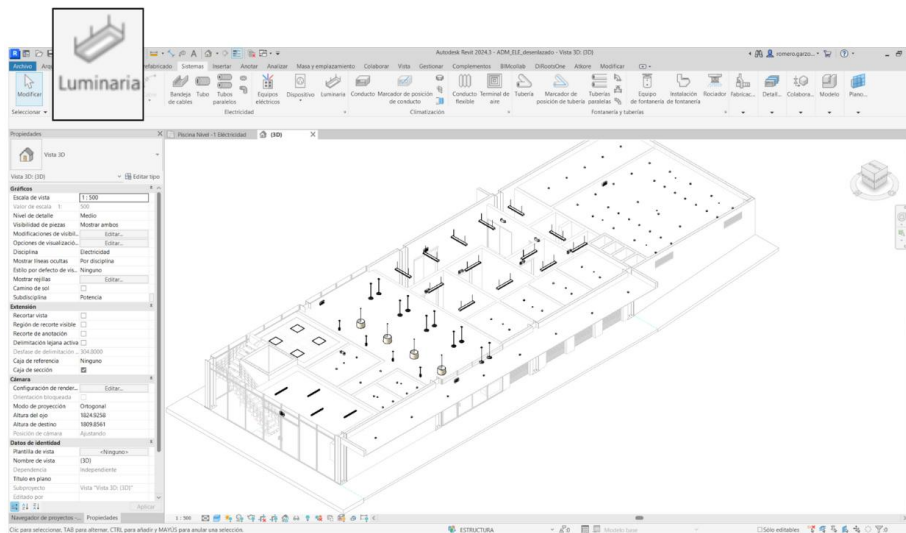
Para el desarrollo de esta especialidad, se inicia el proceso desde la interfaz de inicio de Revit, creando un modelo nuevo con la “Plantilla MEP”. Una vez dentro del entorno de trabajo, se procede a la configuración de unidades y niveles, repitiendo el procedimiento previamente aplicado para copiar y supervisar ejes y niveles del modelo arquitectónico, asegurando la correcta coordinación interdisciplinaria. A continuación, se cargan las familias necesarias para el sistema. Desde la pestaña “Insertar”, se utiliza la herramienta “Cargar familia”, lo que abre una ventana de exploración de documentos. Se seleccionan los archivos requeridos desde la biblioteca local del equipo y se incorporan al proyecto.

Con la plantilla MEP, los niveles, ejes y familias correctamente configurados, se da inicio al modelado específico de la especialidad eléctrica, estableciendo las bases técnicas para el desarrollo de los sistemas MEP en el edificio. Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Luminarias”. En el panel de propiedades se selecciona el tipo de luminaria a implementar, ya sea empotrada o suspendida, y se posiciona sobre el plano de techo correspondiente, según el diseño arquitectónico. Simultáneamente, se colocan los tomacorrientes. Desde la misma pestaña “Sistemas”, se accede a la herramienta “Dispositivo”, seleccionando la subcategoría “Aparatos eléctricos”. Se elige el tipo de

tomacorriente requerido (simple, doble o industrial) y se ubica sobre los muros, conforme a los requerimientos funcionales del espacio. La altura de instalación se define desde el panel de propiedades, ajustando el parámetro “Nivel de referencia” según corresponda. Ver figura 82.

Figura 82

Herramienta luminaria



Nota. Elaboración propia

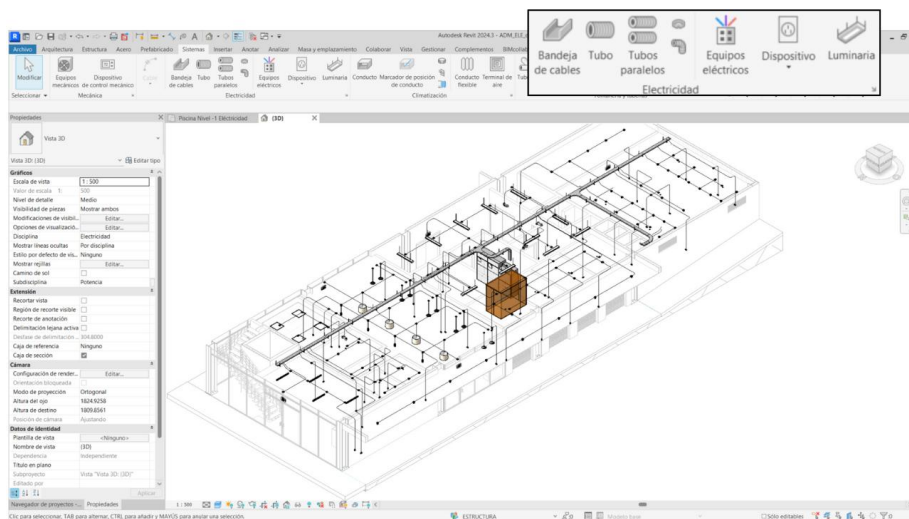
A continuación, se procede a ubicar los interruptores eléctricos sobre los muros interiores. El procedimiento es similar al utilizado para los tomacorrientes: desde la pestaña “Sistemas”, se accede a la herramienta “Dispositivo”, se selecciona el tipo de interruptor requerido y se posiciona en el lugar correspondiente según el diseño arquitectónico. Una vez ubicados, los interruptores se conectan a las luminarias previamente instaladas, completando así el circuito de iluminación. Esta configuración permite el control funcional de cada espacio, asegurando eficiencia operativa y cumplimiento con los estándares eléctricos del proyecto. A continuación, se procede a colocar la bandeja de cableado que conecta el panel principal con las salidas eléctricas. Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Bandeja”, asignando las dimensiones de 200 mm × 50 mm y ajustando la altura de

instalación. Se realiza el trazado desde el panel de control, ubicado en el cuarto eléctrico, hacia el resto del edificio, asegurando una distribución ordenada y accesible del cableado.

Para finalizar, se modela la infraestructura eléctrica de los aparatos y luminarias, dividiendo el sistema en dos servicios: potencia (tomacorrientes) e iluminación (luminarias). Se define el tipo de tubo a utilizar mediante la herramienta “Tubo”, seleccionando el tipo EMT desde la pestaña “Sistemas”. Se asigna un diámetro de $\varnothing\frac{3}{4}$ ” y se ajusta la altura de instalación según el diseño técnico. Ver figura 83.

Figura 83

Infraestructura eléctrica



Nota. Elaboración propia

Para el modelado eléctrico se aplicaron los parámetros establecidos en el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), garantizando la seguridad y eficiencia del sistema. Se tuvo en cuenta la organización de los circuitos, la capacidad de carga, la puesta a tierra y la protección contra sobre corrientes, siguiendo los lineamientos de los Libros 1 al 4 del reglamento.

El modelo eléctrico sirve para planificar, coordinar y optimizar la instalación de los sistemas eléctricos en una edificación, asegurando el cumplimiento de las normativas técnicas y la eficiencia energética. Facilita la detección de interferencias con otras disciplinas y la definición precisa de circuitos,

tableros y dispositivos, generar diagramas eléctricos que cumplen con las normativas locales e internacionales. Además, al integrarse en el entorno BIM, contribuye a una gestión más precisa del proyecto, reduce errores en obra y mejora la seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico.

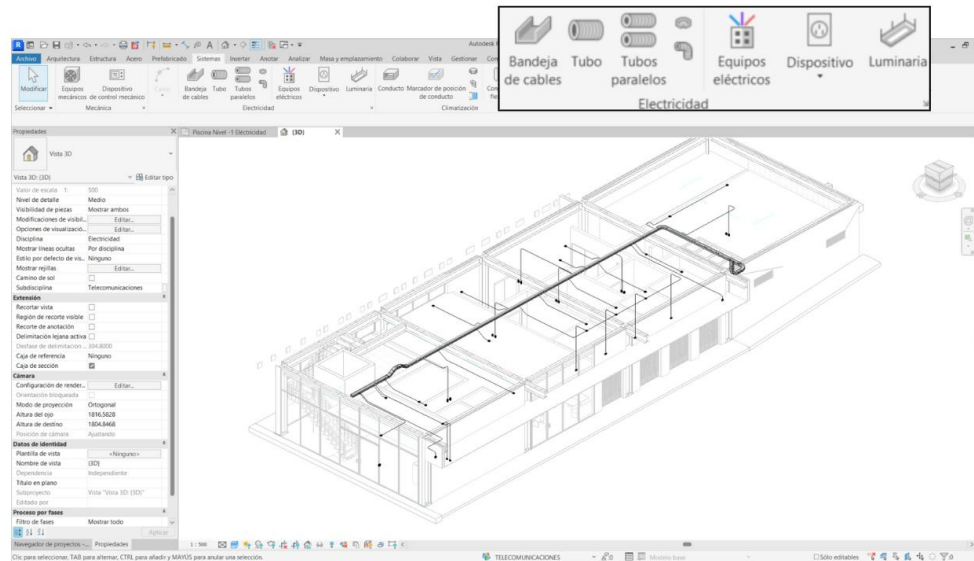
Telecomunicaciones

Para ir cerrando este capítulo primero de definiré, El modelo de telecomunicaciones corresponde a la representación gráfica y digital de las redes destinadas a la transmisión de datos, voz e imagen dentro de una edificación. A través de este modelado se definen las rutas de bandejas, canalizaciones y puntos de conexión, integrando además los dispositivos asociados a la seguridad y a la comunicación, como cámaras de vigilancia, lectores de control de acceso y puntos de red (tanto inalámbricos como por conexión a muro). Según TIA (Telecommunications Industry Association), “los sistemas de telecomunicaciones deben diseñarse de acuerdo con estándares de cableado estructurado que aseguren interoperabilidad, rendimiento y escalabilidad en los edificios modernos” (TIA, 2017). De esta manera, el modelo de telecomunicaciones constituye una herramienta esencial para asegurar que las infraestructuras respondan a las demandas tecnológicas actuales y futuras.

Para el desarrollo de esta especialidad, se inicia el proceso desde la interfaz de inicio de Revit, creando un modelo nuevo con la “Plantilla MEP”. Una vez dentro del entorno de trabajo, se procede a la configuración de unidades y niveles, repitiendo el procedimiento previamente aplicado para copiar y supervisar ejes y niveles del modelo arquitectónico, asegurando la correcta coordinación interdisciplinaria. A continuación, se cargan las familias necesarias para el sistema. Desde la pestaña “Insertar”, se utiliza la herramienta “Cargar familia”, lo que abre una ventana de exploración de documentos. Se seleccionan los archivos requeridos desde la biblioteca local del equipo y se incorporan al proyecto, procedemos ahora si al modelado de la especialidad.

Desde la pestaña “Sistemas”, se accede a la herramienta “Dispositivo”, seleccionando la subcategoría “Seguridad”. En el panel de propiedades se elige el tipo de dispositivo, ya sea cámara de vigilancia o control de acceso, y se posiciona en el plano de techo correspondiente, según el diseño técnico y funcional del proyecto. Simultáneamente, se modelan los puntos de datos. Desde la misma pestaña “Sistemas”, se utiliza nuevamente la herramienta “Dispositivo”, esta vez seleccionando la subcategoría “Telecomunicaciones”. Se elige el tipo de tomacorriente de datos requerido (doble, telefonía o fibra óptica) y se ubica sobre los muros, conforme a los requerimientos arquitectónicos y de conectividad. La altura de instalación se define desde el panel de propiedades, ajustando el parámetro “Nivel de referencia” según las condiciones específicas de cada espacio, garantizando accesibilidad, funcionalidad y cumplimiento normativo. A continuación, se procede a colocar la bandeja de cableado que conecta el panel principal con las salidas eléctricas. Desde la pestaña “Sistemas”, se utiliza la herramienta “Bandeja”, asignando las dimensiones de 200 mm × 50 mm y ajustando la altura de instalación según el diseño técnico. Se realiza el trazado desde el rack de comunicaciones, ubicado en el cuarto de telecomunicaciones, hacia el resto del edificio, garantizando una distribución ordenada y eficiente del cableado estructurado.

