

**PROPUESTA INTEGRAL ARTICULADORA ENFOCADA EN EQUIPAMIENTO DEPORTIVO PARA EL
DESARROLLO URBANO Y SOCIAL DE YOPAL, CASANARE**

Arnol Stiven Saray Rojas, Carlos Fernando Venegas Sánchez



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2025

**Propuesta Integral Articuladora enfocada en Equipamiento Deportivo para el Desarrollo Urbano y
Social de Yopal, Casanare**

Arnol Stiven Saray Rojas, Carlos Fernando Venegas Sánchez

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

**Directores: Mg. Carlos Fernando Hincapie Aristizabal,
Arq. Yuber Alberto Nope Bernal**



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2025

Dedicatoria

Queremos dedicar el presente documento, en primer lugar, a nuestro Dios todopoderoso, por otorgarnos la fuerza y el conocimiento necesario para enfrentar cada desafío y continuar avanzando en este camino hacia nuestra formación profesional.

A nuestras familias, especialmente a nuestros padres, quienes, con su apoyo incondicional, amor, cariño y sus sacrificios que han sido el pilar fundamental para llegar hasta esta etapa. Gracias por estar siempre a nuestro lado y creer en nosotros.

A nuestros hermanos y hermanas, por su compañía y ánimo constante, que nos motivaron en los momentos más difíciles y celebraron con nosotros cada logro.

A nuestros amigos y compañeros, que hicieron de este proceso una experiencia enriquecedora, compartiendo conocimientos, momentos de alegría y aprendizaje.

Y a los docentes de la Universidad La Gran Colombia, por su dedicación y por compartir con nosotros su conocimiento, guiándonos para enfrentar los retos de la arquitectura.

A todos ustedes, simplemente gracias por ser nuestro apoyo incondicional y ser los gestores para poder culminar con éxito esta etapa de nuestras vidas.

Agradecimientos

Quisiéramos expresar, ofrecer y brindar nuestro sincero agradecimiento a Dios, por ser nuestra guía y fortaleza durante todo este proceso, brindándonos la paciencia y el ánimo necesarios para superar los retos y avanzar con determinación hacia la culminación de esta etapa académica.

A nuestras familias, principalmente a nuestros padres, por su apoyo inquebrantable, amor y sacrificios constantes para que fuésemos mejores personas cada día. Les agradecemos por ser nuestro motor y por inculcarnos valores que nos han permitido enfrentar con responsabilidad y compromiso cada desafío en este camino hacia la profesionalización.

A nuestros hermanos y hermanas, por su compañía y respaldo constante, acompañándonos en cada paso y celebrando con nosotros los logros alcanzados.

A nuestros amigos y compañeros de carrera, quienes compartieron con nosotros no solo conocimientos, sino también experiencias, motivación y solidaridad, haciendo de este proceso algo más enriquecedor y llevadero.

A mis compañeras de trabajo, quienes estuvieron presentes en esos últimos meses de semestre, apoyándome, en cada risa y sobre todo en cada mensaje de ánimo. Les doy las gracias por acompañarme, por hacer el final del camino un poco más ligero y por recordarme la fortuna de poder culminar con éxito esta etapa universitaria. Su compañía hizo que cada momento de este último semestre valieran la pena. Simplemente gracias por demostrarme el poder de la amistad.

Agradecemos profundamente a todos los docentes de nuestra facultad que nuestra alma mater (Universidad La Gran Colombia), por su dedicación, empeño, compromiso y sobre todo por su sabiduría compartida con nosotros en nuestra formación profesional. En especial, queremos reconocer a nuestros tutores de proyecto, por su valiosa orientación, paciencia y sostén en nuestros momentos críticos como aprendices, que estuvieron presentes para el desarrollo y la puntualización de esta investigación.

Tabla de contenido

RESUMEN	12
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	16
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
PROBLEMA.....	18
PREGUNTA PROBLEMA	18
JUSTIFICACIÓN.....	19
OBJETIVOS	21
OBJETIVO GENERAL	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
CAPITULO I: MARCOS DE REFERENCIA	23
MARCO HISTÓRICO.....	23
MARCO TEÓRICO	34
MARCO CONCEPTUAL	39
MARCO NORMATIVO	40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
METODOLOGÍA	41
POBLACIÓN Y MUESTRA	41
RECOLECCIÓN DE DATOS	41
ANÁLISIS DE DATOS	42
CONCLUSIÓN	51
CAPITULO II: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	52
JUSTIFICACIÓN DEL LUGAR	52
PROPUESTA GENERAL	53

<i>Perfil del usuario</i>	54
<i>Estrategias de diseño</i>	55
<i>Áreas y programa arquitectónico</i>	56
<i>Implantación</i>	58
<i>Memoria compositiva</i>	59
<i>Zonificación</i>	60
<i>Renders del proyecto</i>	61
CONCLUSIÓN	63
CAPITULO III: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO COLABORATIVO (BIM)	64
MÓDULO 1: INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD.	64
MÓDULO 3: MODELADO DE EDIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS	75
MÓDULO 4: COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTACIÓN Y TIEMPOS.	93
MÓDULO 5: REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA.....	107
CONCLUSIONES	120
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA	122

Lista de Figuras

Figura 1: Complejo Deportivo “Los Hobbos”	20
Figura 2: Vista Aérea Casco Urbano 1950	23
Figura 3 Vista Aérea Casco Urbano 1980.....	24
Figura 4 Planta CPF (Facilidad Central de Procesamiento) Cupiagua	25
Figura 5 Primer Modelo Reticular en Yopal.....	26
Figura 6 El Deporte del Coleo	28
Figura 7 Estadio de Yopal, Santiago de las Atalayas	29
Figura 8 Patinódromo de Yopal, Pedro Antonio Socha Pérez	29
Figura 9 Vuelta Ciclística a Colombia en Casanare	30
Figura 10 Villa Olímpica “Alfonzo López” de Bucaramanga	32
Figura 11 Información General sobre las Encuestas.....	42
Figura 12 Edad de Encuestados	43
Figura 13 Género de los Encuestados.....	43
Figura 14 Percepción de las Infraestructuras en la ciudad	44
Figura 15 Satisfacción ciudadana en Deportes.....	45
Figura 16 Percepción de inseguridad en los Escenarios Deportivos de la ciudad	45
Figura 17 Percepción Ciudadana frente a posibles eventos nacionales o internacionales.....	46
Figura 18 Frecuencia de práctica deportiva en la ciudad	46
Figura 19 Medios de Transporte más utilizados por la ciudadanía	47
Figura 20 Percepción ciudadana donde les gustaría encontrar el Escenario Deportivo	48
Figura 21 Percepción ciudadana sobre la posibilidad de un nuevo Escenario Deportivo	49
Figura 22 Frecuencia ciudadana en eventos deportivos en la ciudad.....	49
Figura 23 Tiempo estimado de transporte	50

Figura 24: Características del Lugar	52
Figura 25: Infraestructura y proyección de Yopal Casanare	53
Figura 26: Estrategias de diseño	56
Figura 27: Programa arquitectónico	58
Figura 28: Implantación del proyecto	59
Figura 29: Diagramas de función	61
Figura 30: Render 1	62
Figura 31: Render 2	62
Figura 32: Render 3	63
Figura 33 Ciclo de Vida del Proyecto	66
Figura 34 Roles BIM	67
Figura 35 Usos BIM	69
Figura 36 Dimensiones BIM	69
Figura 37 Niveles de Desarrollo BIM	71
Figura 38 Documento EIR (Employer Information Requirements)	73
Figura 39: Archivo base desde AutoCAD “Contexto urbano”	77
Figura 40: Nuevo proyecto en REVIT - Plantilla de construcción	78
Figura 41: Preliminares del archivo	78
Figura 42: Vinculación archivo de AutoCAD a REVIT	79
Figura 43: Trazado de ejes	81
Figura 44: Colocación de zapatas y estructura	82
Figura 45: Losas y escaleras	82
Figura 46: Detalle de refuerzos estructurales	83
Figura 47: Plantilla de arquitectura	84

Figura 48: Configuración de niveles	85
Figura 49: Especificaciones de materiales "Muros"	86
Figura 50: Herramienta de cargar familia	87
Figura 51: Biblioteca de familias "Mobiliarios"	88
Figura 52: Corte de sección "Red HVAC"	90
Figura 53: Preliminares "Red hidrosanitaria"	91
Figura 54: Modelado de tuberías y mobiliario.....	92
Figura 55: Corte de sección "Red hidrosanitaria"	93
Figura 56: Herramientas vinculadas para identificación de interferencias	94
Figura 57: Interfaz de Navisworks y herramienta "Clash Detective"	95
Figura 58: Interferencias herramienta "Clash Detective"	96
Figura 59: Visualización de interferencias	96
Figura 60: Exportación de informe de interferencias	97
Figura 61: Informe de interferencias	98
Figura 62: Resultado de conflictos Arq - Est - Redes	99
Figura 63: Galería de interferencias.....	100
Figura 64: Tablas de planificación "Revit"	100
Figura 65: Nueva tabla de planificación "REVIT"	101
Figura 66: Gestión de cantidades	102
Figura 67: Propiedades y filtrado en tabla de planificación	103
Figura 68: Obtención de tablas de planificación a "EXCEL"	103
Figura 69: Tabla de cantidades "EXCEL"	104
Figura 70: Visualización de simulación de actividades "TimeLiner"	104
Figura 71: Herramienta "Árbol de selección"	105

Figura 72: Herramienta "TimeLiner"	106
Figura 73: Visualización de modelo "Navisworks"	106
Figura 74: Configuración de exportación formato IFC.....	109
Figura 75: Sincronización Twinmotion con REVIT.....	110
Figura 76: Visualización del modelo vinculado en Twinmotion.....	111
Figura 77: Librería de componentes	112
Figura 78: Inserción de materiales y componentes	112
Figura 79: Efectos de atmosfera e iluminación.....	114
Figura 80: Interfaz de usuario para visualización.....	115
Figura 81: Obtención de herramienta "Augin"	116
Figura 82: Instalación y registro de herramienta "Augin"	116
Figura 83: Vinculación y cargue de modelo a plataforma "Augin"	117
Figura 84: Visualización del modelo y funciones en "Augin"	117

Glosario

Deporte: Actividad física, ejercida como juego o competición, cuya práctica supone entrenamiento y sujeción a normas.

Equipamientos urbanos: Conjunto de todos los servicios necesarios en industrias, urbanizaciones, ejércitos, etc.

Espacio Público: Conjunto de las personas reunidas en determinado lugar para asistir a un espectáculo o con otro fin semejante

Infraestructura Deportiva: Es el conjunto de instalaciones físicas destinadas a la práctica, entrenamiento y desarrollo de actividades deportivas.

Planificación: Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc.

Turismo: Actividad o hecho de viajar por placer.

Urbanismo: Conjunto de los conocimientos relacionados con la organización de los edificios y espacios de una población con arreglo a las necesidades de sus habitantes

Velódromo: Lugar destinado para carreras en bicicleta.

Nota: El significado de este Glosario fue tomado de la RAE (Real Academia Española)

Resumen

A partir del análisis efectuado, el estudio plantea la formulación de un proyecto arquitectónico enfocado en la creación de un velódromo en Yopal, Casanare. Esta propuesta responde a la demanda creciente de infraestructura deportiva adecuada, con la intención de promover la práctica del ciclismo y, simultáneamente, generar impactos positivos en el ámbito urbano, social y económico del municipio.

El equipamiento proyectado se concibe como un espacio público multifuncional que articule actividades deportivas, recreativas y culturales, bajo criterios de sostenibilidad, eficiencia espacial y beneficio colectivo. Esta estrategia busca elevar la calidad de vida de la población, sino también fortalecer la cohesión comunitaria y dinamizar el desarrollo económico local, proyectando a Yopal como referente regional en materia de infraestructura deportiva en los Llanos Orientales.

El análisis preliminar ofrece una aproximación inicial a los rasgos culturales del territorio, permitiendo establecer lineamientos coherentes para el desarrollo conceptual del equipamiento propuesto, de forma que se logre una integración efectiva con el espacio público circundante, sin transgredir las condiciones normativas ni contractuales existentes.

Bajo este sentido, se argumenta la necesidad de impulsar infraestructuras deportivas dotadas de estrategias integrales que aborden las demandas ciudadanas y potencien las capacidades de la juventud local. Este enfoque no solo propicia el fortalecimiento del talento deportivo emergente, sino que también posiciona a la ciudad como semillero de representación competitiva en escenarios nacionales e internacionales.

De manera complementaria, el desarrollo del proyecto incorpora la metodología Building Information Modeling (BIM) como herramienta central para la gestión integral del proceso arquitectónico. Su implementación contribuye a optimizar la coordinación interdisciplinar, mejorar la precisión en la planificación espacial y prever interferencias técnicas desde las fases iniciales, lo que

favorece la toma de decisiones informadas, el control de recursos y la proyección eficiente del velódromo como infraestructura deportiva sostenible y de alta calidad.

Palabras clave: Velódromo, desarrollo urbano, infraestructura deportiva, sostenibilidad, espacio público, Building Information Modeling (BIM), modelación digital, gestión integral del proyecto, coordinación interdisciplinar, eficiencia constructiva.

Abstract

Based on the analysis carried out, the study proposes the formulation of an architectural project focused on the creation of a velodrome in Yopal, Casanare. This proposal responds to the growing demand for adequate sports infrastructure, with the intention of promoting cycling and, simultaneously, generating positive impacts on the urban, social, and economic spheres of the municipality.

The planned facility is conceived as a multifunctional public space that brings together sports, recreational, and cultural activities, based on criteria of sustainability, spatial efficiency, and collective benefit. This strategy seeks to improve the quality of life of the population, but also to strengthen community cohesion and boost local economic development, projecting Yopal as a regional benchmark in terms of sports infrastructure in the Eastern Plains.

The preliminary analysis offers an initial approximation of the cultural characteristics of the territory, allowing for the establishment of coherent guidelines for the conceptual development of the proposed facility, so that effective integration with the surrounding public space is achieved without violating existing regulatory or contractual conditions.

In this sense, we argue for the need to promote sports infrastructure equipped with comprehensive strategies that address citizen demands and enhance the capabilities of local youth. This approach not only fosters the strengthening of emerging sports talent but also positions the city as a breeding ground for competitive representation on national and international stages.

Complementarily, the project's development incorporates Building Information Modeling (BIM) methodology as a central tool for comprehensive management of the architectural process. Its implementation contributes to optimizing interdisciplinary coordination, improving precision in spatial planning, and anticipating technical interference from the initial phases, which favors informed decision-making, resource control, and the efficient projection of the velodrome as a sustainable, high-quality sports infrastructure.

Keywords: Velodrome, urban development, sports infrastructure, sustainability, public space, Building Information Modeling (BIM), digital modeling, comprehensive project management, interdisciplinary coordination, construction efficiency.

Introducción

La presente investigación tiene como objetivo la conformación de un equipamiento deportivo en el departamento de Casanare, más exactamente en la ciudad capital del departamento. Este escenario deportivo (Velódromo) se desarrollará debido a la alta demanda que está exigiendo la ciudad y que no cuenta con la infraestructura requerida para la práctica libre o competitiva de los jóvenes para su desarrollo cognitivo y motriz en el ámbito deportivo.

Bajo este sentido, se llevará a cabo un análisis detallado de diversos aspectos, incluyendo antecedentes históricos en la ciudad, económicos, planes de desarrollo y la conformación de escenarios deportivos, además de la configuración general del entorno público y natural. Prolongadamente se espera evaluar como dichos elementos pueden impactar en el detrimento de una percepción negativa del espacio público hasta una posible pérdida de identidad de la región.

Por consecuencia, esta propuesta busca respaldar programas de aprendizaje deportivos y establecer entrelazos para formar un sentido de identidad en los espacios públicos y escenarios deportivos adyacentes en la ciudad. Generando un enfoque en la educación deportiva y promoviendo el desarrollo deportivo en la región llanera.

Formulación del Problema

En el departamento de Casanare, se encuentra la ciudad joven con mayor proyección en el país, Yopal, donde la cordillera oriental se entrelaza con los infinitos Llanos Orientales, donde sus calles, que hoy por hoy ,de acuerdo con el Departamento Nacional de Estadística (DANE, 2018) acogen a más de 168,000 corazones llaneros, que aún guardan la memoria del surgimiento de un municipio pujante que asombrosamente que comenzó en los 90, cuando el petróleo surgió como el recurso natural de impulso económico y catapultando al departamento como una de las mayores productoras en petrolíferas en el país, brotando así sus entrañas que trasformaron este pequeño municipio exponencialmente.

Estando en esta tierra de contrastes, donde el oro negro convive con el verde intenso de los campos arroceros, los extensos cultivos de palma y los bastos platanales que se cosechan con bajo unos intensos 26 grados. Los llaneros cabalgan entre dos mundos: la tradición de sus ancestros como lo es el coleo, los acordes del joropo, los sabores de una región única y la modernidad que avanza entre edificios y avenidas que recién nacen en la ciudad.

En estos años de impulso económico, el ciclismo comenzó a ganar más adeptos como deporte, apadrinado por el patrocinio que se obtuvo con dichas empresas petroleras y apoyo gubernamental local. Realizándose clásicas y vueltas ciclísticas alrededor del departamento, generado por el estímulo en la ciudadanía de grandes figuras del ciclismo colombiano por esos años de apogeo a nivel mundial que inspiró a muchos jóvenes a practicar este deporte.

Sin embargo, la poca de infraestructura apropiada para el desarrollo social, sumado a una necesidad urgente de diversificar la economía promoviendo la inclusión social y su bajo apoyo económico público-privado en los últimos años delimitó el progreso del ciclismo como deporte competitivo. Demostrando que en estos últimos años ha existido un creciente interés por volver a retomar el potencial ciclístico que tiene Yopal y Casanare, tanto en el ámbito deportivo, turístico y económico.

Problema

La notable carencia y/o escasez de espacios públicos adecuados junto con inexistencia de infraestructuras deportivas que se ajusten a estándares nacionales e internacionales constituyen un obstáculo estructural para el avance de la capital del departamento. Esta deficiencia trasciende al ámbito deportivo: restringe el desarrollo de hábitos de vida saludables y limita el despliegue del deporte como instrumento estratégico para la evolución económica y la comunión municipal. Precisamente por no poder disponer de equipamientos de calidad, la ciudad desaprovecha la oportunidad de posicionarse como destino de turismo deportivo y de generar dinámicas de empleo asociadas a este sector.

Esta problemática evidencia una concepción reduccionista del deporte, restringida a una dimensión recreativa, sin considerar sus capacidades para articular procesos de inclusión, mejorar indicadores de salud pública y fortalecer vínculos comunitarios. Este atraso exige rediseñar las políticas de ordenamiento territorial, otorgando prioridad a la implementación de escenarios que promuevan el alto rendimiento deportivo, la participación de la ciudadanía junto con la apropiación y gestión del espacio público. Solo a través de una visión transformadora y estratégica es posible avanzar hacia una ciudad más justa, resiliente y sustentada en principios de sostenibilidad ambiental.

Pregunta Problema

¿De qué manera la implementación de un nuevo escenario deportivo, apoyado en la metodología Building Information Modeling (BIM), puede transformar la dinámica urbana y fortalecer las estrategias de desarrollo sostenible en la ciudad?

Justificación

Esta propuesta identifica la urgencia de orientar el fortalecimiento integral del municipio de Yopal, reconociendo el potencial transformador de los escenarios deportivos de alto nivel en el contexto urbano y su proyección internacional. En una ciudad marcada por un crecimiento acelerado y la dependencia económica del sector petrolero, la revitalización del tejido urbano mediante la incorporación de infraestructura deportiva de calidad se presenta como una estrategia clave para promover la inclusión social, la salud y el bienestar de los ciudadanos, posicionando a Yopal como un referente a nivel nacional e internacional.

Por otra parte, la construcción de un velódromo emerge como una oportunidad estratégica para impulsar la regeneración urbana, diversificar la economía local y proyectar a la capital casanareña en el ámbito internacional. Este proyecto no solo busca satisfacer la creciente demanda de instalaciones especializadas para la práctica del ciclismo, sino que también aspira a convertir a la ciudad en un destino atractivo para eventos deportivos del más alto nivel y para impulsar el turismo en la región.

Así mismo, como se evidencian en diversos estudios y ejemplos a nivel mundial, los escenarios deportivos de talla internacional tienen un impacto significativo en el tejido social y económico de las ciudades. Su construcción y gestión pueden generar empleo, dinamizar el comercio local, promover la actividad física, consolidar la vinculación de la población con su tejido social atrayendo inversiones extranjeras. Sin embargo, es fundamental que estos proyectos se integren de manera armónica en el entorno urbano, minimizando los posibles impactos negativos y maximizando los beneficios para todos los habitantes, y que se articulen con estrategias de promoción y marketing que permitan dar a conocer el potencial de Yopal a nivel global.

Figura 1: *Complejo Deportivo “Los Hobbos”*



Tomado de “Complejo Deportivo Los Hobos será entregado a la Alcaldía de Yopal” por La Reportería, 2017.
(<https://lareporteria.com/2017/09/19/complejo-deportivo-los-hobos-sera-entregado-a-la-alcaldia-de-yopal/>)

Objetivos

Objetivo General

Formular un proyecto de espacio público en el que el escenario deportivo actúe como elemento articulador dentro de una zona estratégica de innovación en Yopal, Casanare, consolidándolo como referencia regional en infraestructura deportiva sostenible para los Llanos Orientales. La propuesta incorpora la metodología Building Information Modeling (BIM) con el fin de optimizar la planificación y la coordinación técnica del proyecto, favorecer la integración de tecnologías avanzadas en su desarrollo y garantizar la configuración de espacios públicos multifuncionales que estimulen la participación ciudadana, la identidad cultural y el fortalecimiento del tejido social local.

Objetivos Específicos

Constituir de qué manera un escenario deportivo pueda contribuir al desarrollo competitivo de la ciudad, amparado por su marco histórico y su visión proyectada a futuro de ciudad moderna.

Establecer criterios de investigación para la conceptualización y ejecución de un espacio público que cumpla con las necesidades y pueda suplir las carencias de la ciudadanía en general, brindándole de igual forma a los visitantes una identidad de ciudad en potencia desarrollada.

Estructurar la posibilidad de implementar y desarrollar una red de equipamientos deportivos conectados en la ciudad, incrementando la competitividad y productividad de la capital casanareña en comparación a otras ciudades intermedias del país.

Desarrollar un escenario deportivo acorde a su potencial exponencial y su capacidad para albergar eventos deportivos de gran magnitud. Contando con las instalaciones de primer nivel y su más alta tecnología con la que se proporcionen y se preparen los deportistas de alto rendimiento con el fin de optimizar sus capacidades para las múltiples competencias en el ámbito nacional e internacional.

Incorporar la metodología BIM en las fases de diseño, ejecución y administración del escenario deportivo con el fin de consolidar una articulación precisa entre los agentes involucrados, afinar la programación de recursos y tiempos e impulsar un control riguroso durante todo el ciclo de vida del proyecto, lo que fortalece la toma de decisiones fundamentadas y asegura un nivel adecuado de calidad y sostenibilidad en el equipamiento propuesto.

CAPITULO I: Marcos de Referencia

Marco Histórico

En las vastas llanuras orientales en Colombia, Yopal cuyo nombre derivado del majestuoso árbol "yopo" que antaño florecía en toda la región, se estableció oficialmente el 22 de febrero de 1915 como un pequeño asentamiento bajo la jurisdicción del municipio de Nunchía (Alcaldía de Yopal, 2022). Durante estos años iniciales, sus primeros pobladores provenían principalmente Boyacá y Cundinamarca, donde establecieron sus primeros hogares, sosteniéndose mediante la basta ganadería y la agricultura de subsistencia.

Figura 2: *Vista Aérea Casco Urbano 1950*



Tomado de "100 Años de Historia de Yopal" por Nubia Castillo. 2015. (<https://n9.cl/jiq5ua>)

La ciudad de Yopal comenzó a tomar una orientación más clara en el año 1942, cuando este pequeño asentamiento fue elevado a corregimiento. Siendo este apenas el primer paso de un camino que culminaría en el año 1973, año crucial en el Yopal fue designada capital del entonces territorio nacional de Casanare, zona que en aquel entonces permanecía bajo la administración del departamento de Boyacá (Rausch, 2019). Este acontecimiento fue un hecho significativo, dado la urgente necesidad de

fortalecer la presencia estatal en una región que, a pesar de su valor estratégico, históricamente había permanecido marginado al desarrollo social del país.