Para finalizar esta etapa, se modela la infraestructura de canalización, dividiendo los sistemas por servicios de seguridad y telecomunicaciones. Se define el tipo de tubo a utilizar mediante la herramienta “Tubo”, seleccionando el tipo EMT desde la pestaña “Sistemas”. Se asigna un diámetro de $\varnothing\frac{3}{4}$ ” y se ajusta la altura de instalación conforme a los requerimientos del proyecto. Desde el panel de propiedades, se configuran los parámetros de curvas y cajas de paso, lo que permite realizar el trazado de la tubería de forma precisa. Revit genera automáticamente las conexiones entre los elementos, asegurando continuidad técnica y cumplimiento normativo en la infraestructura de redes especiales. Ver figura 84.

Figura 84*Infraestructura telecomunicaciones*

Nota. Elaboración propia

Se implementaron los requisitos del RITEL (Reglamento de Redes Internas de Telecomunicaciones), establecidos mediante las Resoluciones 5405 de 2018 y 5993 de 2020 de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC). Esta normativa orientó la distribución de canalizaciones, puntos de acceso, gabinetes y cableado estructurado, asegurando la interoperabilidad entre sistemas y la calidad en la transmisión de datos.

Sirve para planificar, coordinar y optimizar las redes de comunicación y control dentro de un edificio, asegurando su funcionamiento eficiente y su integración con otros sistemas técnicos. Permite detectar interferencias, generar documentación precisa y prever la expansión o mantenimiento futuro de las redes. Además, al trabajar dentro del entorno BIM, este modelo contribuye a mejorar la interoperabilidad entre disciplinas, garantiza la conectividad del proyecto y favorece la implementación de edificaciones inteligentes y tecnológicamente sostenibles.

Carga y gestión de parámetros mediante DiRoots One

Una vez finalizado la etapa de diseño de las especialidades, la siguiente fase consiste en incorporar parámetros de información a los elementos modelados. Para ello se emplea el complemento DiRoots One, una herramienta gratuita que optimiza la gestión masiva de datos en Revit. Este software permite editar e importar parámetros al modelo, facilitando la asignación uniforme de información a múltiples elementos del modelo. Para iniciar abrimos la pestaña de “DiRootsOne” en Revit y la ventana de “ParaManager” la cual nos abre una ventana con los parámetros del proyecto. Ver figura 85.

Figura 85

Interfaz DiRootsOne



Nota. Elaboración propia

Una vez dentro de esta ventana, nos ubicamos en la pestaña “Parámetros” empezamos a crear los nuevos parámetros en la herramienta “Añadir Parámetro”. Una vez creado este lo nombramos y le asignamos la disciplina, tipo de parámetro, agrupar en y si es instancia o tipo. Con este paso ya procedemos a crear cuantos parámetros se requieren para cada modelo, paso seguido pasamos a la ventana de “Categorías” donde le asignaremos los elementos a los cuales se le aplicara este parámetro creado. Una vez finalizado esto le damos “Aplicar” y cerramos la ventana. Y ya quedaron creados estos parámetros y asignados a estos elementos. Ver figura 86.

Figura 86

Ventana parámetros DiRootsOne

DiRoots

Desbloquear Premium

Actualizar

ParaManager 2.1.6.0

Parámetros

Categorías

Transferir

Familias

Editor de Compartido

Completado 0%

Añadir Parámetro

Importar/Exportar

Acciones por lote

Mostrar parámetros existentes

Buscar

☐	☒	Nombre del parámetro	Todos	Disciplina	Tipo de Parámetro	Agrupar parámetro en	Instancia/Tipo
☐	☒	Acabado	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	Características	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	Color	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	Componentes	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	Contacto Fabricante	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Parámetros IFC	Tipo
☐	☒	Costo Ensamble	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Parámetros IFC	Tipo
☐	☒	Costo Mantenimiento	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Parámetros IFC	Tipo
☐	☒	Costo Transporte	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Parámetros IFC	Tipo
☐	☒	Costo Unitario	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Parámetros IFC	Tipo
☐	☒	CreadoEn	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	CreadoPor	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	DescripcionGarantia	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	DuracionGarantiaLabor	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	DuracionGarantiaUnidad	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	DuracionUnidad	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	Fabricante	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Parámetros IFC	Tipo
☐	☒	Fabricante_2	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Otra	Tipo
☐	☒	Fecha de Creación	Parámetro Compartido	Comun	Texto	Parámetros IFC	Tipo

Número total de parámetros 38 | crear 0 | modificar 0 | existentes 38

Contáctenos

Necesitas algo único?

Siguiente

Aplicar

Nota. Elaboración propia

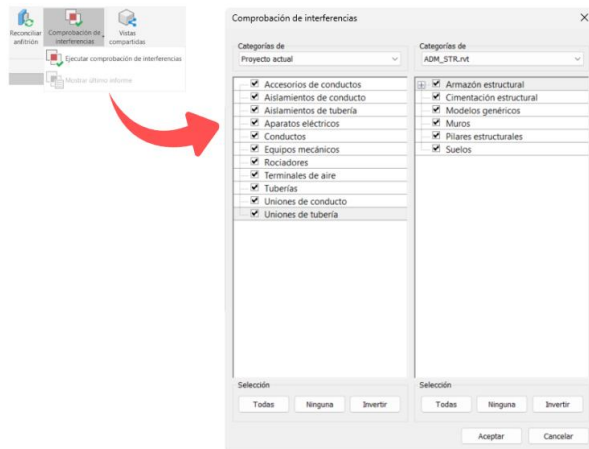
Coordinación de especialidades

La detección de interferencias es una de las etapas más importantes dentro del proceso de coordinación BIM, ya que permite identificar conflictos entre los diferentes modelos de especialidades antes de llegar a la obra.

Análisis de interferencias e inconsistencias

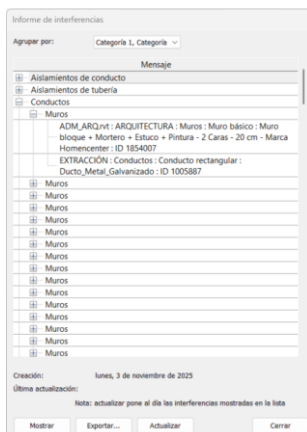
Es el proceso de revisar el modelo BIM para identificar choques o conflictos entre diferentes disciplinas, como arquitectura, estructura e instalaciones. Sirve para anticipar problemas antes de la construcción, evitando sobrecostos y retrasos en obra. Gracias a este análisis, se logra una coordinación más precisa y una ejecución más segura del proyecto.

Por un lado, se puede realizar en Revit, este procedimiento inicia con la correcta vinculación o federación de los modelos de arquitectura, estructura y MEP (mecánicas, eléctricas y sanitarias); desde la pestaña “Insertar” y “Vincular Revit” seleccionamos los modelos y los vinculamos. Una vez vinculados, desde la herramienta “Comprobación de interferencias” ubicada en la pestaña “Colaborar”. Esta nos abre una ventana, desde allí, se seleccionan las disciplinas que se desean comparar, por ejemplo, instalaciones eléctricas frente a elementos estructurales. Y paso seguido nos pedirá que elementos vamos a comprobar de cada disciplina y finalmente damos aceptar. Ver figura 87.

Figura 87*Herramienta comprobación interferencias*

Nota. Elaboración propia

Al ejecutar el comando, Revit genera un reporte detallado donde se listan las interferencias detectadas, indicando que tipo de elemento es y contra que está chocando, y junto con esto nos arroja un ID (un número decimal que identifica un elemento en el proyecto), por medio de este nos da la ubicación exacta dentro del modelo. Este informe permite exportarse como un documento HTML para así compartirlo con los involucrados. Ver figura 88.

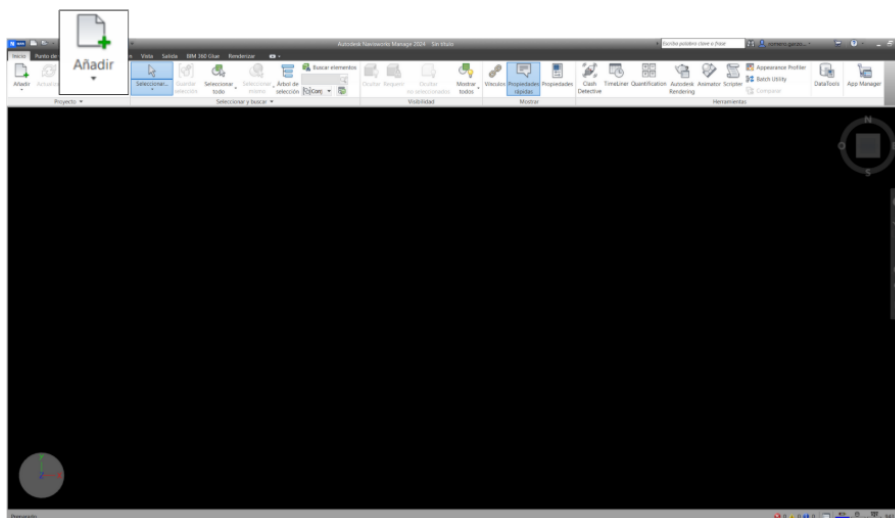
Figura 88*Informe interferencias*

Nota. Elaboración propia

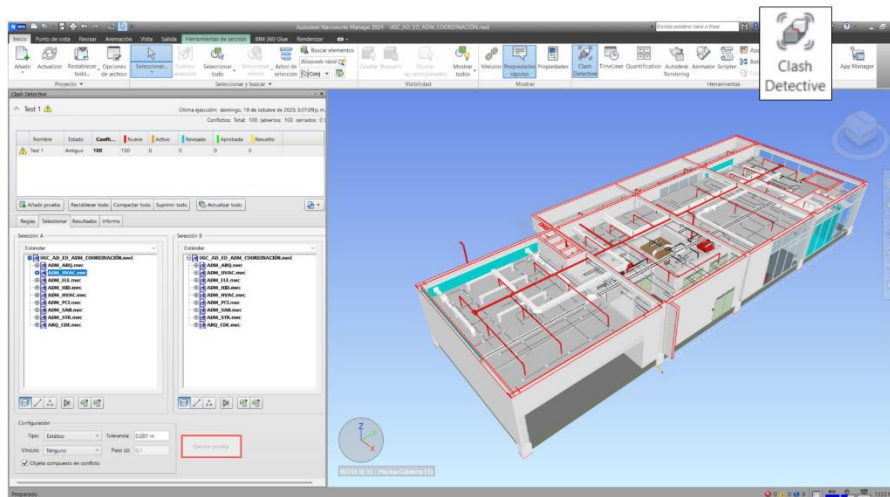
Otro software especializado en esto es Navisworks, con este podemos detectar estas interferencias más fáciles, además que permite más opciones. En el caso de Navisworks, el proceso de detección de interferencias se desarrolla a partir de la importación o vinculación de los modelos en formato NWC o NWF, los cuales se pueden generar directamente desde Revit mediante el complemento de exportación de Navisworks. Para iniciar vinculamos estos modelos por medio de la herramienta “Añadir” desde la ventana “Inicio”, abre una ventana de documentos y estando ahí se selecciona los archivos previamente exportados y le finalmente se da “Aceptar”. Ver figura 89.

Figura 89

Herramienta añadir

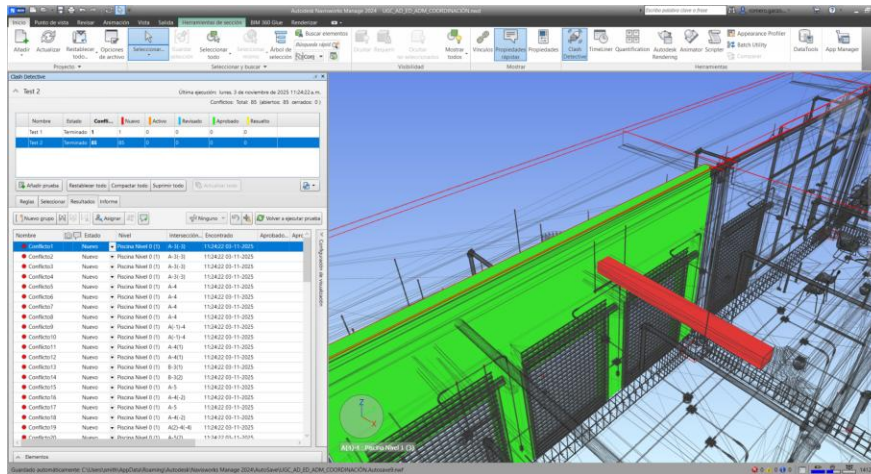


Una vez que todos los modelos están integrados en el entorno de Navisworks Manage, se utiliza la herramienta “Clash Detective” ubicada en la ventana de “Inicio”, que permite configurar pruebas de interferencia entre disciplinas específicas, como arquitectura contra MEP o estructura contra instalaciones. Esto abre una ventana donde pide “Añadir prueba”, paso seguido es seleccionar las disciplinas y después se define los parámetros del análisis, tales como la tolerancia de detección o los tipos de elementos a comparar. Finalmente, se le da “Ejecutar prueba”. Ver figura 90.

Figura 90*Detección colisiones*

Nota. Elaboración propia

Al ejecutar la prueba, el software genera una lista de choques con información visual y numérica, permitiendo navegar cada conflicto en el visor 3D. Por medio de un listado donde encontramos 4 columnas con el nombre del choque, el estado, el nivel asociado, la intersección que son los ejes donde se encuentra, otra de aprobado y una última columna con el ID. Con este listado se puede ir haciendo una visualización de estas colisiones en el programa donde nos muestra en dos colores rojo y verde estos elementos que colisionan y resaltando sobre el modelo. Ver figura 91.

Figura 91*Resultado de colisiones*

Nota. Elaboración propia

La detección de interferencias en Revit y Navisworks constituye una etapa esencial dentro del proceso de coordinación BIM, ya que permite anticipar y resolver conflictos entre las distintas disciplinas antes de la ejecución en obra. Su aplicación garantiza una mejor integración de los modelos y reduce significativamente los costos y tiempos asociados a errores constructivos.

Sirve para detectar conflictos entre disciplinas (arquitectura, estructura, MEP) antes de la construcción por medio de software especializado para esta etapa del proyecto. Con ello se evitan sobrecostos, retrasos y problemas en obra, garantizando que todos los sistemas se integren correctamente en el proyecto.

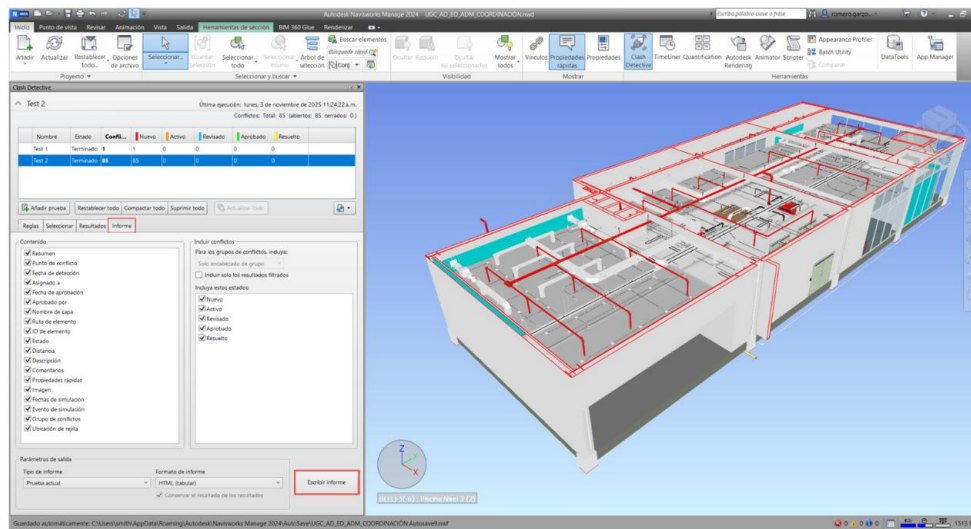
Creación de informes de coordinación

Son documentos generados a partir de las revisiones del modelo, donde se registran los conflictos detectados, las soluciones propuestas y las responsabilidades de cada equipo. Sirven como evidencia del proceso de coordinación y como guía para la toma de decisiones, asegurando que todos los actores del proyecto trabajen alineados y con información clara.

El siguiente paso para hacer es generar un informe de coordinación, ya desde la ventana que abrió la herramienta “Clash Detective”, se visualiza unas pestañas en la parte superior de este reporte de colisiones, una de estas nombrada como informe, vamos a esta y dentro de esta pestaña se evidencia unos parámetros sobre el reporte y al final el formato de exportación para este informe. Se verifica que todos los campos estén seleccionados en la sección de contenido. A continuación, en la sección de formato de salida, ubicada en la parte inferior de la pantalla, seleccionamos el formato HTML (Tabular). Finalmente, le damos a la opción "Escribir informe" para exportar el informe de colisiones. Este pide una ruta a donde guardara este informe, se selecciona la ruta y se le da aceptar. Ver figura 92.

Figura 92

Creación informe colisiones



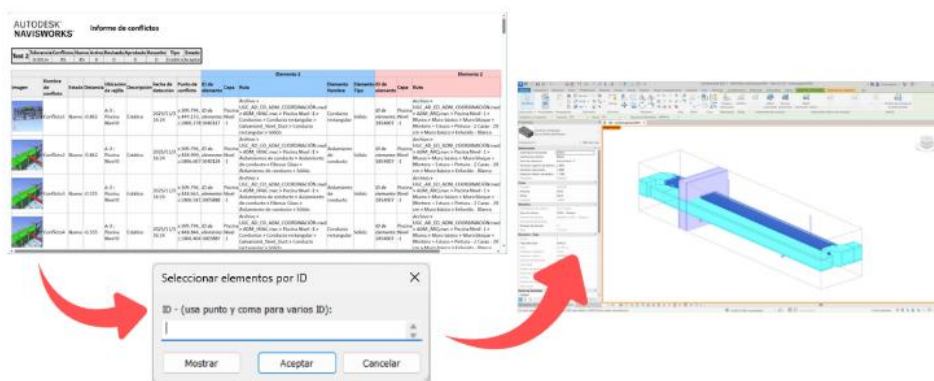
Nota. Elaboración propia

Una vez ubicados en la carpeta donde se exporto el informe se encuentran 2 subcarpetas la primera con las imágenes de las colisiones y la segunda con el informe en formato HTML que nos lleva al navegador predeterminado donde ya encontraremos una tabla organizada con toda esta información entre ellas está el ID de cada elemento para poderlo encontrar fácilmente en el modelo.

Tomando el ID y llevándolo al Revit, podemos encontrar este elemento por medio de la herramienta “Seleccionar ID” desde la ventana Gestionar. Donde nos abre una ventana para insertar el ID y darle aceptar. Una vez lo encuentra le damos el comando “BX” para tener una vista de la colisión para poder resolverla. Ver figura 93.

Figura 93

Solución colisiones



Nota. Elaboración propia

Sirven para documentar y comunicar los hallazgos del análisis de interferencias, dejando registro de los problemas detectados, las soluciones propuestas y las responsabilidades de cada equipo. Esto asegura que la coordinación sea transparente y que las decisiones se tomen con información clara y compartida.

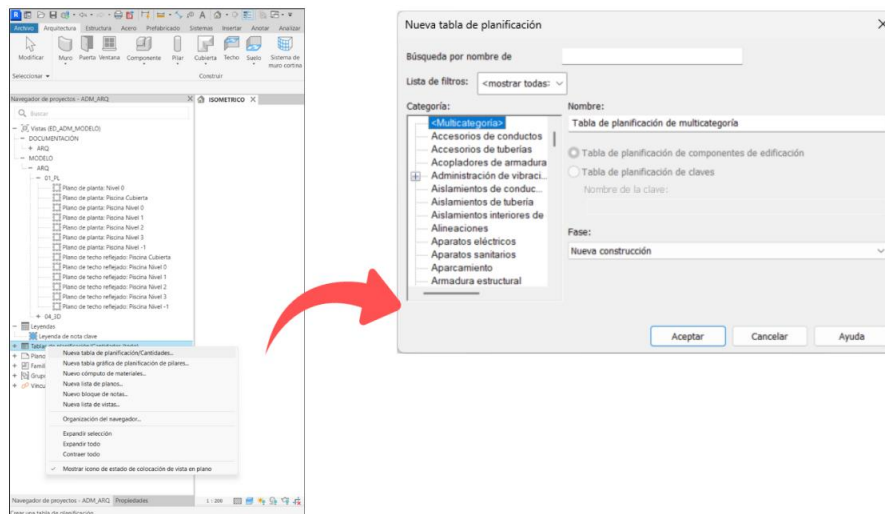
Abstracción y gestión de cantidades

Consiste en extraer del modelo BIM la información necesaria para calcular materiales, volúmenes y costos. Con la que se puede planificar con mayor precisión los recursos del proyecto, optimizar presupuestos y reducir desperdicios. Al centralizar la información en el modelo, se garantiza que los cálculos estén siempre actualizados y coherentes con el diseño.

Una vez finalizado este proceso de modelado y solución de colisiones el siguiente paso es la creación de tablas de planificación para cantidades y materiales. Inicia el proceso creando una tabla de planificación (Planificación/Cantidades) desde el navegador de proyecto está la herramienta tablas de planificación/cantidades, parándose sobre esta y dando click izquierdo en el ratón nos deja ver un listado de los tipos de tablas que se pueden generar, para este caso es una de cantidades. Una vez eligiendo el tipo de tabla abre una ventana donde pide seleccionar el tipo de elemento a cuantificar, primero la categoría de muros y nombramos esta tabla de una vez; y paso seguido se da aceptar. Ver figura 94.

Figura 94

Crear tablas planificación



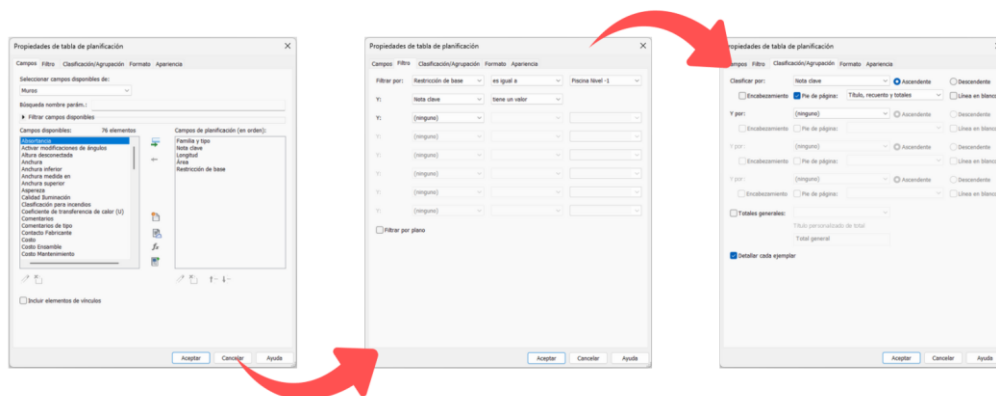
Nota. Elaboración propia

A continuación, abre las propiedades de la tabla, la primera pestaña pide estos campos para elaborar la tabla donde se selecciona los campos de: Tipo, Nota clave, Longitud, Área y Nivel. Luego se configura la pestaña de filtro para ir clasificando y limpiando esta tabla; para este caso se filtra por nivel y nota clave, paso seguido desde la pestaña de agrupar se realiza con el parámetro de nota clave para

que clasifique internamente estos elementos, activando subtotales por grupo. Y finalmente se da aceptar y crea la tabla. Ver figura 95.