Figura 3 *Vista Aérea Casco Urbano 1980*



Tomado de "100 Años de Historia de Yopal" por Nubia Castillo. 2015. (<https://n9.cl/bjrdg>)

Sin embargo, su punto de quiebre en Yopal se produjo con la divulgación de la nueva Constitución Política de (1991), que en su artículo transitorio 309, llevó a Casanare a la categoría de departamento, convirtiendo oficialmente a Yopal en su capital. Este cambio administrativo fue el que transformó radicalmente las perspectivas de desarrollo urbano y la planificación territorial de la ciudad al otorgarle mayor autonomía fiscal y administrativa, brindándole herramientas esenciales para afrontar los desafíos que con el pasar de los años le deparaba.

A raíz de lo anterior, la década de los 90 detonó un precedente singular en la historia de esta próspera ciudad. Dado el descubrimiento y la posterior explotación de significativos yacimientos petroleros que revolucionaron la tranquila y cotidiana vida de la capital casanareña. Dureau y Flórez

(2000) nos dan a entender el descubrimiento del campo Cusiana en 1991, seguido de Cupiagua, que desencadenó un auge económico sin precedentes transformando profundamente la estructura urbana como también la composición demográfica. Este fenómeno representó un auténtico "boom petrolero" con profundas implicaciones para la configuración socioespacial no solo de la ciudad sino de toda la región.

Figura 4 Planta CPF (Facilidad Central de Procesamiento) Cupiagua



Tomado de "Inició mantenimiento programado en CPF Cupiagua" por el Diario del Llano, 2021.
(<https://eldiariodelllano.com/wp-content/uploads/2021/08/cupiagua-cpf.jpg>)

Una de las consecuencias directas del auge petrolero, fue que Yopal experimentó un crecimiento poblacional exponencial, pasando de aproximadamente los 44.000 habitantes en 1983 a más de 196.000 en la actualidad (DANE, 2023). Esto se enmarca con gran preocupación dado que este vertiginoso aumento poblacional no estuvo acompañado de una planificación urbana adecuada, lo que inevitablemente resultó en un desarrollo desorganizado y con grandes deficiencias significativas en los servicios públicos y la infraestructura básica para la progresiva población.

Agregando a lo anterior, esta expansión urbana descontrolada ha generado problemas estructurales que se siguen afectando la calidad de vida de los yopaleños; como por ejemplo la

ocupación informal del suelo, una notable deficiencia de espacio público, infraestructura vial insuficiente, servicios públicos precarios y/o efímeros, y una dolorosa segregación socioespacial (Contraloría Departamental de Casanare, 2022). Estos fenómenos, son lamentablemente comunes en las ciudades intermedias colombianas que experimentan grandes cambios económicos estrepitosos, pero no alcanzan a contar con los instrumentos de planificación adecuados para gestionarlos.

Por otra parte, el trazado original seguía fielmente el modelo de cuadrícula colonial característico de numerosas ciudades latinoamericanas, con una plaza central que funcionaba como el punto central y principal del espacio público de la naciente ciudad. Alrededor de esta plaza se ubicaban estratégicamente los edificios administrativos, religiosos y comerciales más importantes (Gómez Barrera, 2018). Este espacio, conocido hoy como Parque del Resurgimiento, sigue siendo un referente urbano fundamental y un lugar de encuentro ciudadano por excelencia.

Figura 5 *Primer Modelo Reticular en Yopal*



Tomado de "100 Años de Historia de Yopal" por Nubia Castillo. 2015. (<https://n9.cl/zvaug>)

De igual forma que Yopal seguía creciendo y se expandía, fueron surgiendo nuevos espacios públicos en el paisaje urbano, principalmente parques de bolsillo y áreas verdes en los barrios de la

ciudad. Sin embargo, hasta finales de la década de los años 90, no existía una política clara sobre el espacio público ni una visión estratégica donde reconociera su papel fundamental en la estructuración urbana (Secretaría de Planeación Municipal de Yopal, 2019). Por esta razón en su carencia, como lo señala Rivera Martínez (2023), no es exclusiva de esta ciudad, sino un patrón recurrente en las ciudades intermedias cuyo crecimiento acelerado ha desbordado las capacidades institucionales locales a nivel nacional.

Otro hito remarcado en la historia urbana de Yopal fue la adopción de su primer Plan de Ordenamiento Territorial (POT) en el año 2000, documento que comenzó a establecer normativas y directrices concretas para la consolidación del espacio público, reconociendo explícitamente por su preocupante déficit cuantitativo y cualitativo (Acuerdo Municipal 015 de 2000). Bajo este instrumento se logró identificar la urgente necesidad de crear sistemas integrados de espacio público que se articularan armoniosamente con los elementos naturales (principalmente afluentes y zonas de protección ambiental) con la estructura urbana edificada (Concejo Municipal de Yopal, 2000). Conforme al análisis retrospectivo de Torres Tovar (2022), este primer POT representó un importante avance conceptual, aunque su implementación fue lamentablemente limitada.

Por otro lado, históricamente los deportes más practicados en la región han estado ampliamente vinculados a la cultura llanera, destacando actividades ecuestres como el coleo, práctica que refleja la relación entre los llaneros y los caballos (Martínez Garnica, 2019). Sin embargo, a partir de la década de 1980, la oferta deportiva comenzó a diversificarse con la creciente popularidad del fútbol, el baloncesto y, de una forma más modesta pero significativa, el ciclismo. En este proceso de diversificación deportiva, donde se destaca cómo las nuevas prácticas se fueron integraron gradualmente en el tejido sociocultural local.

Figura 6 *El Deporte del Coleo*



Tomado de “Coleo, un deporte que sigue vigente en la Orinoquía” por CONtexto Ganadero, 2014.
(https://a.storyblok.com/f/160385/c90ce89ac2/coleo_meta.jpg)

Sin embargo, la oferta de infraestructura deportiva en Yopal ha sido históricamente limitada, lo que se contrasta con el entusiasmo deportivo de estos habitantes. Según el inventario realizado por el Instituto Departamental del Deporte de Casanare [INDERCAS] (2021), las primeras instalaciones formales incluyeron el Coliseo Cubierto “Mauricio Naranjo” (1985), el Polideportivo “Pier Lora Muñoz” (1992) y el Estadio de fútbol “Santiago de las Atalayas” (2003). A pesar de estas importantes inversiones en el sector público, Cárdenas y Velasco (2022) advierten que el déficit de equipamiento deportivo en Yopal aún se sigue manteniendo significativamente por encima del promedio nacional, lo que afecta las posibilidades de desarrollo deportivo integral para los habitantes de la capital del departamento.

Estadio de Yopal, Santiago de las Atalayas

Figura 7 *Estadio de Yopal, Santiago de las Atalayas*



Tomado de “Estadio de la ciudad de Yopal, Santiago de las Atalayas”, por Estadios de Colombia, 2024. (<https://n9.cl/w7v4i>)

Figura 8 *Patinódromo de Yopal, Pedro Antonio Socha Pérez*



Tomado de “Yopal podría ser sede de evento internacional de patinaje”, por Prensa Libre Casanare, 2022. (<https://casanarenoticias.com/index.php/politica/item/16819-disponibles-los-recursos-para-el-mantenimiento-del-patinodromo-de-yopal?tmpl=component&print=1>)

A pesar de ello, el ciclismo ha ganado una notable popularidad en el departamento de Casanare desde finales de los años 90 y principios del siglo XXI. Impulsado por una notable combinación de factores como lo son, el éxito de los ciclistas colombianos en competencias internacionales, las privilegiadas características geográficas del sector (que ofrece tanto extensas

planicies como desafiantes pendientes en las faldas de la cordillera oriental) y las valiosas iniciativas locales de formación deportiva (Federación Colombiana de Ciclismo, 2022). Sin embargo, López Montaña (2023) justifica cómo esta disciplina deportiva se ha encontrado una especial aceptación entre los jóvenes de sectores populares, consolidándose como una alternativa deportiva con gran potencial de desarrollo y movilidad social.

A raíz de ello, el calendario ciclista regional se ha enriquecido con eventos deportivos que está contribuyendo significativamente al desarrollo de este deporte en esta región del país. Se destaca la emocionante Vuelta al Llano (desde 2005), la desafiante Clásica de Casanare (desde 1996) y diversas competencias nacionales y departamentales de pista celebradas en velódromos improvisados o fuera del departamento debido a la falta de infraestructura local (Liga de Ciclismo de Casanare, 2021). Estos eventos, según el análisis de Sánchez Rodríguez (2023), han constituido importantes plataformas para la exhibición del talento local, si bien con evidentes limitaciones logísticas derivadas de la falta de infraestructura especializada en la región.

Figura 9 *Vuelta Ciclista a Colombia en Casanare*



Tomado de "Medidas de tránsito y bioseguridad por Vuelta a Colombia 2021", por Prensa Libre Casanare, 2021. (<https://prensalibrecasanare.com/yopal/41071-medidas-de-trbnsito-y-bioseguridad-en-yopal-por-vuelta-a-colombia-2021.html>)

Con base en lo anterior, los velódromos en nuestro país se remontan a mediados del siglo XX, con la construcción del Velódromo Luis Carlos Galán en la ciudad de Bogotá (1951) y el emblemático Velódromo Alcides Nieto Patiño en Cali (1971), este último construido para los VI Juegos Panamericanos (Rubiano Galvis, 2020). En estas primeras sedes, como señala Morales (2019), respondieron a la creciente popularidad del ciclismo entre los colombianos y a la necesidad de espacios especializados para la práctica competitiva, sentando las bases para los futuros éxitos del país en esta disciplina deportiva.

Dicho esto, se ha experimentado en el país en las últimas dos décadas un renovado interés en el ciclismo de pista, evidenciado por importantes inversiones como la construcción del moderno Velódromo de Medellín (2010), así mismo la remodelación completa del Velódromo de Cali Alcides Nieto Patiño (2014) y junto con el desarrollo de velódromos en algunas ciudades intermedias como Bucaramanga y Pereira (Ministerio del Deporte, 2022). Este proceso, refleja un cambio positivo en las políticas públicas deportivas hacia la diversificación y descentralización de la infraestructura especializada, democratizando el acceso a instalaciones de alto nivel.

Sumado a esta importante inversión en infraestructura que ha contribuido decisivamente al desarrollo deportivo nacional, con resultados gratamente sobresalientes en competencias nacionales e internacionales, junto a la consolidación de una prometedora generación de nuevos ciclistas de pista (Comité Olímpico Colombiano, 2023). Más allá del ámbito netamente competitivo, Jaramillo Valencia (2022) ha documentado minuciosamente cómo dichos espacios han demostrado su inmenso valor como centros de actividades comunitarias e instalaciones integrales de entrenamiento, trascendiendo más allá de su función netamente deportiva, con el objetivo de convertirse en auténticos referentes sociales y urbanos que transforman positivamente su entorno.

Figura 10 Villa Olímpica “Alfonzo López” de Bucaramanga



Tomada de “Caso Richard Aguilar: condenada primera implicada en Santander” por RCN Radio, 2023.
(<https://www.rcnradio.com/colombia/santanderes/caso-richard-aguilar-condenada-primer-implicada-en-santander>)

Entendiendo lo anteriormente expuesto, la idea de construir un velódromo en la capital casanareña no es nueva. Esta propuesta se sugirió formalmente por primera vez en el Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011, donde se incluyó como un proyecto estratégico para diversificar la oferta deportiva de la ciudad y brindarles nuevas oportunidades a los jóvenes (Alcaldía de Yopal, 2008). Sin embargo, las limitaciones presupuestarias y las diferencias políticas impidieron su materialización, un fenómeno que lamentablemente es bastante recurrente en la planificación de algún equipamiento especializado en nuestras ciudades colombianas de menor tamaño.

Consigno a ello, se produjo un avance significativo cuando el Plan de Ordenamiento Territorial revisado en 2018 incorporó explícitamente la posibilidad de desarrollar un complejo deportivo contando con un velódromo en su interior, designando áreas con demasiada proyección para su ubicación y estableciendo parámetros generales para su desarrollo y potencial construcción (Concejo Municipal de Yopal, 2018).