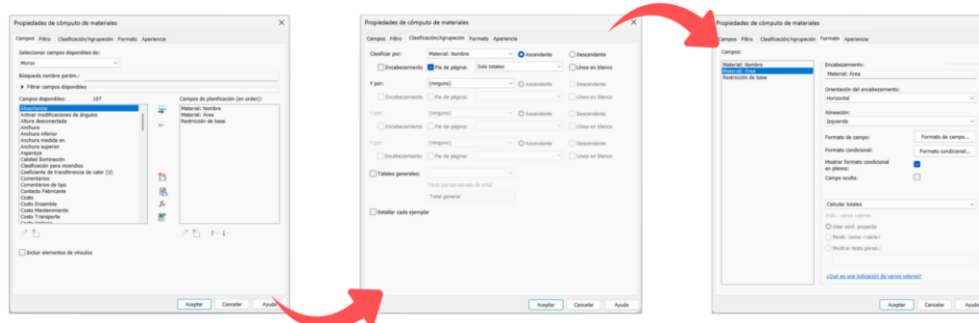
Figura 95

Configuración tablas planificación



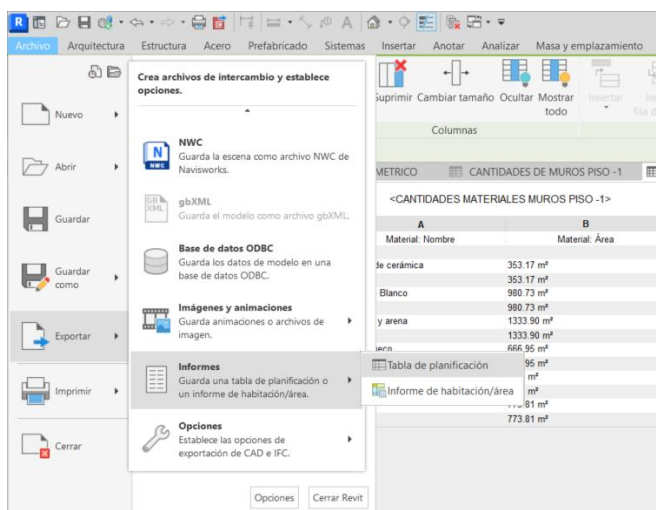
Nota. Elaboración propia

Hecho esto se procede a la creación de una tabla de materiales para este caso se selecciona una tabla de materiales y abre las propiedades de la tabla donde primero pide el tipo de elemento o la categoría a cuantificar para este caso muros y nombramos la tabla y aceptar, ya el paso seguido es la asignación de campos para esta tabla, en este caso los campos de: Material nombre, Material área, Material nota clave y nivel. Luego se configura la pestaña de filtro; para este caso se filtra por nivel, a continuación, desde la pestaña de agrupar se realiza con el parámetro de Material nombre, activando subtotales por grupo. A continuación, se revisa la pestaña de Formato para este caso se activa el parámetro “calcular totales” para el parámetro de “Material área”, y para el parámetro de Nivel se activa la opción de oculto. Y finalmente se da aceptar y crea la tabla. Ver figura 96.

Figura 96*Creación y configuración tablas materiales*

Nota. Elaboración propia

Ahora se procede a exportar esta tabla a Excel, para esto desde la vista de la tabla en la pestaña de “Archivo” se selecciona la herramienta “exportar”; despliega una lista donde se selecciona “Informe” y luego “Tabla de planificación”. Abre una ventana de documentos se selecciona la ruta; se le da un nombre al archivo y tipo de archivo como TXT. Revit muestra una ventana flotante donde se deja así mismo configurada y se le da aceptar. Ver figura 97.

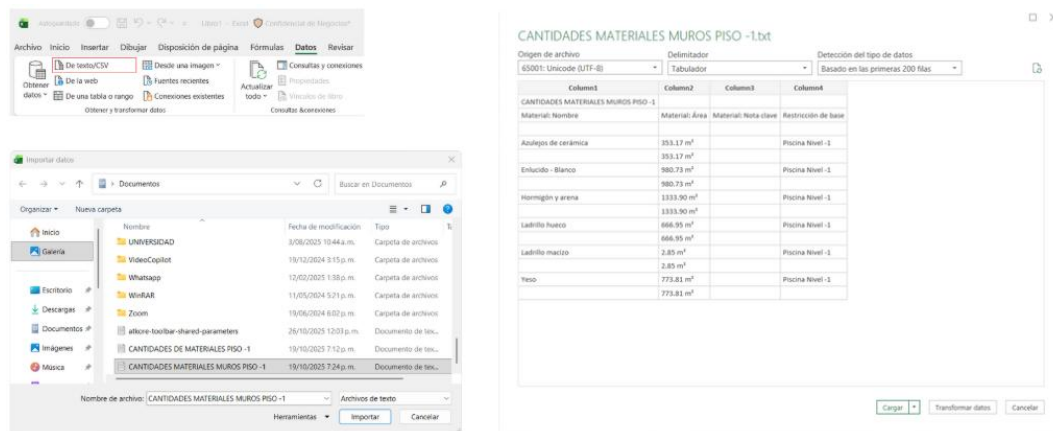
Figura 97*Exportar tablas de Revit*

Nota. Elaboración propia

A continuación, se abre un archivo en Excel en blanco, en la pestaña de “Datos” se selecciona La herramienta “de texto/CSV”, abre una ventana de documentos donde se selecciona el archivo de texto exportado desde Revit y se le da cargar. Ya lo carga Excel y abre la tabla tal cual la información que se tiene en Revit. Ver figura 98.

Figura 98

Proceso creación tablas en Excel



Nota. Elaboración propia

Sirve para extraer del modelo BIM los materiales, volúmenes y costos necesarios para la construcción. Esto permite planificar con precisión los recursos, optimizar presupuestos y reducir desperdicios, asegurando que la obra se ejecute de manera eficiente y controlada.

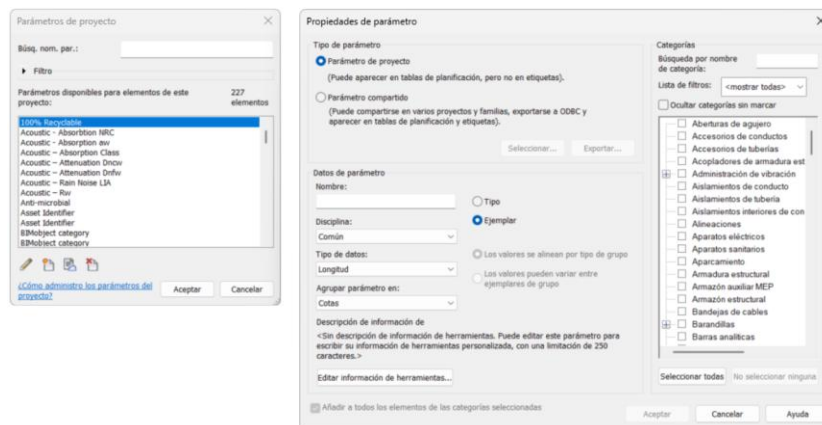
Configuración de planimetrías y documentación

Es la generación de planos, cortes, elevaciones y detalles a partir del modelo BIM. Por medio de la configuración de plantillas y filtros para la elaboración de planchas de representación de los sistemas. Con el fin de mantener coherencia entre el diseño y la documentación técnica, reduciendo tiempos de producción y evitando errores de actualización. Además, asegura que todos los documentos entregados reflejen fielmente el estado del modelo.

Se inicia organizando el navegador de proyecto de tal manera que se entienda como está distribuido, para ellos se organiza en dos partes una que hace parte de modelado y otra de planimetría; partimos con la creación de 4 parámetros que servirá para organizar el navegador de proyecto. Desde la pestaña “Gestionar” se selecciona la herramienta “Parámetros de proyecto”, esta abre una ventana con todos los parámetros que contiene el modelo; en la parte inferior de esta ventana hay cuatro herramientas, se da un click sobre la herramienta crear para el nuevo parámetro. Esta abre una ventana más donde pedirá ciertos parámetros de configuración como lo son; es un parámetro de proyecto o un parámetro compartido, adicional nombre de este parámetro, la disciplina a la que pertenecerá, el tipo de datos a ingresar en este parámetro, donde se va agrupar el parámetro, si es un parámetro “Tipo” o “Ejemplar” y para finalizar seleccionar a que categoría pertenece. Dicho esto, para estos parámetros se configuran de la siguiente manera so parámetro tipo, el nombrado responde al proyecto por lo tanto se nombrará como “ED_ADM_” seguido de un numero consecutivo y como se clasifica estas vistas, ejemplo: ED_ADM_01_FASE. A continuación, la disciplina será “Común”, tipo de datos será “texto”, y agrupar en “Datos de identidad”. Sera un “Ejemplar” y aplicara para las categorías de “Planos” y “Vistas”. Y finalmente se da aceptar. Ver figura 99.

Figura 99

Creación de parámetros en Revit

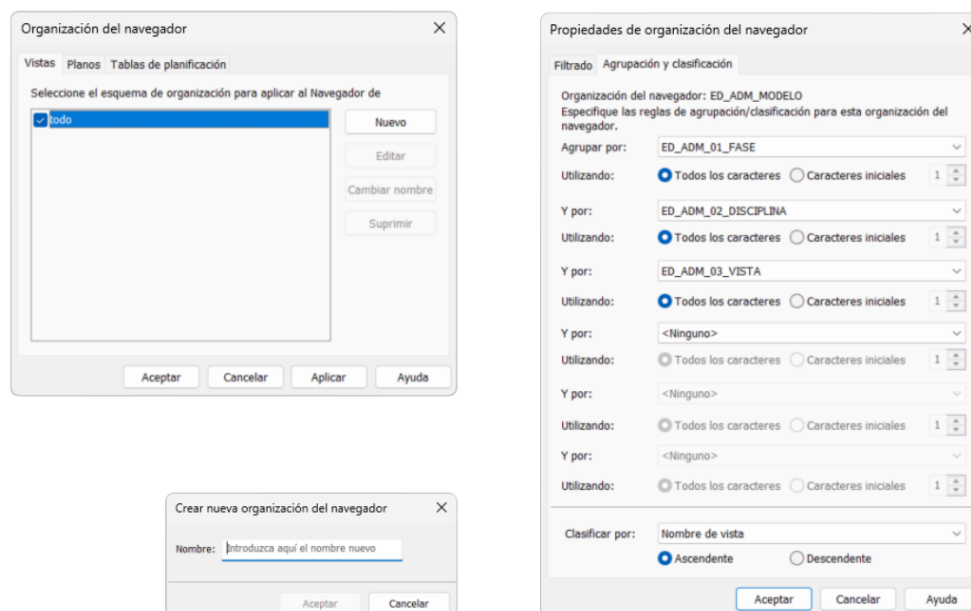


Nota. Elaboración propia

Se repite este proceso para los 4 parámetros, una vez creados se da aceptar. Y se pasa al navegador de proyecto y dar click derecho en la opción "Organización del navegador". Abre una ventana donde se configura el orden del navegador para vistas y planos. Se inicia con vistas, creando uno nuevo, dándole un nombre y finalmente abre una ventana de propiedades, desde la pestaña de "Agrupación y clasificación" se agrega como regla los parámetros antes creados y finalmente aceptar. Se repite el proceso para los planos y finalmente "Aceptar" y ya con esto se puede organizar el navegador de proyecto. Ver figura 100.

Figura 100

Configuración navegador de proyecto



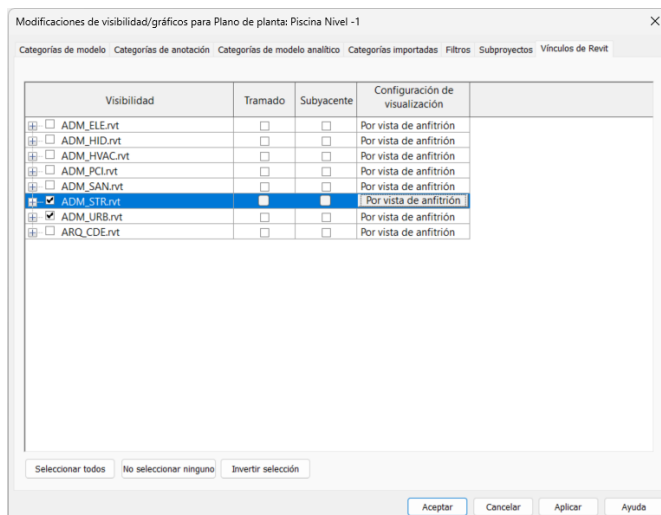
Nota. Elaboración propia

Se procede a llenar los campos de estos parámetros en las vistas y planos para que se puedan organizar correctamente dentro del navegador. Esto se clasificará con el tipo de fase que es si es modelo o si es para planos y con subcategorías identificando dentro de estos si son plantas, elevaciones, secciones o 3D. Una vez organizado todas estas vistas y clasificadas se proceden a crear vistas para planos y luego a incluirlas en los rótulos.

Para cada vista se duplicarán las plantas desde las originales y se crearán secciones, alzados e isométricos, para ir llenando de información los planos. Un proceso importante en la elaboración de vistas para planos es crear plantillas para cada tipo de vista así se logra unificar las vistas y sea más fácil la manipulación de estas. Para esto se puede crear una plantilla directamente con la herramienta plantillas de vista o ajustar el plano y crear desde la vista. Para este caso usaremos la segunda opción configuraremos las vistas y a partir de esta se generará la plantilla. Con el comando “VV” abre la configuración visual de la vista desde aquí se arregla inicialmente los vínculos Revit. Donde se dejarán solo los importantes a visualizar y los demás se apagan. Con los enlaces prendidos se procede a ajustar su visualización como lo son elementos que se necesitan ver y la intensidad; así mismo lo que no se requiere ver se oculta. Ver figura 101.

Figura 101

Configuración de visualización gráfica



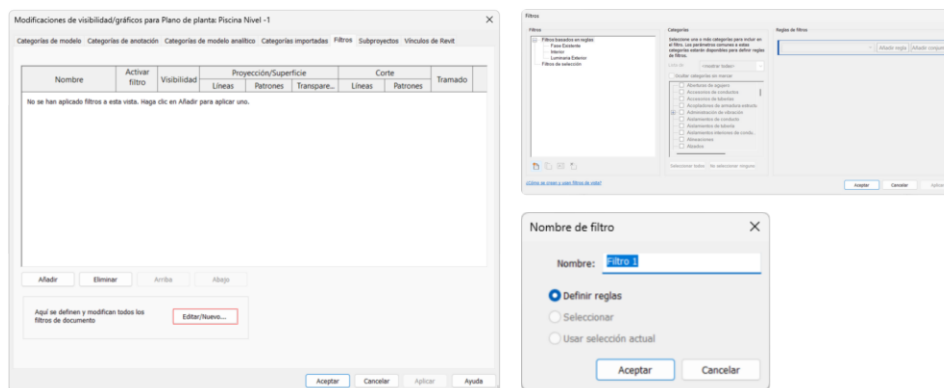
Nota. Elaboración propia

Paso seguido se hace lo mismo con las categorías de modelo donde se dejará lo que se necesita visualizar y la intensidad e igual manera que no se necesita visualizar y se oculta. Otra cosa importante en estos planos de las especialidades MEP es los filtros donde se podrá identificar los sistemas y aplicar

colores según normativa. Para esto en la pestaña filtros se podrán crear los que se necesitan, en la opción de “Editar/Nuevo” abre una ventana donde se pueden visualizar los filtros creados y deja crear nuevos, con un clic en la herramienta “Nuevo” crea una ventana para nombrar el filtro y paso seguido abre otra ventana para configurar el filtro donde pedirá seleccionar las categorías del modelo para aplicar este filtro y unas reglas. Configurado esto se da “Aceptar” y añadir estos filtros a la vista y se configura color, patrones y demás opciones para visualización en los planos. Dar “Aceptar” y ya quedan aplicados a la vista. Ver figura 102.

Figura 102

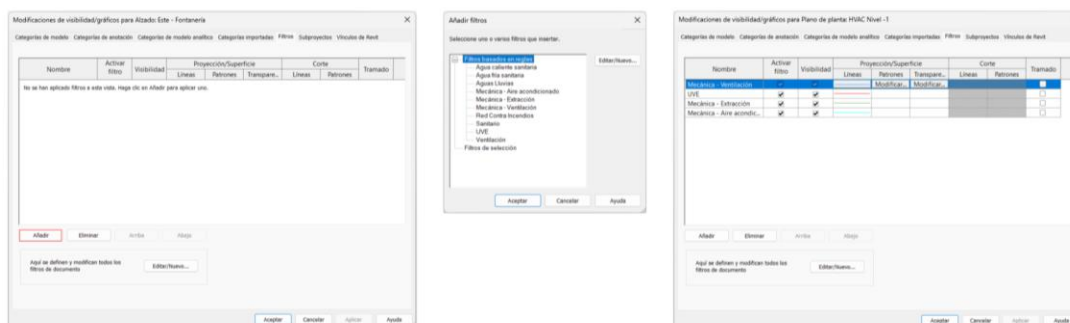
Creación de filtros



Nota. Elaboración propia

Figura 103

Configuración de filtros

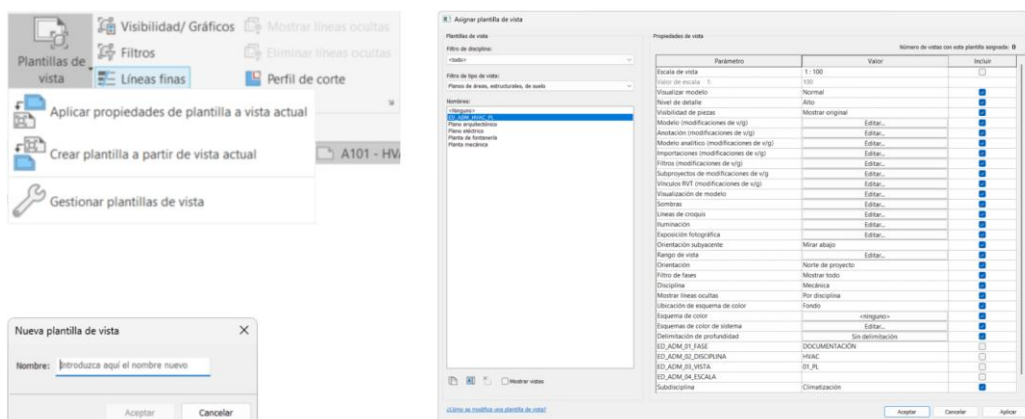


Nota. Elaboración propia

Para finalizar este proceso se crea la plantilla desde la vista actual desde la pestaña “Vista” y la herramienta “Plantillas de vista” seleccionar crear a partir de la vista actual, crea una ventana para nombrar esta platilla y se da “Aceptar”. Por último, genera una ventana con la configuración de la plantilla donde se puede activar o desactivar que se quiere aplicar en todas las vistas o que puede ser de libre edición, como lo puede ser rangos de vista y escalas. Ver figura 104.

Figura 104

Crear plantilla



Nota. Elaboración propia

Este proceso se repite para cada especialidad y así se generan los planos para la documentación final. Y ya es solo ajustarle etiquetas de tuberías o ductos y elementos en general, agregar notas para ser más claro de lo que se quiere mostrar y así ya quedan los planos finales.

Sirve para generar planos, cortes, elevaciones y detalles directamente desde el modelo BIM. Manteniendo una actualización inmediata de cambios hechas en el modelo en la representación gráfica final. Esto garantiza coherencia entre diseño y documentación, ahorra tiempo en la producción de planos y evita errores de actualización, ya que todo se vincula al modelo central.

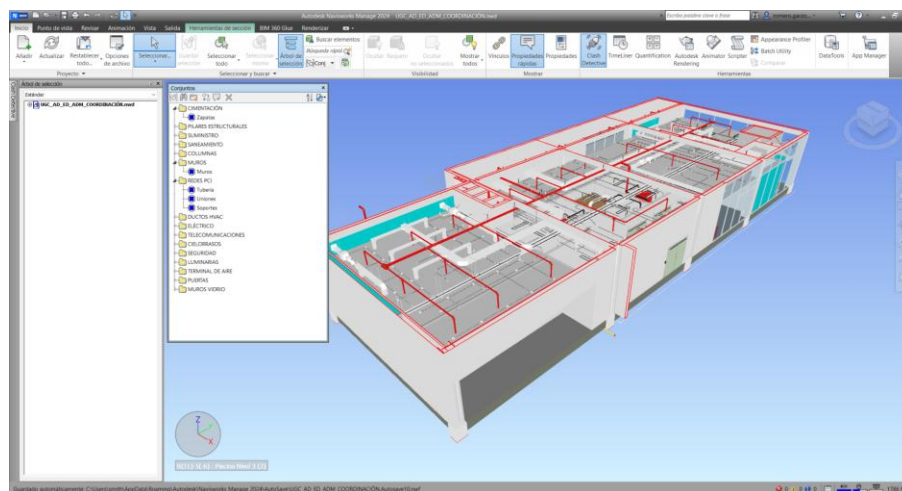
Simulación de actividades constructivas

Es la integración del modelo tridimensional con la programación de obra en el tiempo. Permite visualizar la secuencia constructiva, anticipar problemas logísticos y mejorar la planificación. Con esta herramienta, los equipos pueden evaluar escenarios, optimizar cronogramas y coordinar recursos de manera más eficiente, reduciendo riesgos durante la ejecución.

Para este paso se realiza desde el software Navisworks Manage abriendo el archivo ya creado anteriormente con todos los modelos vinculados se inicia abriendo la herramienta “Árbol de selección” desde la pestaña inicio, para tener todos los elementos del modelo y simultaneo abrir la herramienta “Conjunto” donde abrirá una ventana para ir creando carpetas con las categorías de elementos teniendo presente el paso a paso de cómo se ejecutará en obra. Estos conjuntos llevarán un orden lógico de construcción en obra para el siguiente paso. Paso seguido desde el árbol de selección traemos por categorías y especialidades los elementos y los arrastramos las carpetas según corresponda. Ver figura 105.

Figura 105

Creación de conjuntos



Nota. Elaboración propia

Una vez finalizado este proceso se procede a asignarla en una línea de actividades y darle fechas de proceso en obra, para esto desde la pestaña inicio con la herramienta “TimeLiner” abre en la parte inferior de la ventana de diseño una línea de actividades, desde la pestaña “Tareas” con la herramienta “Añadir tareas automáticamente” traemos los conjuntos creados anteriormente y ya los trae con tiempos estimados directamente del software. Ver figura 106.