El momento actual en el que se presenta este panorama regulatorio, es particularmente favorable para el desarrollo de una propuesta de velódromo, junto a diversas herramientas de

planificación vigentes que podrían respaldar, como lo es el Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023, que prioriza explícitamente el aumento del espacio público funcional, junto con el Plan Maestro de Espacio Público que se encuentra en formulación y el Plan Maestro de Equipamiento Deportivo y Recreativo (Secretaría de Planeación Municipal de Yopal, 2022). Este consolidado conjunto de instrumentos, según el análisis de Vargas y Mendoza (2023), crea una oportunidad única para proyectos integrales que combinen espacio público de calidad y equipamiento deportivo.

Por esta razón, en los últimos cinco años en Yopal se ha iniciado un adelantado proceso de mejora urbana que incluye intervenciones emblemáticas como la renovación del Parque del Resurgimiento en el 2018, la atractiva construcción del Malecón del Río Cravo Sur constituida en 2019, el desarrollo progresivo de ciclovías urbanas en los años 2020-2022 (Secretaría de Infraestructura Municipal, 2023). Estas intervenciones, evidencian un nuevo y prometedor enfoque en la planificación urbana que finalmente está priorizando el espacio público de calidad y la movilidad sostenible.

Previamente al desarrollo, la infraestructura pública en Yopal ha dejado valiosas lecciones, revelando desafíos recurrentes que deben afrontarse, como la preocupante discontinuidad en las políticas públicas entre las diferentes administraciones, las persistentes limitaciones presupuestarias para garantizar el mantenimiento a largo plazo, las complejas dificultades de articulación interinstitucional y la insuficiente participación ciudadana durante el diseño de estos.

Sin embargo, algunos proyectos urbanos que han demostrado un mayor éxito y permanencia en la ciudad comparten características clave que deberían replicarse: una genuina apropiación comunitaria desde las etapas iniciales del proyecto, diseños inteligentemente adaptados a las desafiantes condiciones climáticas locales, modelos de gestión innovadores que involucran activamente a actores públicos y privados, y una integración armoniosa con los sistemas urbanos existentes (Ortega y Díaz, 2023).

Marco Teórico

Yopal, la ciudad vibrante en el corazón del Casanare, se encuentra en un punto estratégico del piedemonte llanero, gozando de un clima cálido-húmedo que ronda los 26°C (Alcaldía de Yopal, 2022). Al sumergirnos en el P.O.T. (Concejo Municipal de Yopal, 2021), nos encontramos con una realidad innegable: un crecimiento urbano acelerado, impulsado principalmente por la bonanza petrolera. Sin embargo, nos encontramos con un déficit importante de espacio público efectivo por habitante, dejando a esta naciente capital muy limitada del estándar nacional de 15m²/habitante que el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2015) considera como el mínimo vital para nuestras ciudades en el país.

De igual forma, no podemos dejar de hablar de la ciudad de Yopal sin mencionar su rica tradición cultural llanera. Como bien señala Durán (2020), esta identidad regional tan arraigada es un factor clave que debe guiar cualquier intervención urbanística. Hoy por hoy, los yopaleños tienen una forma particular de vivir y disfrutar el espacio público, una forma que está íntimamente ligada a sus costumbres y tradiciones ancestrales.

Ahora bien, más allá de una simple definición técnica, el espacio público es el corazón de la ciudad, el lugar donde la comunidad se reúne, interactúa y se expresa. Se definen como "el lugar de la ciudadanía, donde se garantiza la igualdad y se manifiesta la diversidad", en donde la legislación colombiana, a través de la Ley 9 de 1989, nos indica que es ese espacio que nos pertenece a todos y que debe estar diseñado para el disfrute de todos, y lo dice textualmente como: "el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados destinados por naturaleza, usos o afectación a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas" (República de Colombia, 1989, art. 5).

La calidad de estos espacios tiene un impacto implícitamente directo en nuestra calidad de vida. Gehl (2014) nos dice que un buen espacio público fomenta las interacciones sociales, aumenta la sensación de seguridad y mejora el bienestar en general. También el Banco Interamericano de

Desarrollo (BID, 2018) va más allá, destacando el papel crucial del espacio público como motor de competitividad, sostenibilidad y equidad en las ciudades latinoamericanas.

Con esto en mente, podemos decir que un espacio público diseñado adecuadamente, con una estructura ecológica correcta, mobiliarios apropiados y actividades para cada tipo de usuario. No solo realza la imagen de la ciudad, sino que también mejora la salud física y mental de los ciudadanos.

Cuando nos centramos en proyectos urbanos, la participación ciudadana es fundamental. Fung (2021) ha demostrado que las iniciativas urbanas de gran escala tienen más probabilidades de éxito cuando se diseñan y planifican en conjunto con la comunidad. Y Hernández-Bonilla (2019) refuerza esta idea, mostrando cómo la participación coactiva de actores locales (clubes deportivos, colegios, juntas de acción comunal, entre otros) aumenta las posibilidades de que los equipamientos públicos sean aún más exitosos y sostenibles a largo plazo, dándole la razón a sus habitantes.

Sin embargo, para garantizar que estos proyectos sean viables económicamente Prats y Catalá (2020) nos proponen modelos de gestión público-privados, una alternativa atractiva para asegurar la sostenibilidad financiera sin sacrificar la función social de estos equipamientos públicos. Di Masso, A., Berroeta, H., & Vidal, T. (2019) nos traen a colación un verdadero indicador de éxito es la apropiación comunitaria del espacio. Complementando, si la comunidad se siente dueña del lugar, lo cuidará y lo usará, garantizando su éxito.

Con esta idea en mente, la idea de construir un escenario deportivo en la capital casanareña cobra sentido. Este tipo de infraestructura deportiva puede tener un impacto positivo en múltiples dimensiones del desarrollo sociocultural. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) identifica el sedentarismo como el cuarto factor de riesgo asociado a la mortalidad global y señala que los entornos urbanos capaces de impulsar la actividad física resultan decisivos para enfrentarlo y reducir su incidencia.

Además, Castañeda-Vázquez et al. (2018) sostienen que contar con equipamientos deportivos adecuados resulta decisivo para impulsar la formación de nuevos atletas y fortalecer las capacidades humanas vinculadas a distintas disciplinas deportivas. El Ministerio del Deporte (2019) destaca el potencial de estos equipamientos como herramientas de inclusión social, siempre y cuando se diseñen pensando en la diversidad de usuarios en potencia. Por ello, un equipamiento de gran escala concebido bajo altos criterios de calidad tendría la capacidad de atraer a atletas de nivel profesional, al tiempo que funcionaría como un espacio esencial para impulsar la práctica deportiva y recreativa entre niños, jóvenes y adultos.

Los espacios públicos deportivos bien concebidos generan cohesión comunitaria y fortalecen el sentido de pertenencia e identidad territorial, especialmente cuando responden a las necesidades locales. Por supuesto, la sostenibilidad ambiental no se puede dejar a un lado. El Consejo Internacional de Construcción Sostenible (CICS, 2022) indicando que cualquier propuesta contemporánea debe contemplar sistemas constructivos de bajo impacto ambiental y el aprovechamiento de energías renovables. Castells (2019) va más allá, argumentando que la integración de tecnologías como paneles solares en equipamientos deportivos no solo reduce costos operativos, sino que también funciona como una estrategia pedagógica para la concientización climática.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2021) nos brinda información sobre cómo gestionar eficientemente el recurso hídrico, incluyendo sistemas de captación pluvial, algo especialmente relevante en Yopal, donde los periodos invernales suelen ser intensos aprovechando esas condiciones climáticas temporales. Yeang (2018) también aborda la importancia de integrar los nuevos equipamientos con los elementos naturales existentes, minimizando la afectación a los ecosistemas locales y potenciando los servicios ambientales que prestan a la ciudad, demostrando que un equipamiento deportivo cobra mayor importancia cuando se integra armoniosamente con el paisaje y ambientalmente sostenible.

La implementación de un Equipamiento trasciende más allá de una simple construcción de una infraestructura deportiva. Como señalan Koolhaas et al. (2021), los grandes escenarios deportivos funcionan como "nodos de activación urbana" con capacidad para generar dinámicas de uso y apropiación del territorio que van más allá de su función primaria. Montaner (2017) sostiene que ciertas infraestructuras deportivas se convierten en hitos arquitectónicos que redefinen el paisaje urbano y aportan valor simbólico a la ciudad. Agregado a esto Kronenburg (2019) destaca la tendencia hacia equipamientos multifuncionales que maximizan su utilidad social mediante la capacidad para albergar eventos deportivos, culturales y sociales.

La experiencia soportada por Rojas (2018) demuestra el gran potencial de los grandes equipamientos deportivos como elementos de renovación urbana, donde estos proyectos son capaces de transformar zonas subutilizadas o aisladas en las nuevas centralidades urbanas.

Bajo estos conceptos, un nuevo escenario deportivo con los más altos estándares internacionales promovería una nueva vida a un sector de la ciudad y que se convertiría en un cimiento para la cohesión social y económica en la ciudad.

Así pues, es fundamental que la propuesta tenga sus pautas, especificaciones del Plan de Ordenamiento Territorial de Yopal (Concejo Municipal de Yopal, 2021) y la Política Nacional de Espacio Público establecida en el documento CONPES 3718 (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2012), en los cuales se definen las directrices que orientan la construcción, la administración y la sostenibilidad del espacio público en el país.

Bajo esta perspectiva técnica, la normatividad de la Unión Ciclista Internacional (UCI, 2023) establece los parámetros específicos para escenarios deportivos ciclistas acorde a las necesidades de los deportistas, incluyendo dimensiones, pendientes y materiales. Agregado a ello, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC, 2022) proporciona estándares de accesibilidad y seguridad aplicables a equipamientos deportivos en el país.

En relación con los aspectos vinculados a la movilidad sostenible y a las condiciones de accesibilidad para toda la población, Gehl y Svarre (2023) argumentan que el éxito de un equipamiento público depende críticamente de su integración con sistemas de movilidad sostenible. Herce (2019) propone que un equipamiento deportivo debe articularse con redes de ciclorrutas urbanas, potenciando su rol como promotor de la movilidad activa. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020) también subraya la necesidad de garantizar la conectividad mediante transporte público para democratizar el acceso a equipamientos deportivos. Y Jirón y Mansilla (2022) destacan la importancia de la conectividad peatonal como elemento fundamental para la apropiación ciudadana del espacio. Alonso (2018) señala que la incorporación de criterios de diseño universal que aseguren el acceso a personas con movilidad reducida constituye una obligación ética y normativa dentro de los equipamientos públicos actuales.

Puntualizando, es importante aprender de otros casos exitosos. Burbano (2022) analiza el Velódromo de Medellín como ejemplo de integración con sistemas de transporte sostenible. Salazar (2021) documenta cómo el Velódromo de Cali Alcides Nieto Patiño ha servido como centro de formación deportiva con un impacto nacional e internacional. Gutiérrez y Rodríguez (2020) estudiaron el Velódromo de Aguascalientes (México) como referente en adaptación a condiciones climáticas específicas.

Finalmente, Hopkins y Smith (2019) destacan el Velódromo Nacional de Manchester (Reino Unido) por su modelo de gestión sostenible y su integración con programas educativos. Pero como señala Martínez-Bernal (2023), estos referentes deben analizarse considerando las particularidades climáticas, culturales y socioeconómicas de cada ciudad con el objetivo de poder garantizar un perfecto desarrollo y con una pertinencia y viabilidad al momento de su planeación.

Marco Conceptual

El planteamiento parte de comprender el espacio público como un entorno que trasciende las configuraciones físicas de parques o plazoletas y se convierte en un escenario donde la ciudadanía convive, se relaciona y forma comunidad. El espacio surge de las dinámicas sociales que lo producen, junto con la función del espacio público en la comunicación y el intercambio colectivo refuerzan esta visión. Con ello se busca configurar un lugar que incentive la participación, la expresión y la apropiación ciudadana de los espacios urbanos concebidos para su uso.

Se analiza el potencial de un escenario deportivo como agente capaz de impulsar transformaciones significativas en la ciudad. Más que un espacio destinado a la práctica atlética tiene la posibilidad de consolidarse como un referente urbano que reúna a atletas y habitantes, y que actúe como motor de dinamización social y económica. La experiencia de otros territorios demuestra que la creación de equipamientos de esta naturaleza genera efectos favorables en las comunidades, inspirando procesos de cohesión y orientando nuevos caminos de desarrollo.