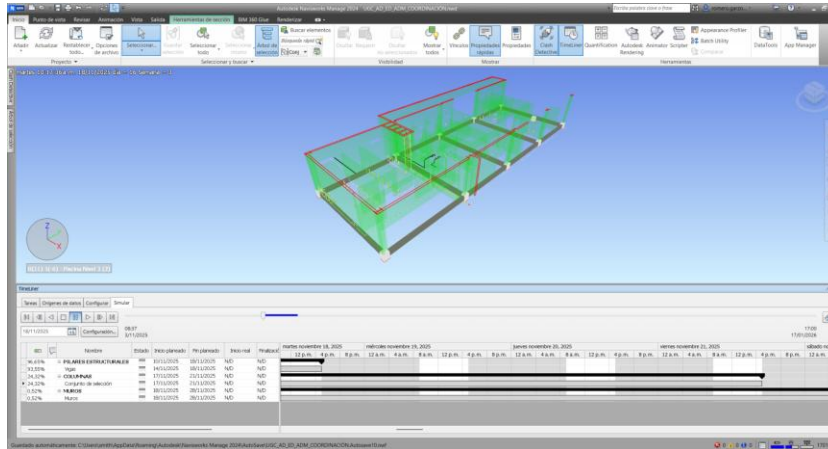
Figura 106

Herramienta TimeLiner



Nota. Elaboración propia

Una vez generada esta línea de tiempos se ajusta las fechas de cada proceso manual desde las casillas de “Inicio planeado” y “Fin planeado” se da un estimado de fechas para cada proceso así se logra obtener algo más realista. Y desde la pestaña “Simular” genera una reproducción del proceso de construcción del edificio con las fechas ya agregadas. Ver figura 107.

Figura 107*Simulación 4D*

Nota. Elaboración propia

Y con la herramienta “Exportar animación” se genera una ventana para configuración de la animación. Donde se ajustan los parámetros origen, renderizado y formato de salida y finalmente “Aceptar”. Abre una ventana de documentos para darle la ruta de guardado del archivo y finalmente “Guardar”

Sirve para integrar el modelo tridimensional con la programación de obra en el tiempo, permitiendo visualizar la secuencia constructiva. Con ello se anticipan problemas logísticos, se optimizan cronogramas y se mejora la planificación de recursos, reduciendo riesgos durante la ejecución.

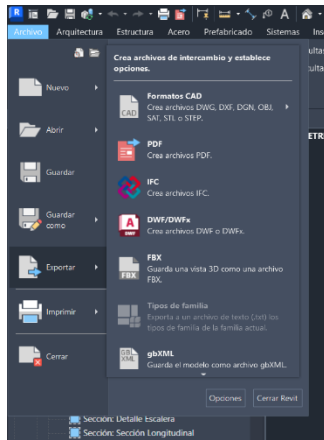
Realidad virtual e inmersiva

Exportación a IFC entre otros.

Es importante tener en cuenta que el archivo debe exportarse en formato IFC para poder usarlo en otros programas. En Revit, esto se hace entrando a *Archivo*, luego *Exportar* y finalmente escogiendo la opción *IFC*, que aparece con su respectivo ícono. Ver figura 108.

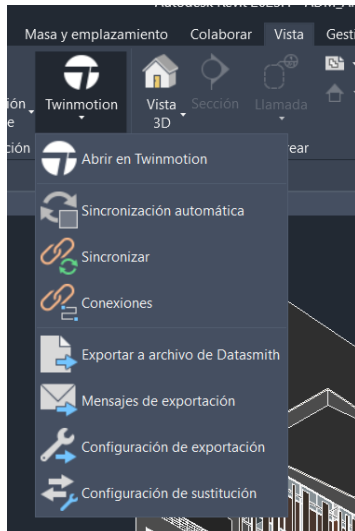
Figura 108

Exportar IFC



Nota. Elaboración propia

Del mismo modo, es importante realizar la exportación del proyecto a Twinmotion, ya que este programa permite visualizar y ambientar el modelo para obtener una representación más completa del diseño. Twinmotion se instala como un complemento para Revit y, una vez integrado, aparece en la pestaña de “*Vista*”, en la sección “*Twinmotion*”. Desde allí es posible exportar el proyecto mediante un archivo en formato Datasmith. Ver figura 109.

Figura 109*Herramienta Twinmotion*

Nota. Elaboración propia

Esto es fundamental para el proyecto, ya que permite realizar la revisión del modelo 3D directamente en Twinmotion permite explorar y presentar el proyecto de manera realista y dinámica

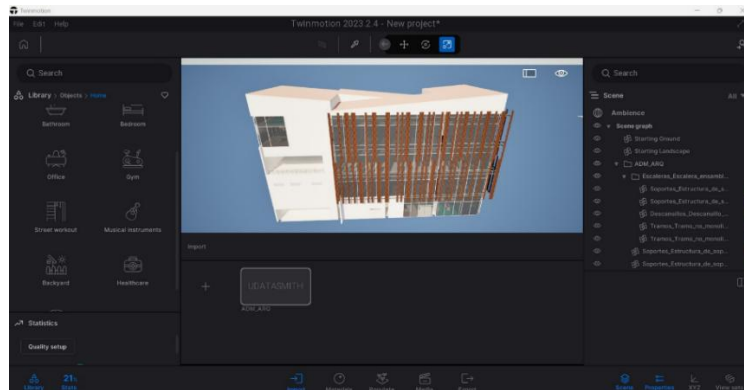
Renderización en tiempo real.

Inicialmente se definirá, es el proceso de revisión y selección de los materiales que se aplicarán a la arquitectura del edificio. Se analizan diferentes opciones para muros, tipos de vidrio en ventanas, pastos para las áreas de urbanismo, materiales para barandas y acabados interiores, entre otros elementos constructivos.

En Twinmotion es importante comenzar con la importación de los archivos necesarios. En este caso, se inició con el modelo arquitectónico, seguido del urbanismo, la estructura y los demás sistemas del proyecto. Ver figura 110.

Figura 110

Herramienta Insertar

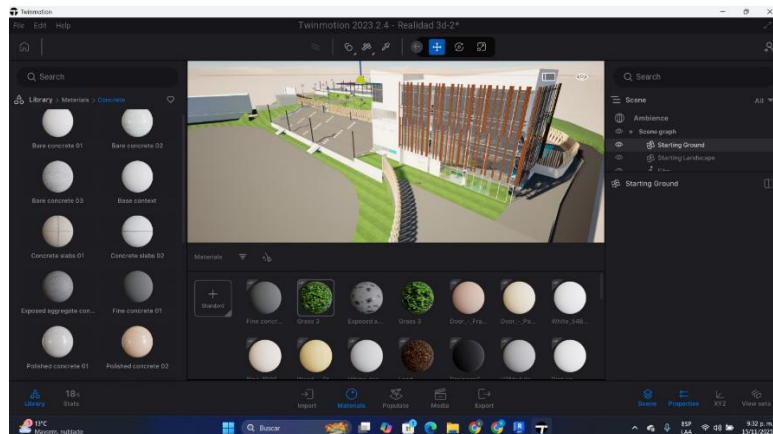


Nota. Elaboración propia

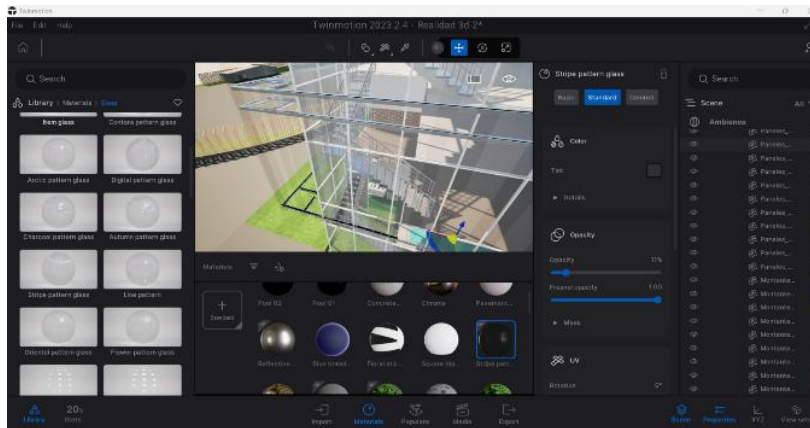
Así mismo, se comienzan a revisar los diferentes materiales que pueden aplicarse a la arquitectura del proyecto, evaluando cuáles se ajustan mejor al diseño. Esto incluye la selección de materiales para los muros, los tipos de vidrio en las ventanas, el tipo de pasto para las áreas de urbanismo, los materiales de las barandas y los acabados para los interiores del edificio, entre otros elementos. Ver figura 111.

Figura 111

Herramienta material exterior



Nota. Elaboración propia

Figura 112*Herramienta material vidrio*

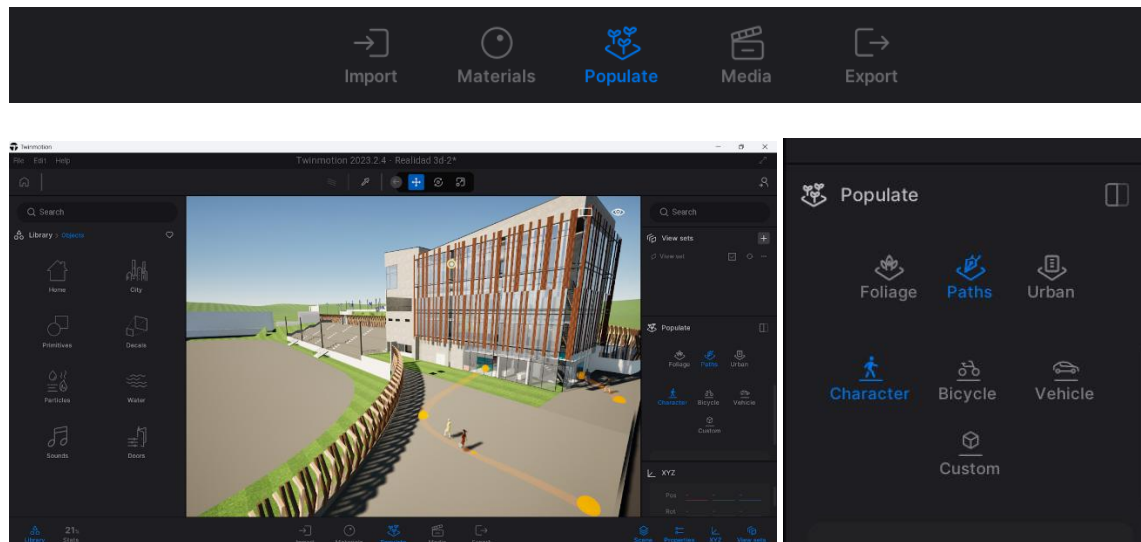
Nota. Elaboración propia

Sirve para determinar qué materiales se ajustan mejor al diseño del proyecto, garantizando coherencia estética, funcionalidad y calidad. Esta revisión permite definir acabados adecuados, mejorar la apariencia general del edificio y asegurar que cada componente cumpla con las necesidades arquitectónicas y de diseño establecidas.

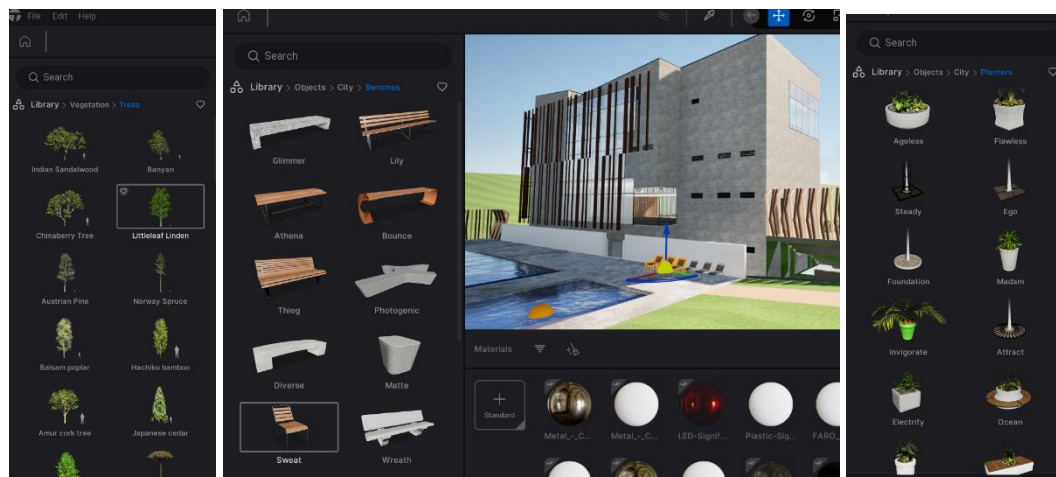
Fotomontaje y retoque fotográficos 3D.