Se incorporan enfoques provenientes del urbanismo táctico y del diseño participativo. El primero se vincula con intervenciones ágiles y creativas que prueban alternativas para transformar el espacio público. El segundo garantiza que la población de Yopal intervenga en cada fase del proceso, desde la formulación inicial hasta la ejecución de las acciones proyectadas.

Aun así, resulta necesario considerar el marco jurídico vigente, donde la Constitución, las disposiciones normativas y el Plan de Ordenamiento Territorial de Yopal cumplen una función decisiva, ya que orientan el desarrollo del proyecto y aseguran su coherencia con las exigencias legales.

En esa misma línea, se revisan experiencias de equipamientos deportivos y espacios públicos implementados con éxito en otras ciudades, con el propósito de identificar estrategias aplicables al contexto de Yopal y que aporten a un modelo urbano alineado con criterios de sostenibilidad.

Marco Normativo

Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Yopal

El desarrollo del complejo deportivo se fundamenta en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Yopal, el cual establece los lineamientos para el uso del suelo, la planificación urbana y la integración de nuevas infraestructuras.

El POT orienta la localización de equipamientos deportivos y la articulación del proyecto con las dinámicas territoriales, ambientales y sociales del municipio, asegurando la viabilidad y coherencia del complejo dentro del contexto urbano y regional (Alcaldía de Yopal, s.f.).

Norma ISO 19650 para la gestión BIM

El diseño y la gestión documental del proyecto aplican la norma internacional ISO 19650, la cual regula la organización y digitalización de la información sobre edificios e infraestructuras mediante metodologías BIM (Building Information Modeling).

Su aplicación garantiza eficiencia, coordinación interdisciplinaria y trazabilidad en el ciclo de vida del complejo deportivo, permitiendo la interoperabilidad y el cumplimiento de estándares internacionales en el proceso constructivo (International Organization for Standardization, 2018).

Resolución 0441 de 2020

La Resolución 0441 de 2020, expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, establece directrices para la implementación de la metodología BIM en los trámites de licencias urbanísticas y la gestión documental en proyectos de infraestructura pública. Esta normativa promueve la digitalización y mejora la eficiencia, la trazabilidad y la transparencia en la planeación, diseño y construcción, alineando el desarrollo arquitectónico del complejo con las exigencias técnicas y administrativas vigentes en Colombia (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020).

Metodología de la Investigación

La presente metodología investigativa se desarrolló bajo un enfoque de tipo exploratorio, con un diseño de tipo de encuesta con preguntas cerradas. El cómo y por qué es necesario una propuesta para desarrollar un escenario público que mejore el tejido social de la ciudad.

Metodología

La investigación consta de varias fases iniciales, estas Descriptiva, Correlacional y Explicativa, esta investigación abordará tres fases principales: descriptiva, correlacional y explicativa. En la fase descriptiva, se recolectarán y analizarán datos para caracterizar detalladamente el contexto regional, los deportistas de alto rendimiento, las instalaciones existentes y las necesidades de la población, mediante encuestas, observaciones y revisión documental. Luego, en la fase correlacional, se identificarán y analizarán las posibles variables que influyen en el diseño óptimo del complejo, como disciplinas deportivas, requerimientos de instalaciones, niveles de rendimiento, aspectos biomecánicos y condiciones climáticas. Finalmente, la fase explicativa buscará encontrar explicaciones a los patrones observados que impactan el rendimiento deportivo, mediante análisis estadísticos, para comprender los factores determinantes del alto rendimiento en el contexto regional.

Población y muestra

La población estuvo integrada por residentes cercanos al área de intervención, estudiantes universitarios, personas mayores y otros grupos vinculados al sector. La muestra se definió mediante un proceso de selección aleatoria y quedó constituida por 50 participantes.

Recolección de datos

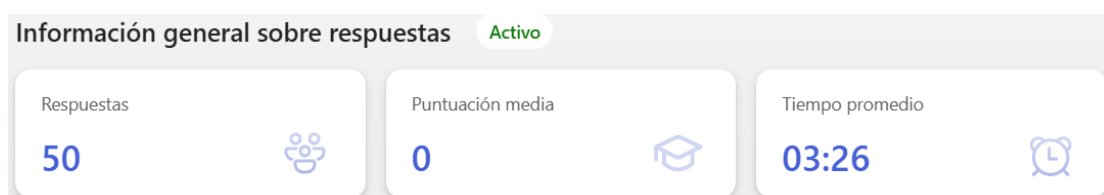
Para obtener la información requerida se utilizó un cuestionario diseñado en Microsoft Forms bajo licencia educativa. El instrumento incluía quince preguntas cerradas asociadas con las variables del

estudio y buscaba captar la mayor cantidad de respuestas precisas. El tiempo estimado para completarlo oscilaba entre tres y cuatro minutos. La implementación de esta estrategia cualitativa para la recopilación de información.

Para la recolección de datos se empleó un cuestionario estructurado en la plataforma de Microsoft Forms con el uso educacional, donde constaba de 15 preguntas cerradas y con las variables de estudio donde se buscaba la mayor. El tiempo promedio para el desarrollo de la encuesta, era aproximadamente de 3 a 4 minutos.

La ejecución de la metodología cualitativa para la recolección de información se llevó a cabo durante la semana comprendida entre el 7 y el 11 de abril del año en curso. Para ello, se gestionaron las autorizaciones correspondientes y se obtuvieron los consentimientos informados de los participantes que formaron parte del estudio. Además, se garantizó la reserva de sus aportes y su anonimato, con el propósito de evitar cualquier divulgación inapropiada y cumplir con los lineamientos éticos propios de una investigación en el ámbito educativo.

Figura 11 Información General sobre las Encuestas



Elaboración propia.

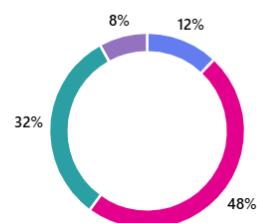
Análisis de Datos

En las siguientes secciones se exponen los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a la muestra poblacional seleccionada en la ciudad. El propósito es presentar de manera clara y precisa los hallazgos derivados del proceso de recolección de información y los aportes que surgieron con la aplicación de esta metodología.

Figura 12 *Edad de Encuestados*

¿Cuántos años tienes? (0 punto)

Menos de 18 años	6
Entre 18 y 35 años	24
Entre 36 y 50 años	16
Más de 50 años	4



Elaboración Propia.

En la primera pregunta, buscamos estudiar el tema de la edad, dado que se quiere involucrar a la ciudadanía completamente sin dejar de lado a ninguna población.

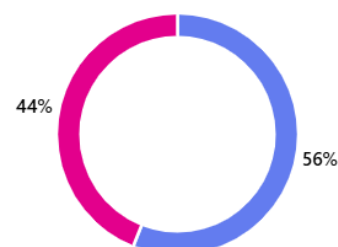
Nos percatamos de que la población predominante en esta primera instancia es que en su mayoría es una ciudadanía relativamente joven, en los que comprende entre los 18 y 35 años, soportando así que la ciudad de Yopal es la ciudad más joven con mejor proyección de desarrollo en el país de ciudades intermedias.

Esto nos permite considerar sus respuestas en el cuestionario, sobre que concepto tiene los jóvenes de hoy en día la ciudad y nos brinda una perspectiva más cercana a lo que cree necesario para desarrollar de una manera eficiente la ciudad.

Figura 13 *Género de los Encuestados*

¿Cuál es tu género? (0 punto)

Masculino	28
Femenino	22



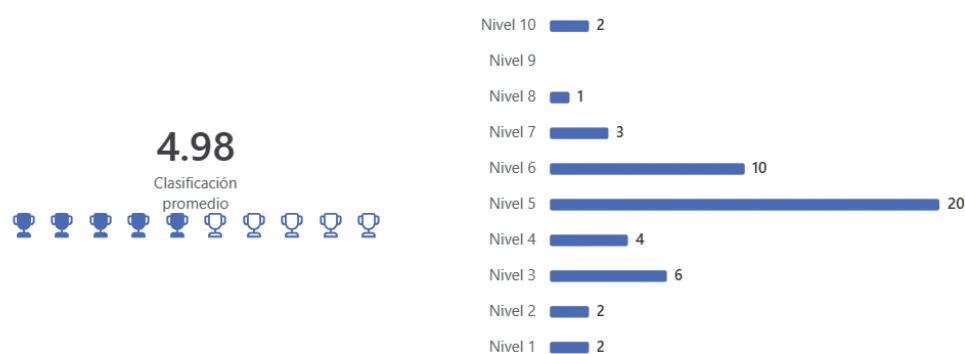
Elaboración Propia.

En cuanto la gráfica anterior, los usuarios previamente encuestados se considera de mayormente hombres, quienes lograron representar el 56% de la muestra poblacional que se logró encuestar.

Esto nos abre un indicador sobre qué porcentaje de población puede llegar a albergar el escenario deportivo y qué población sería la mayormente beneficiada.

Figura 14 *Percepción de las Infraestructuras en la ciudad*

¿Cómo calificarías la infraestructura de los escenarios deportivos que cuenta la ciudad? (0 punto)



Elaboración Propia

El resultado de esta gráfica evidencia la percepción ciudadana acerca de la infraestructura deportiva en la ciudad es paupérrima, con la mayoría de las respuestas concentradas en niveles medios o bajos. Esto apunta a que los ciudadanos consideran que estas instalaciones deportivas ya existentes en la ciudad requieren y/o necesitan algún mantenimiento significativo para volver a tener su desempeño correcto en temas de calidad y prestación de servicios.

Figura 15 *Satisfacción ciudadana en Deportes*

¿Qué tan satisfecho(a) estás con la oferta actual de actividades deportivas en la ciudad? (0 punto)



Elaboración propia.

Se sigue conservando una posición neutral respecto a la oferta de actividades deportivas en la ciudad equivalente al (46%). Sin embargo, el porcentaje combinado de personas insatisfechas y muy insatisfechas (30%) supera al de personas satisfechas y muy satisfechas (24%). Esto nos revela que, aunque no existe una insatisfacción generalizada. Sin embargo, se logra percibir una tendencia hacia una satisfacción moderada.

Figura 16 *Percepción de inseguridad en los Escenarios Deportivos de la ciudad*

¿Qué tan seguro te sientes en los escenarios deportivos que hay actualmente en la ciudad? (0 punto)



Elaboración propia.

El (56%) de la muestra poblacional se siente "Poco Seguro" en los escenarios deportivos de la ciudad, frente a un 36% se considera medianamente "Seguro". Esto permite demostrar que hoy por hoy existe una recepción ciudadana predominante en temas de inseguridad en estos espacios dedicados netamente a la práctica de actividades físicas, lo que podría estar afectando a corto plazo la

participación junto con un progreso para futuros deportistas. seguridad en los escenarios deportivos para mejorar la confianza y bienestar de los usuarios.

Figura 17 Percepción Ciudadana frente a posibles eventos nacionales o internacionales

¿Consideras que la ciudad puede albergar eventos deportivos nacionales y/o internacionales? (0 punto)



Elaboración propia.

Una proporción cercana al 82 % de las personas encuestadas considera que la ciudad tiene condiciones para recibir competencias deportivas de alcance nacional e internacional. En contraste, alrededor del 16 % opina que la capital casanareña aún no se encuentra preparada para asumir eventos de gran escala. Estos resultados reflejan, en términos generales, una percepción favorable sobre la infraestructura existente y sobre la capacidad del municipio para organizar actividades deportivas que generen un impacto destacado en la región.

Figura 18 Frecuencia de práctica deportiva en la ciudad

¿Con qué frecuencia practicas algún deporte? (0 punto)



Elaboración propia.

La gran mayoría de los yopaleños como se evidencia en la gráfica, practican deporte de forma regular, ya sea los fines de semana o varias veces por semana (36% cada uno) siendo así un 72% de los encuestados activos físicamente. En cambio, cerca del 26% sugiere que la práctica de alguna actividad física no es una de sus prioridades del día a día, aun así, existe una conciencia y práctica deportiva llamativamente alta.