Es el proceso de selección de mobiliario urbano, mobiliario doméstico , árboles, personas, luminarias y otros elementos necesarios para complementar el proyecto. Estas familias se aplican tanto en los espacios interiores como en las áreas exteriores utilizando las opciones que ofrece Twinmotion.

En esta parte no solo es posible modificar los materiales del proyecto, sino también ajustar el comportamiento de las personas dentro del entorno, tanto en el exterior como en el interior del modelo. Para ello, se utiliza la opción “*Populate*”, luego “*Paths*” y finalmente “*Character*”. Desde allí se puede seleccionar el recorrido que se desea generar para simular el movimiento de las personas en el proyecto. Ver figura 113.

Figura 113*Herramienta personas**Nota.* Elaboración propia

También permite definir las familias de mobiliarios, árboles, personas y demás elementos necesarios para el proyecto, tanto en los espacios interiores como en los exteriores. Twinmotion ofrece una amplia variedad de familias que permiten complementar y ambientar adecuadamente el modelo.

Figura 114*Herramienta mobiliario exterior**Nota.* Elaboración propia

Sirve para ambientar y complementar el modelo 3D, aportando realismo. La selección adecuada de estas familias permite representar de manera más precisa los espacios, mejorar la comunicación del diseño y facilitar la comprensión del proyecto por parte de clientes y equipos técnicos

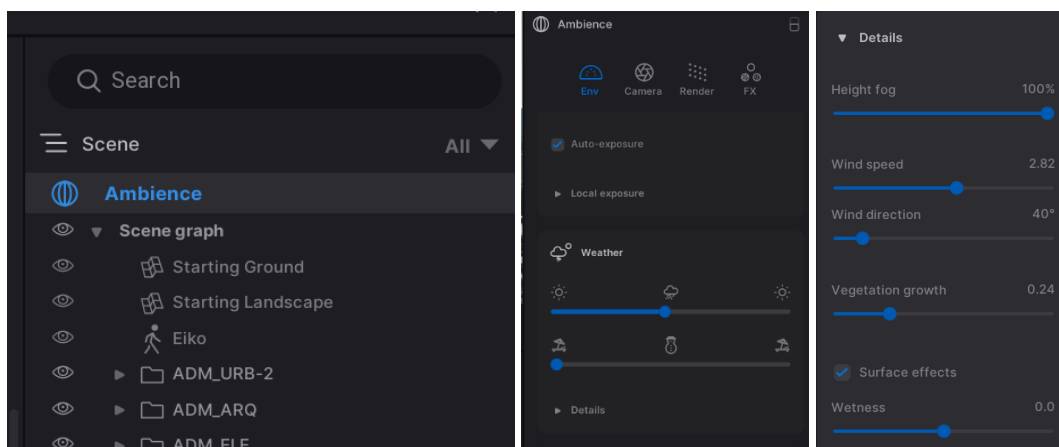
Fondos climáticos. Manejo de luces, sombras y reflejos.

Es el proceso de ambientación de los espacios interiores del edificio mediante la configuración de las luces. Esto implica ajustar la iluminación artificial para que cada área del interior refleje adecuadamente su diseño y función esto se puede hacer por medio de las librerías del programa.

Se pueden definir los distintos tipos de clima que se aplicarán al proyecto, ya que Twinmotion permite configurar ambientes fríos, cálidos, lluviosos e incluso nevados, según el efecto que se desee lograr. En este caso, se trabajó con dos ambientes específicos: un escenario con lluvia y otro con sol cálido. Para configurar estos tipos de ambiente, se ingresa a la opción “Ambience”. Allí se abre una ventana donde se selecciona “Env”, desde donde es posible ajustar el clima deseado. En la sección “Details” se pueden especificar aspectos como la cantidad de nubes, el tamaño de los árboles y otros elementos que complementan el modelo. Ver figura 114.

Figura 115

Herramienta Ambiente



Nota. Elaboración propia

Figura 116

Vista clima lluvioso



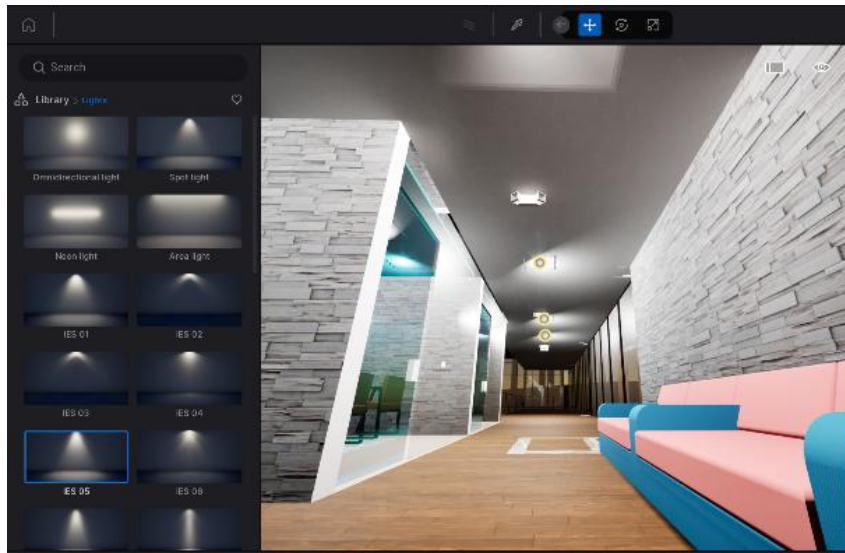
Nota. Elaboración propia

Figura 117

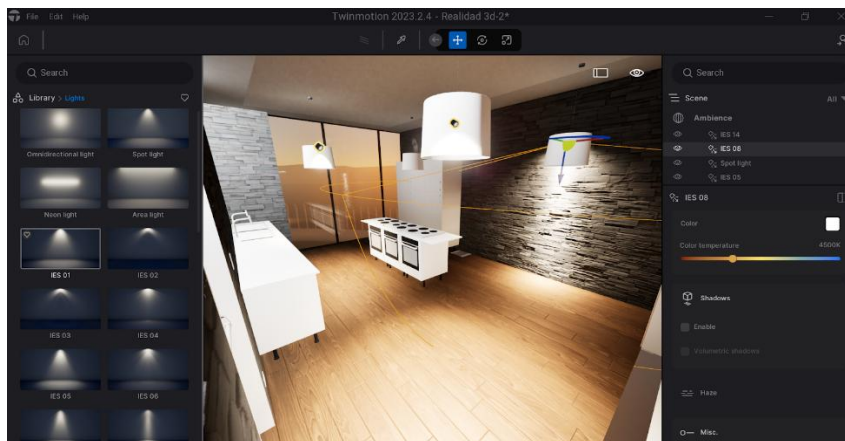
Vista clima soleado



Nota. Elaboración propia

Figura 118*Herramienta luces*

Nota. Elaboración propia

Figura 119*Configuración luces*

Nota. Elaboración propia

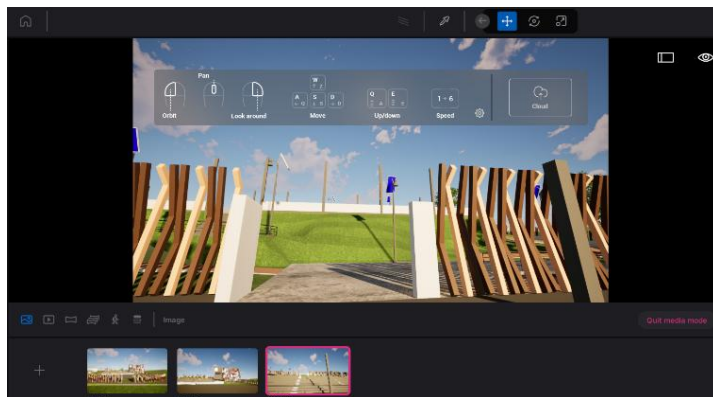
Sirve para lograr una representación realista de los ambientes internos, resaltando materiales, mobiliario, espacios y detalles arquitectónicos. Una correcta iluminación permite comunicar mejor la intención del diseño, mejorar la percepción espacial.

Visualización de modelos 3D

Esto no solo ofrece la posibilidad de renderizar una imagen, sino que también permite generar un recorrido por todo el edificio y sus alrededores. Para hacerlo, se ingresa a la sección Media, luego se selecciona el ícono de imagen o video en el botón +, y desde allí se elige el tipo de recorrido que se desea crear. ya después se selecciona el video y se exporta como MP4.

Figura 120

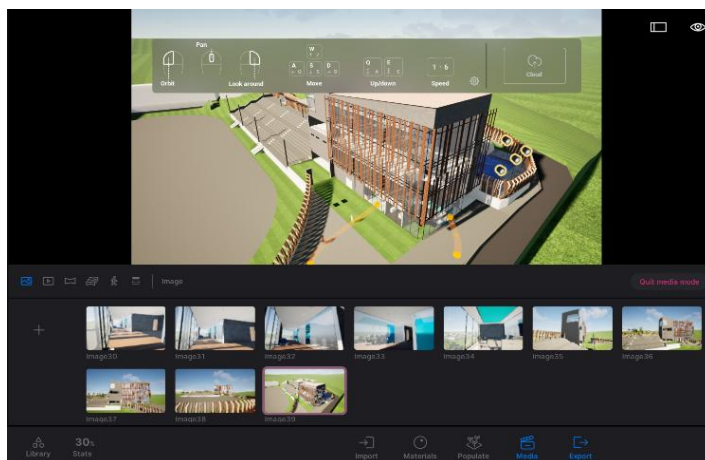
Herramienta HDRI



Nota. Elaboración propia

Figura 121

Herramienta medios



Nota. Elaboración propia

Sirve para visualizar el proyecto de manera dinámica, permitiendo recorrer los espacios y apreciar su diseño desde diferentes perspectivas. Esto facilita la comprensión del proyecto, mejora la presentación, aporta una experiencia más realista que una imagen estática.

Realidad virtual inmersiva

El uso de la aplicación Augin , un complemento o plugin de Revit, permite visualizar el modelo en realidad aumentada. Al crear una cuenta y seleccionar en Augin después abrir la cuenta en “Login” después en la opción “Send Current View”, el proyecto se carga directamente en la aplicación del celular para poder verlo desde allí.

Figura 122

Interfaz Augin



Nota. Elaboración propia

Figura 123*Avatar**Nota.* Elaboración propia

Ya que permite generar recorridos 3D del modelo mediante diferentes modos de visualización, como un avatar o un dron. La herramienta también permite crear cortes del proyecto, ajustar opacidades del modelo y realizar exportaciones para visualizar el proyecto en superficies virtuales, como una mesa, por medio de un celular.

Figura 124*Realidad aumentada**Nota.* Elaboración propia

Sirve para explorar el modelo arquitectónico de manera interactiva, facilitando la revisión del proyecto desde diferentes perspectivas. Las funciones de cortes, opacidades y recorridos ayudan a analizar detalles constructivos, comunicar mejor el diseño y presentar el proyecto en formatos más intuitivos.