Figura 19 *Medios de Transporte más utilizados por la ciudadanía*

¿Qué medio de transporte usas habitualmente? (0 punto)

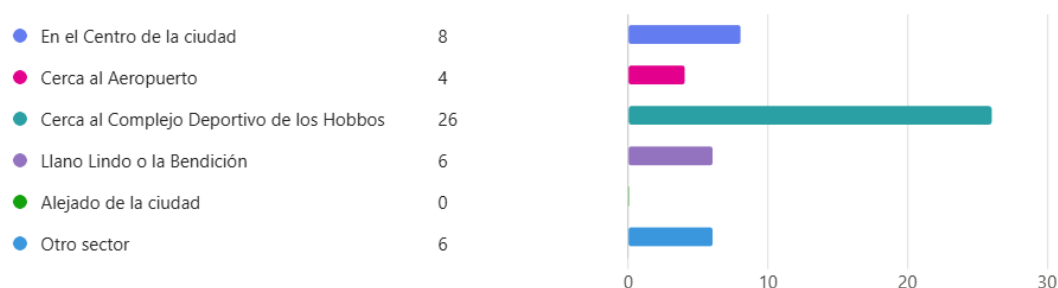


Elaboración propia.

En cuanto al transporte general de la ciudadanía, la gran mayoría de los participantes, el (64%) utiliza el vehículo particular como medio de transporte habitual. Generando un altísimo índice a futuro de congestión vehicular, a pesar de ser una ciudad tan pequeña es llamativo este tema en ámbitos de movilidad. También es llamativo que el transporte público sea utilizado solo por un 12% siendo un indicativo para mejorar y considerar en el desarrollo de la ciudad en años próximos y por último, el uso de la bicicleta como medio de transporte es el menos utilizado, con solo un 6%.

Figura 20 *Percepción ciudadana donde les gustaría encontrar el Escenario Deportivo*

¿En donde le gustaría encontrar el nuevo escenario deportivo? (0 punto)



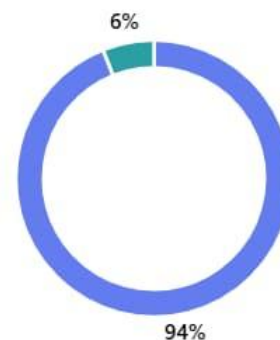
Elaboración propia.

La principal opción que contempla "Complejo Deportivo de los Hobbos" es la preferida de la ciudadanía, con 26 votos, lo que representa la mayoría de las respuestas, nos da un indicativo en donde los yopaleños se sienten más identificados con la idea de que un nuevo escenario deportivo quede continuo al "Complejo Deportivo de los Hobbos". Las demás opciones recibieron significativamente menos apoyo, y nadie prefiere que el nuevo escenario esté alejado de la ciudad, demostrando que la comunidad valora la concentración de infraestructura deportiva en la zona ya consolidada, por razones de accesibilidad, servicios complementarios y aprovechamiento de las instalaciones ya existentes. Siendo esto un tema a considerar al seleccionar la ubicación del nuevo escenario deportivo para maximizar su uso y aceptación en la ciudad.

Figura 21 *Percepción ciudadana sobre la posibilidad de un nuevo Escenario Deportivo*

¿Le gustaría contar con un nuevo escenario deportivo? (0 punto)

● Sí	47
● No	0
● No sabe / No responde	3



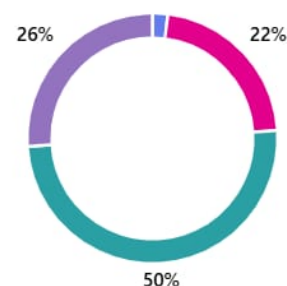
Elaboración propia.

Una proporción muy amplia de participantes, equivalente al 94 %, manifestó su apoyo a la creación de un nuevo equipamiento deportivo. No se registraron respuestas en desacuerdo, y únicamente un 6 % expresó incertidumbre o prefirió no pronunciarse. Estos resultados evidencian un interés marcado dentro de la comunidad por disponer de infraestructuras deportivas adicionales que aporten al progreso y crecimiento de la ciudad.

Figura 22 *Frecuencia ciudadana en eventos deportivos en la ciudad*

¿Con qué frecuencia asistirías actualmente a los eventos deportivos desarrollados en la ciudad? (0 punto)

● Nunca	1
● Rara vez	11
● Ocasionalmente	25
● Frecuentemente	13



Elaboración propia.

Esta información apunta que existe un interés moderado en los eventos deportivos locales, con margen para aumentar la participación regular con la notable mayoría que asiste a eventos deportivos en la ciudad de forma ocasional.

Figura 23 *Tiempo estimado de transporte*

¿Cuánto tiempo gastas habitualmente de tú casa al Complejo Deportivo de los Hobbos? (0 punto)



Elaboración propia.

La mayoría de los encuestados (48%) tarda entre 15 y 30 minutos en llegar al Complejo Deportivo de los Hobbos desde su casa. Esto sugiere que el complejo deportivo es accesible para una buena parte de la población en un tiempo razonable.

Conclusión

El análisis realizado permitió comprender la importancia que adquiere la construcción de un nuevo escenario deportivo como pieza estratégica dentro del desarrollo urbano y social de Yopal. La información recopilada evidencia que la población reconoce la necesidad de contar con equipamientos capaces de fortalecer la actividad física, promover el bienestar y consolidar espacios de encuentro que refuercen la vida comunitaria. Las percepciones positivas sobre la capacidad de la ciudad para recibir eventos de gran escala y el respaldo mayoritario hacia la creación de nuevas instalaciones deportivas reflejan un interés colectivo por avanzar hacia un modelo urbano más inclusivo y funcional.

A partir de la revisión del marco legal y de referentes nacionales e internacionales, se confirma que las ciudades que impulsan infraestructura deportiva adecuada logran activar procesos de participación, cohesión territorial y crecimiento económico. Estos antecedentes, sumados a la visión de autores que destacan el valor social del espacio público, orientan la propuesta hacia la creación de un equipamiento que contribuya al tejido social y se articule con las dinámicas culturales, recreativas y deportivas del municipio.

El proyecto se sustenta en la comprensión del espacio público como un componente esencial para la interacción ciudadana, donde se construyen identidades y se fortalecen vínculos sociales. Asimismo, las encuestas aplicadas reflejan una comunidad dispuesta a apropiarse de nuevos escenarios y a integrarlos en sus prácticas cotidianas. Con ello, la iniciativa se configura como un aporte para el progreso de Yopal, al impulsar la actividad deportiva, la convivencia y la formación de nuevas generaciones con mayor acceso a oportunidades y mejores condiciones de calidad de vida.

CAPITULO II: Propuesta Arquitectónica

Justificación del lugar

La selección del predio para el nuevo escenario deportivo en Yopal, demarcado en el círculo verde de la “Figura 24”, representa una decisión fundamentada en criterios urbanos, sociales y de conectividad estratégica. Esta ubicación, cercana al Complejo Deportivo de los Hobos y bien vinculada al sistema vial existente, favorece el desarrollo de equipamientos deportivos de escala regional y se articula naturalmente con la expansión planificada de la ciudad.

La propuesta arquitectónica emerge tras analizar el potencial de este sector, que cuenta con ventajas clave en materia de accesibilidad y disponibilidad de suelo. El predio seleccionado permite implantar un complejo deportivo de alto rendimiento en una zona heterogénea, capaz de integrar flujos peatonales, ciclistas y vehiculares, eliminando barreras y garantizando movilidad sostenible. La proximidad a otras instalaciones deportivas, servicios urbanos y zonas verdes propicia la creación de un corredor recreativo y social, reforzando la vocación deportiva y comunitaria del área.

Figura 24: Características del Lugar



Elaboración propia

Ubicar el proyecto en este nodo urbano busca consolidar la identidad local y posicionar a Yopal como referente regional en infraestructura deportiva sostenible. La integración del proyecto con el paisaje y su orientación hacia los Cerros Orientales y los Llanos amplifica la experiencia de usuarios y visitantes, dotando al velódromo de un carácter icónico y representativo para la ciudad.

Finalmente, el lugar seleccionado no solo responde a criterios técnicos y urbanísticos sólidos, sino que, apuesta por el crecimiento ordenado, la conectividad y la transformación positiva de Yopal a partir de la arquitectura deportiva.

Propuesta general

La propuesta arquitectónica se articula como un complejo deportivo de alto nivel en Yopal, enfocado en potenciar el desarrollo urbano y proyectar a la ciudad dentro de la región. El emplazamiento elegido posibilita consolidar un centro deportivo que integra diferentes usos y espacios, promoviendo la vinculación entre la infraestructura existente y el crecimiento planeado de la urbe.

Figura 25: Infraestructura y proyección de Yopal Casanare



Elaboración propia

El diseño integra un velódromo con especificaciones para competencias internacionales, áreas diferenciadas para atletas y público, servicios complementarios y espacios sociales abiertos. La organización espacial favorece la experiencia de los usuarios, optimiza recorridos y jerarquiza accesos para asegurar funcionalidad y fluidez. Además, se contempla una gran plaza de encuentro y zonas verdes que impulsan la interacción comunitaria.

La propuesta prioriza la sostenibilidad, adoptando estrategias para la eficiencia energética, el respeto al entorno natural y la integración paisajística con los Cerros Orientales y los Llanos. La movilidad activa se fomenta mediante recorridos claros para diversas formas de acceso, garantizando inclusión y conectividad en cada nivel del proyecto.

El complejo deportivo se plantea como una infraestructura capaz de catalizar nuevas dinámicas urbanas, incentivar la actividad económica, fortalecer la identidad local y posicionar a Yopal como referencia regional en deporte y arquitectura sostenible.

Perfil del usuario

El complejo deportivo proyectado en Yopal está diseñado para atender iniciativas de competencia de alto nivel, incluyendo la organización de campeonatos nacionales e internacionales que vinculen delegaciones deportivas de diferentes países. La infraestructura responde a los requerimientos técnicos que exigen estos eventos, facilitando espacios diferenciados para entrenamiento, competencia, atención médica y servicios logísticos, asegurando así el cumplimiento de normativas internacionales de deporte y hospitalidad.

El usuario principal abarca atletas profesionales, entrenadores y equipos especializados que participan en circuitos competitivos; igualmente, contempla el flujo de delegaciones que demandan instalaciones modernas, accesibles y seguras. Paralelamente, el proyecto integra usuarios locales –

aficionados, familias y comunidad en general – quienes se benefician de áreas abiertas, programas de formación y zonas de encuentro, logrando una mezcla de usos que impulsa la proyección de Yopal como sede relevante de eventos deportivos y culturales.

La capacidad de recibir visitantes nacionales y extranjeros fortalece la vocación turística y competitiva de la ciudad, contribuyendo al intercambio cultural y deportivo. Además, el diseño promueve la inclusión y el acceso universal, permitiendo que personas de todas las edades y capacidades disfruten y se apropien del complejo deportivo, en coherencia con los objetivos de desarrollo urbano y sostenibilidad planteados en la propuesta general.

Estrategias de diseño

Las estrategias de diseño para el complejo deportivo de Yopal se concentran en aspectos fundamentales que garantizan funcionalidad, seguridad y adaptación a distintos tipos de usuarios y eventos deportivos. El proyecto prioriza la flexibilidad espacial, permitiendo la adecuación de áreas tanto para campeonatos internacionales como para actividades comunitarias cotidianas.

Los accesos han sido jerarquizados para peatones, ciclistas y vehículos, con recorridos claros y rampas que favorecen la integración del complejo con la red vial de la ciudad y futuras expansiones. El diseño volumétrico optimiza el flujo eficiente de usuarios, delimitando zonas para atletas, público y servicios de manera intuitiva, sin barreras arquitectónicas que dificulten la movilidad.

Figura 26: Estrategias de diseño

Elaboración propia

Se incorporan áreas verdes y espacios abiertos como elementos de transición entre las instalaciones y el entorno, promoviendo la integración social y la sostenibilidad ambiental. La selección de materiales resistentes y de bajo impacto ambiental refuerza la durabilidad y el confort térmico, mientras que las estrategias de iluminación natural y ventilación contribuyen al bienestar de los usuarios y la eficiencia energética del edificio.

La propuesta se apoya en estándares internacionales y en la posibilidad de adaptarse a diversas tipologías de eventos, respondiendo tanto a criterios técnicos como a necesidades de la comunidad y visitantes.

Áreas y programa arquitectónico

El complejo deportivo se estructura a partir de un programa arquitectónico que incluye áreas dedicadas tanto a actividades deportivas de alto nivel como a la integración y atención de visitantes. El proyecto contempla una plaza de banderas como espacio de referencia y bienvenida, zonas comerciales

para servicios complementarios, parqueaderos organizados para facilitar la movilidad, y baños públicos distribuidos en puntos estratégicos para la comodidad de los usuarios.