Inteligencia Artificial (IA)

Es la función que permite visualizar la evaluación que la inteligencia artificial realiza sobre el proyecto, enfocándose específicamente en el cumplimiento de los requisitos establecidos por la NSR-10. Además, permite hacer un barrido rápido del modelo para identificar de inmediato cualquier falta o norma que no se esté cumpliendo. Gracias a esto, se pueden corregir errores a tiempo y asegurar que el proyecto avance de manera más precisa y alineada con los estándares técnicos.

Figura 125

Resultados IA

1. DISTRIBUCIÓN GENERAL Y CUMPLIMIENTO CON USO ADMINISTRATIVO

✓ ZONIFICACIÓN

El edificio presenta áreas compatibles con un uso administrativo/comercial:

- Locales 102, 103, 104, 105
- Área técnica: cuartos eléctricos, bombas, medidores, aseo, basuras.
- Servicios sanitarios separados H/M
- Cafetería / zona de apoyo alimentario
- Recepción y circulación claramente establecidas

👉 Cumple con la zonificación funcional básica, separando:

- Área pública (cafetería, recepción, circulación)
- Área de servicios (técnicos y baños)
- Área privada/comercial (locales)

2. CIRCULACIONES Y RUTAS DE EVACUACIÓN (NSR-10 – A.2 y A.3)

✓ Positivos

- Hay pasillos continuos y sin interrupciones mayores.
- Las puertas de cuartos técnicos abren hacia el pasillo técnico, permitiendo control.
- La cafetería presenta varias salidas.

⚠ Observaciones

1. Falta señal clara de salidas de emergencia.

→ La NSR-10 exige que las rutas estén identificadas y conduzcan a un punto seguro.

4. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS (NSR-10 – A.3, NTC 2050)

✓ Positivos

- Existe un Cuarto de Bombas, lo cual indica sistema contra incendios.
- Espacio para medidores y sistemas eléctricos está correctamente aislado.

5. SERVICIOS SANITARIOS (NSR-10 – A.2 y normas de salud)

✓ Positivos

- Baños diferenciados H/M.
- Cuarto de aseo centralizado.
- Aforo estimado para oficinas/administración parece suficiente.

⚠ Faltantes

- Falta un baño accesible / unisex exigido para edificios públicos o administrativos.

Nota. Elaboración propia

Sirve para verificar de manera rápida y automatizada si el proyecto cumple con los parámetros técnicos y normativos de la NSR-10 y/o de otras normas, facilitando la detección de posibles

incumplimientos u observaciones y permitiendo realizar ajustes oportunos durante el proceso de diseño.

Gracias a esto, se puede realizar ajustes oportunos durante el proceso, lo que ayuda a mantener el proyecto dentro de la norma establecida y a optimizar la calidad técnica desde las primeras etapas.

Renders

Figura 126

Render 1



Nota. Elaboración propia

Figura 127

Render 2



Nota. Elaboración propia

Figura 128

Render 3



Nota. Elaboración propia

Figura 129

Render 4



Nota. Elaboración propia

Figura 130

Render 5



Nota. Elaboración propia

Conclusiones y Recomendaciones

El Parque La Colina, ubicado en Guateque, Boyacá, enfrenta una serie de problemáticas relacionadas con el abandono de sus espacios recreativos y deportivos, lo que ha generado inseguridad, deterioro de la infraestructura y una desconexión entre sus diferentes equipamientos. Sin embargo, a través de un proceso de observación y diagnóstico participativo, se han propuesto una serie de intervenciones que buscan transformar este complejo deportivo. Estas acciones incluyen la eliminación de barreras físicas, la creación de zonas de permanencia, esparcimiento y comercio, así como la mejora e integración del parque, piscina y el estadio. Con estas estrategias, se espera no solo recuperar el espacio, sino también fomentar el uso activo, seguro y continuo por parte de la comunidad, mejorando así la calidad de vida de los habitantes de Guateque y fortaleciendo el tejido social del municipio. La propuesta no solo mejora la infraestructura deportiva, sino que promueve la participación y el sentido de identidad local. La modernización y ampliación de las áreas existentes, junto con nuevas zonas recreativas, que ofrecen más actividades en un entorno seguro, inclusivo y atractivo para todos.

El complejo deportivo demuestra que la transformación urbana no depende únicamente de nuevas infraestructuras, sino de una estrategia urbana integral. Al integrar espacios de recreación, deporte, comercio y esparcimiento, se busca impulsar la permanencia de los usuarios, fomentando la apropiación del lugar y activar la economía local. Bajo esta estrategia, la sostenibilidad, la accesibilidad y la funcionalidad se convierten en principios que orientan la renovación del tejido urbano, garantizando que los espacios públicos y deportivos se articulen de manera coherente con la movilidad y el comercio.

Finalmente, la implementación de la metodología BIM se convierte en un eje fundamental para garantizar la calidad y coherencia del proyecto. Su aplicación para el edificio administrativo permitió coordinar de manera precisa las diferentes especialidades, asegurando que cada sistema se

representara con precisión, asegurando que la propuesta no se limite a un diseño conceptual, sino que se proyecte como una herramienta de gestión integral.

La coordinación y detección de interferencias se convirtieron en una herramienta fundamental para anticipar problemas antes de la ejecución física. Gracias a los procesos de revisión y análisis de colisiones, fue posible identificar inconsistencias entre disciplinas y proponer soluciones oportunas, reduciendo riesgos, costos y tiempos de obra. Este aspecto garantizó que el proyecto se consolidara como un ejercicio técnico riguroso, capaz de responder a las exigencias de un complejo urbano de gran escala.

Por último, la incorporación de la realidad aumentada e inmersiva permitió visualizar el proyecto de manera más realista y cercana a la experiencia final del usuario. Estas herramientas facilitaron la comprensión integral del diseño, ofreciendo una representación más precisa y apoyando la toma de decisiones sobre acabados y detalles constructivos. Además, su aplicación hizo posible identificar anticipadamente posibles fallas o inconsistencias en el diseño, lo que contribuye a corregir errores antes de la ejecución en obra.

Lista de Referencia o Bibliografía

- Alcaldía de Guateque. (2021). Revisión General y Ajuste del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT). Administración Municipal de Guateque. Recuperado el 27 de mayo de 2025
- Bauhaus. (s.f.). Nebulizadores: qué son, cómo funcionan, tipos e instalación. Recuperado el 25 de mayo de 2025, de <https://www.bauhaus.es/consejos/jardin-ocio/nebulizadores-que-son-como-funcionan-tipos-e-instalacion>
- Borden, I. (2001). Skateboarding, espacio y la ciudad: Arquitectura y el cuerpo. Berg.
- BSI. (2013). PAS 1192-2: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. British Standards Institution.
- buildingSMART. (2020). Industry Foundation Classes (IFC) & BIM Collaboration Format (BCF). buildingSMART International
- Carmona, M. (2018). Principios para el diseño, planificación y gestión del espacio público. Routledge.
- CIC. (2013). BIM Protocol. Construction Industry Council.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Wiley.
- Gehl, J. (2011). La vida entre edificios: Usando el espacio público. Island Press.
- Glover, T. D. (2011). Capital social y parques urbanos: Investigación y práctica. Routledge.
- Google. (s.f.). [Google Earth]. Recuperado el 27 de mayo de 2025, de <https://earth.google.com/>
- Google. (s.f.). [Google Maps]. Recuperado el 27 de mayo de 2025, de <https://www.google.com/maps>
- Imrie, R. (2012). Discapacidad y la ciudad: Perspectivas internacionales. Routledge.
- ISO. (2018). UNE-EN ISO 19650-1 y 19650-2: Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil. International Organization for Standardization.
- Jacobs, J. (1961). Muerte y vida de las grandes ciudades. Random House.

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *La experiencia de la naturaleza: Una perspectiva psicológica*. Cambridge University Press.

Koala Architecture and Engineering. (2020, 20 de mayo). *Ciclo de vida de un proyecto BIM* [Imagen].

Koala Architecture. <https://koalaarchitecture.com/ciclo-de-vida-de-un-proyecto-bim/>

PMI Madrid. (s.f.). *Integrated Project Delivery* [Imagen]. PMI Madrid Chapter. <https://pmi-mad.org/iniciativas/grupos/gi-construccion/integrated-project-delivery>

Lefebvre, H. (1974). *La producción del espacio*. Blackwell.

Lynch, K. (1981). *Una teoría de la buena forma urbana*. MIT Press.

Madanipour, A. (2010). *¿De quién es el espacio público? Estudios de caso internacionales en diseño y desarrollo urbano*. Routledge.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). Resolución 0441 de 2020, por la cual se fijan los lineamientos para la implementación del plan piloto de licencias urbanísticas mediante medios electrónicos. Diario Oficial No. 51.432 del 1 de septiembre de 2020.
<https://www.curaduria4.com.co/archivos/RESOLUCION-441-2020.pdf>

Moreno, C. (2020). *La ciudad de los 15 minutos: Un nuevo modelo urbano*. Urban Studies Journal.

O'Connor, B. (2022, 6 mayo). *Conceptos básicos del sistema de agente limpio*. National Fire Protection Association. <https://www.nfpa.org/es/news-blogs-and-articles/blogs/2022/05/06/conceptos-b%C3%A1sicos-del-sistema-de-agente-limpio>

Penn State University. (2010). *BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.0*. The Computer Integrated Construction (CIC) Research Group, Pennsylvania State University.

Silva, C., & Fernández, J. (2020). *Cultura, deporte y recreación en el desarrollo social*. Editorial Universitaria.

Steinfeld, E., & Maisel, J. (2012). *Diseño universal: Creando entornos inclusivos*. Wiley.

- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Taylor, M. (2019). Acceso equitativo a instalaciones deportivas urbanas. *Urban Planning Journal*.
- Ulrich, R. S. (1984). La vista a través de una ventana puede influir en la recuperación de una cirugía. *Science*, 224(4647), 420-421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). Wiley.
- Salazar, J. A., & Galindo, J. A. (2018). Implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción en Latinoamérica. *Revista de Ingeniería y Construcción*, 33(2), 123–134.
- Blaser, W. (1997). *Mies van der Rohe: The Art of Structure*. Birkhäuser.
- Lamprecht, B. (2000). *Richard Neutra: Complete Works*. Taschen.
- Pérez-Moreno, J. (2018). Luis Barragán: La revolución emocional. Universidad de Sevilla.
- Ingeniería Civil. (s.f.). Modelamiento estructural. Recuperado de
<https://ingenieriacivilcivil.com/estructura/modelamiento-estructural>
- Ching, F. D. K. (2015). *Form, space, and order* (4th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Neufert, E. (2012). *Arte de proyectar en arquitectura* (18.ª ed.). Barcelona: Gustavo Gili.
- National Fire Protection Association (NFPA). (2019). *NFPA 13: Standard for the installation of sprinkler systems*. Quincy, MA: NFPA.
- McDowall, R. (2007). *Fundamentals of HVAC systems*. Oxford: Elsevier.
- Telecommunications Industry Association (TIA). (2017). *TIA-568: Commercial building telecommunications cabling standard*. Arlington, VA: TIA.

Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. (2010). Reglamento

Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

ICONTEC. (2017). NTC 1500: Código Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. Bogotá:

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

ANRACI. (2024). Normograma de la Protección Contra Incendios en Colombia. Asociación Nacional de

Protección Contra Incendios.

Ministerio de Minas y Energía. (2023). Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas – RETSIT. Bogotá:

Minenergía.

Ministerio de Minas y Energía. (2024). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. Bogotá:

Minenergía.

Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC). (2018). Reglamento de Redes Internas de

Telecomunicaciones – RITEL. Resolución 5405 de 2018 y Resolución 5993 de 2020.