El acceso es jerarquizado, diferenciando rutas para delegaciones deportivas y público en general, permitiendo control y fluidez durante eventos masivos y competencias. Zonas de encuentro y áreas verdes están dispuestas para favorecer la interacción social, el descanso y el disfrute del entorno natural, aportando tanto calidad ambiental como integración urbana.

En cuanto al equipamiento deportivo, la propuesta incluye un campo central con pista de madera de 250 metros certificada para competencias nacionales e internacionales. Los accesos diferenciados para atletas, supervisores y servicios de emergencia garantizan la seguridad y eficiencia operativa. Adicionalmente, se disponen salas de reuniones para coordinación técnica, áreas específicas para transmisión de eventos, y una dotación completa de vestuarios y sala antidopaje, cumpliendo con los requerimientos técnicos y normativos propios de los escenarios deportivos de alto rendimiento.

Esta organización permite atender simultáneamente las necesidades de usuarios locales, delegaciones nacionales e internacionales, y público masivo, consolidando el complejo como un espacio funcional, versátil y representativo para Yopal y la región.

Figura 27: Programa arquitectónico

Elaboración propia

Implantación

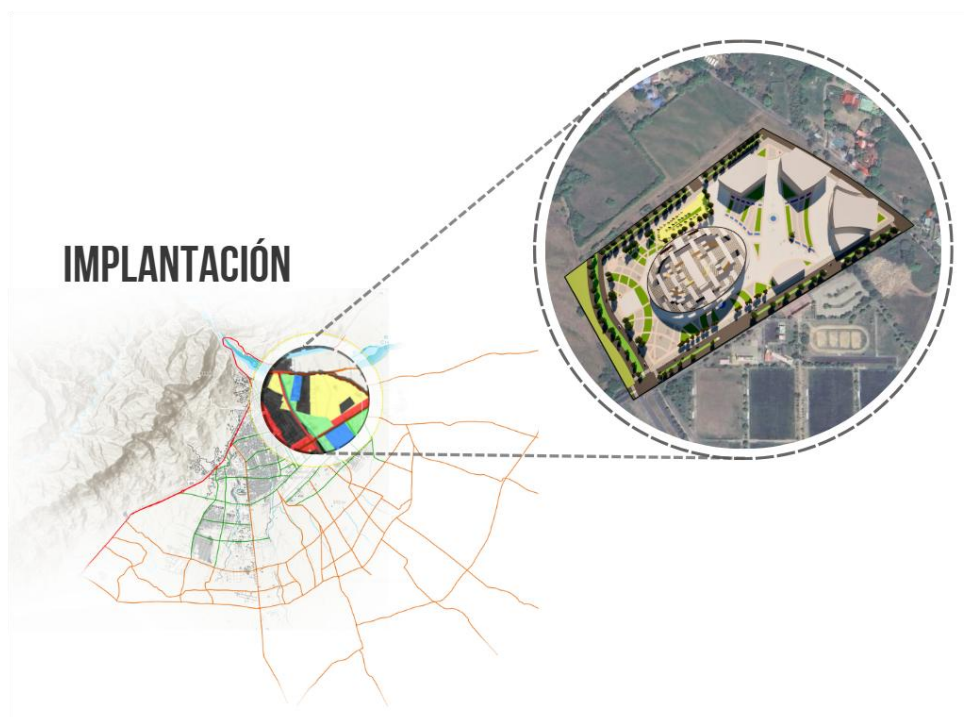
La implantación del complejo deportivo se desarrolla sobre un predio estratégicamente ubicado dentro de la ciudad de Yopal, con acceso directo a vías principales y cercanía a equipamientos urbanos relevantes. El terreno seleccionado permite una adecuada relación entre el proyecto y el entorno inmediato, facilitando la integración funcional con los espacios públicos y el sistema vial existente.

La disposición del conjunto arquitectónico prioriza la conectividad entre los accesos peatonales, ciclovías y rutas vehiculares, asegurando que todos los usuarios puedan ingresar y movilizarse de manera eficiente y segura. Los volúmenes principales se organizan alrededor del campo deportivo central, generando una estructura clara y ordenada que favorece el flujo de personas, delegaciones y servicios durante eventos de gran escala.

La implantación se aprovecha para incorporar áreas verdes perimetrales y plazas de encuentro, creando transiciones naturales entre el complejo y el paisaje urbano de Yopal. Esta estrategia permite una ocupación respetuosa y funcional, potenciando la imagen del proyecto como nodo de referencia y

facilitando futuras expansiones conforme se desarrollen nuevas necesidades deportivas y comunitarias en la ciudad.

Figura 28: Implantación del proyecto



Elaboración propia

Memoria compositiva

El diseño parte de la integración funcional entre el velódromo central, los volúmenes auxiliares y los espacios abiertos. La volumetría se despliega siguiendo criterios de orientación, jerarquía y accesibilidad, maximizando la experiencia deportiva y la versatilidad en el uso de las áreas. Las relaciones visuales y físicas entre plazas, accesos y zonas verdes permiten que cada sector se conecte naturalmente con el entorno urbano y el paisaje.

La selección de materiales responde a factores climáticos, estéticos y de sostenibilidad: se priorizan acabados tecnológicos, soluciones bioclimáticas y sistemas constructivos eficientes. Las

fachadas transparentes y la disposición de cubiertas facilitan la entrada de luz natural y la ventilación cruzada, favoreciendo el confort ambiental en todas las estaciones.

La estructura compositiva garantiza que los diferentes volúmenes funcionen de manera autónoma y articulada, permitiendo la adaptabilidad para eventos deportivos, culturales y comunitarios. El complejo se proyecta como un referente para Yopal, combinando identidad regional, uso eficiente del espacio y capacidad para recibir delegaciones internacionales y público masivo.

Zonificación

La zonificación del proyecto está concebida para maximizar la funcionalidad deportiva y la experiencia de los usuarios. El conjunto se organiza en volúmenes claramente definidos para las distintas actividades, distribuidos de manera que facilitan el funcionamiento eficiente y la interacción entre los espacios principales y secundarios. Las áreas abiertas cumplen como zonas de transición y vinculación fluida entre el complejo y la ciudad.

Los accesos se establecen por jerarquía, diferenciando rutas para peatones, ciclistas y vehículos; se incorporan rampas y conexiones que enlazan el velódromo y las instalaciones deportivas con la red vial existente y futura, garantizando accesibilidad y movilidad segura. Esta organización permite controlar el flujo de usuarios, delegaciones y servicios de manera intuitiva durante eventos masivos.

La circulación interna se plantea a través de un tejido urbano integrado y espacios verdes circundantes, promoviendo recorridos activos y seguros que favorecen la movilidad de todos los perfiles de usuario. Esta estructura contribuye a un funcionamiento ordenado y adaptable, asegurando la flexibilidad necesaria para competencias internacionales, actividades cotidianas y la convivencia comunitaria.

Figura 29: Diagramas de función

Elaboración propia

Renders del proyecto

Los renders exteriores incluidos en este apartado permiten observar la propuesta arquitectónica en su contexto urbano y paisajístico, mostrando el aspecto final de las edificaciones, la integración de los materiales, los espacios verdes y las conexiones con el entorno. Estas imágenes ofrecen una visión realista y detallada sobre la volumetría, el diseño de fachadas y la relación funcional entre las distintas áreas del complejo antes de su construcción física.

Figura 30: Render 1



Elaboración propia

Figura 31: Render 2



Elaboración propia

Figura 32: Render 3

Elaboración propia

Conclusión

El desarrollo del complejo deportivo consolida una propuesta integral que responde a las necesidades de Yopal en materia urbana, social y deportiva. El proyecto articula espacios especializados, áreas públicas y zonas verdes con criterios de funcionalidad, sostenibilidad y proyección internacional, permitiendo la realización de competencias de alto nivel y fomentando la apropiación por parte de la comunidad.

La organización espacial y la composición arquitectónica logran un equilibrio entre eficiencia operativa, identidad regional y adaptabilidad, asegurando la vigencia del complejo para futuros eventos y usos diversos. Este proyecto se configura como un referente urbano que potencia el crecimiento local y fortalece el bienestar colectivo, demostrando la capacidad de la arquitectura para transformar positivamente el entorno y la sociedad.

CAPITULO III: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO COLABORATIVO (BIM)

MÓDULO 1: Introducción, normas, estándares, trabajo colaborativo e interoperabilidad.

BIM

La metodología BIM (Building Information Modeling / Modelado de Información para la Construcción) se concibe como un sistema digital y colaborativo orientado al diseño y a la gestión integral de proyectos arquitectónicos y constructivos. No obstante, en el primer módulo su alcance se centra en el estudio de la normatividad, los estándares y las funciones específicas que pueden aplicarse de manera adecuada dentro de la *“Propuesta Integral de Espacio Público en Yopal, Casanare”*.

Este modelo digital ha traído consigo la implementación de las representaciones tridimensionales (3D), donde a lo largo del proyecto va recopilando información esencial sobre cómo se van desarrollando las etapas del proyecto y ofrece así la posible detección de alguna anomalía y/o interferencia sobre el proceso llevado hasta el momento, de igual forma se busca que la información se base en un sistema centralizado de tal forma que se puedan respaldar decisiones futuras con el proyecto.

En los últimos años, Colombia ha incorporado diversas disposiciones normativas orientadas a impulsar el uso de herramientas digitales dentro del sector de la construcción. En esa línea, el Ministerio de Vivienda expidió la Resolución 0441 del 1 de septiembre de 2020, con la cual se promueve la adopción de estos recursos tecnológicos para apoyar el desarrollo de proyectos arquitectónicos. Entre los referentes más relevantes de esta metodología se encuentra la norma ISO 19650, elaborada por la *“International Organization for Standardization”*, que establece los lineamientos para la gestión de la información en proyectos que integran este enfoque digital.

En esta monografía, se plantea utilizar la metodología BIM para desarrollar un porcentaje del proyecto con la idea de poderlo implementar en desarrollos futuros que complementen el

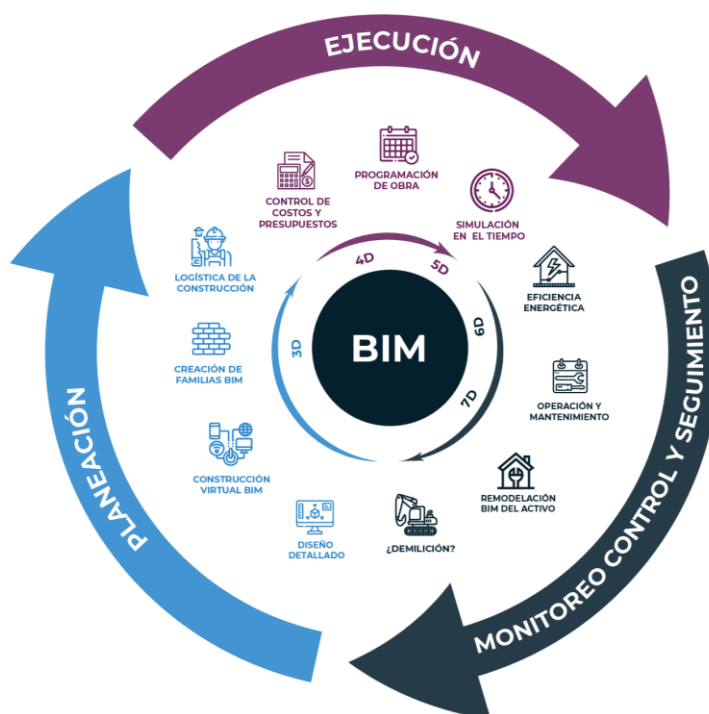
planteamiento inicial previsto, siendo este un primer acercamiento a la conectividad global que ofrece el progreso tecnológico hoy en día y brindando así una competitividad en ámbitos arquitectónicos para emplear esta metodología.

Ciclo de Vida del Proyecto

El ciclo de desarrollo de un proyecto bajo enfoque BIM comienza en la fase de estudios iniciales y anteproyecto, momento en el que se realizan actividades como el levantamiento topográfico, la revisión de aspectos ambientales y la incorporación de los requisitos regulatorios, insumos que permiten construir una primera versión del modelo. Posteriormente se avanza hacia la etapa de diseño, en la cual el modelo adquiere mayor precisión y se consolidan las propuestas arquitectónicas y técnicas que estructuran el proyecto.

Después de ello, se va gestionando la etapa constructiva, que es aquella en la que el modelo va guiando una buena gestión de tiempos, costos/presupuestos junto con las articulaciones inmediatas para su desarrollo. Cuando se finaliza su etapa de construcción, comienza una nueva etapa (fase de operación y mantenimiento) en la que ya consiste en conservar y mantener en buen estado la edificación (Facility Management), en la cual el modelo se convierte en una herramienta para programar y controlar las tareas de conservación, prolongando así su vida útil y apoyando decisiones sobre renovación o cambio de alguno de sus elementos.

En su etapa final, el ciclo considera el desmantelamiento o la reutilización con planificación orientada a la sostenibilidad y a los principios de economía circular, sin embargo, a lo largo de todas estas fases esta metodología BIM asegura una gestión integral coordinada, lo que permite prever conflictos y mantener la eficiencia en cada momento del proceso, brindando así la posibilidad de contribuir al medio ambiente, sino que también de forma autónoma la reutilización de algunos materiales.

Figura 33 *Ciclo de Vida del Proyecto*

Tomada de “BIM más que Revit” por MicroCAD, 2021. (<https://microcad.co/bim-mucho-mas-que-revit/>)

Roles BIM

En este proyecto, la estructura de roles BIM está claramente definida para garantizar una gestión eficiente y un cumplimiento riguroso del Plan de Ejecución BIM (BEP). Cada rol es fundamental para el desarrollo coordinado de los modelos digitales y la información del proyecto, asegurando calidad, compatibilidad y seguimiento de estándares.

El BIM Manager lidera y coordina la implementación del BEP, supervisando que los protocolos y flujos de trabajo se apliquen correctamente durante todas las fases del proyecto. Los Coordinadores BIM gestionan el trabajo dentro de cada disciplina, manteniendo la calidad y la compatibilidad entre los modelos generados.

Asimismo, los Revisores BIM tienen la función de verificar y validar que los modelos cumplen digitalmente con los requisitos estipulados en el BEP, lo que garantiza controles de calidad rigurosos.

Finalmente, los Modeladores BIM crean y desarrollan los modelos digitales siguiendo los criterios establecidos.

Esta asignación clara y especializada de funciones permite una integración sólida del equipo BIM, optimizando la colaboración interdisciplinar y asegurando que el proyecto avance con una gestión de información efectiva y con altos estándares técnicos.

A continuación, se detallan los roles BIM considerados para la ejecución del proyecto:

Figura 34 Roles BIM

Profesión	Rol BIM	Encargado	Definición del Rol BIM
Arquitectura	BIM Manager	Yuber Alberto Nope	Es el responsable de liderar y coordinar la implementación del Plan de Ejecución BIM (BEP), asegurando que los estándares, protocolos y flujos de trabajo BIM se cumplan durante todo el proyecto.
Arquitectura o Ingeniería	Coordinador BIM	Carlos Fernando Venegas Arnol Stiven Saray	Es responsable de gestionar y coordinar el trabajo dentro de su disciplina, asegurando la calidad y compatibilidad de los modelos con otras disciplinas.
Arquitectura o Ingeniería	Revisor BIM	Carlos Fernando Venegas Arnol Stiven Saray	Es el encargado de verificar y validar la calidad de los modelos digitales, asegurando que cumplen con los
Arquitectura	Modelador BIM	Carlos Fernando Venegas Arnol Stiven Saray	Es el profesional responsable de crear y desarrollar los modelos digitales del proyecto, siguiendo los criterios y estándares establecidos en el BEP

Elaboración propia.

Usos BIM

La metodología BIM se consolida como un sistema integral que va más allá de la elaboración de modelos tridimensionales, incorporando la organización y coordinación de información a lo largo de todas las fases del proyecto. Sus usos corresponden a aplicaciones específicas que contribuyen a optimizar distintas etapas, desde la concepción del diseño hasta los procesos de operación y mantenimiento del edificio.

En el presente proyecto, los usos actúan como un puente entre el trabajo investigativo y la ejecución técnica, logrando que los datos se gestionen de forma estructurada en cada fase. Esta

dinámica favorece la articulación entre disciplinas, fortalece el control presupuestal y eleva la calidad y sostenibilidad de las soluciones planteadas. A partir de ello, se definen los principales usos implementados en la propuesta:

Diseño y análisis: desarrollo de modelos digitales que representan con detalle los muros y sus recubrimientos, posibilitando evaluaciones técnicas profundas.

Documentación técnica: generación de protocolos, fichas y documentación vinculada directamente al modelo, asegurando coherencia y actualización permanente.

Gestión de costos: cálculo preciso y detallado de materiales y recursos necesarios, optimizando la planificación presupuestal.

Mantenimiento: incorporación de información sobre durabilidad y ciclos de reposición de los elementos constructivos, facilitando la planificación preventiva y el seguimiento.

Gracias a estos usos, BIM se consolida como un mecanismo clave mejorando eficiencia, claridad en la ejecución integral del proyecto.

Figura 35 Usos BIM

USOS BIM										
		ESPECIALIDADES								
		ARQ	EST	SAN	TUB	ELE	SIC	HAVAC	BAS	VOD
1	Levantamiento de condiciones existentes (Modelamiento 'As-Built')	X	X	X			X	X		
2	Estimación de cantidades y costos	X	X	X	X	X	X	X		X
3	Planificación de fases (Modelado 4D)	X	X	X	X	X	X	X		X
4	Análisis del cumplimiento del programa espacial con 3D (zonificación)	X	X							
5	Análisis de ubicación	X								
6	Diseño de especialidades	X	X	X	X	X	X	X		X
7	Revisión del diseño ('Design review')	X	X	X	X	X	X	X		X
8	Análisis estructural		X							
9	Análisis lumínico	X								
10	Análisis energético									
11	Análisis mecánico									
12	Otros análisis de ingeniería									
13	Evaluación de Sostenibilidad (BIM 6D)									
14	Validación normativa	X	X	X	X	X	X	X		X
15	Coordinación 3D (Detección de interferencias)	X	X	X	X	X	X	X		X
16	Planificación de obra	X	X							
17	Diseño de sistemas constructivos	X	X							
18	Fabricación digital									
19	Control de obra	X	X	X	X	X	X	X		X
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	X								
25	Planificación y gestión de emergencias									

Captura de pantalla. Elaboración propia.

Dimensiones BIM**Figura 36 Dimensiones BIM**

Tomado de "ECONOVA", por Institute of Architecture and Engineering, 2022. (<https://econova-institute.com/las-siete-dimensiones-de-bim/>)

Las dimensiones BIM constituyen capas adicionales de información que enriquecen el modelo digital más allá de su forma tridimensional, aportando datos específicos que mejoran la gestión, control y análisis del proyecto en cada etapa. Estas dimensiones permiten integrar diferentes variables que facilitan una administración integral y eficiente del ciclo de vida de la edificación.

Según BibLus (2024), las dimensiones más importantes y utilizadas empleadas son las siguientes:

3D: Es la representación tridimensional que facilita la visualización espacial y la coordinación entre los diferentes elementos constructivos del proyecto.

4D: Añade la dimensión tiempo al modelo, permitiendo planificar, simular y controlar la secuencia y duración de las actividades en la fase constructiva, facilitando la optimización de los cronogramas.

5D: Incorpora la gestión económica, relacionando costos y presupuestos con los componentes del modelo, lo que posibilita un control detallado de los recursos financieros y el seguimiento eficiente de los gastos.

6D: Está orientado a la sostenibilidad y la eficiencia energética, integrando datos relacionados con el desempeño ambiental del edificio, para evaluar impactos y proponer estrategias de mejora.

7D: Se enfoca en la gestión del mantenimiento y la operación del edificio, proporcionando información para el seguimiento de activos, planificación de mantenimiento preventivo y correctivo, y asegurando la vida útil y funcionalidad del inmueble.

En el contexto de este proyecto, la implementación coordinada de estas dimensiones va a permitir abordar desde el diseño y construcción, hasta la operación y conservación del edificio, aportando un enfoque integral que mejora la planificación y el uso de recursos. Con ello se alcanza un nivel superior en la calidad de la ejecución, se optimiza el uso de los recursos económicos, se reducen los efectos sobre el entorno natural y se logra una gestión adecuada durante cada etapa del ciclo de vida de la edificación.

Niveles de Desarrollo BIM

El desarrollo del proyecto incorpora distintos niveles de definición BIM (LOD) con el fin de organizar la información del modelo digital y garantizar una interacción ordenada entre las disciplinas involucradas. Dichos niveles funcionan como una guía que fija el grado de detalle y exactitud requerido en cada fase del proceso, abarcando tanto la representación geométrica como datos adicionales vinculados con materiales, características técnicas, costos y operaciones, según los criterios divulgados por Autodesk (s. f.).

Para la propuesta, se asignan valores de desarrollo diferenciados según el alcance de cada componente. La arquitectura integra un LOD 350 para los muros de adobe y sus capas asociadas, lo que proporciona el nivel de definición necesario para ajustes de acabados, revisión de interferencias y conexión con especificaciones y procedimientos constructivos. En paralelo, la estructura y los sistemas técnicos (MEP e infraestructura complementaria) operan con un LOD 300, suficiente para definir geometría y ubicación con precisión y facilitar las labores de diseño, coordinación e integración espacial sin llegar a los estándares requeridos para procesos de fabricación.

La aplicación estratégica de estos niveles favorece la consolidación de un modelo digital coherente, apoya el trabajo conjunto entre equipos y reduce inconsistencias a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Figura 37 Niveles de Desarrollo BIM

Entidad o elemento a modelar	Nivel de información	Descripción	Formato de intercambio
Elementos civiles	LOD (350) LOI (A, B, C ₁)	Modelado detallado de muros, puertas, ventanas para definir estructuras base y envolventes del edificio	IFC/Rvt
Estructuras Especiales	LOD (300) LOI (A,B,C)	Modelado de componentes estructurales como vigas, columnas y cimentaciones con detalle constructivo y de coordinación	IFC/Rvt
Distribución y Tuberías MEP	LOD (300) LOI (A, B, C)	Modelado completo de sistemas de redes (eléctricas, sanitarias, HVAC, RCI), asegurando conexión y coordinación con otras especialidades	IFC/Rvt

Captura de pantalla. Elaboración propia.

Documento EIR (Employer's Information Requirements)

La incorporación del documento EIR (Employer's Information Requirements) dentro del proyecto arquitectónico adquiere un papel esencial al precisar los alcances, expectativas y criterios del empleador relacionados con la metodología BIM. Dicho documento funciona como un instrumento orientador que organiza la gestión de la información y facilita una comprensión unificada entre los equipos involucrados, asegurando que los datos generados respondan a las necesidades específicas de cada fase del proceso proyectual.

A través del EIR se plantean metas estratégicas ligadas a garantizar la interoperabilidad entre plataformas, ordenar el manejo de información dentro de un entorno común (CDE), disminuir interferencias durante la construcción, optimizar el control presupuestal y apoyar las labores futuras de operación y mantenimiento. Además, el documento determina los usos BIM previstos, las plataformas colaborativas, los formatos de intercambio y las obligaciones de cada participante, junto con un esquema definido para entregas y revisiones técnicas.

En una dimensión más amplia, el EIR favorece una comunicación clara y una coordinación efectiva entre los actores del proyecto, lo que contribuye a reducir discrepancias, evitar fallas y alcanzar resultados con un estándar elevado. Con ello, su presencia dentro del proceso proyectual refuerza la organización de la información y potencia la eficiencia global a lo largo de todas las etapas del desarrollo arquitectónico.

Figura 38 Documento EIR (Employer Information Requirements)

EIR, Employer Information Requirements	
Técnico	
Objetivos del proyecto	Desarrollar el diseño arquitectónico de un edificio de oficinas multifuncional que apoye las operaciones del
Objetivos de BIM en el proyecto	Mejorar la precisión en la planificación de costos y tiempos, optimizando la colaboración entre equipos para reducir errores, minimizar retrasos y facilitar una gestión eficiente del edificio durante todo su ciclo de vida.
Usos y alcances BIM	Usos para Arquitectura: 1,2, 3,4, 5, 6, 7, 9, 14, 15, 16, 17, 19, 24 Usos para Estructura: 1,2, 3, 4, 6, 8, 14, 15, 16, 17, 19 MEP: 2, 3, 6, 7, 14, 15
LOD y LOI para cada especialidad y componente	Arquitectura: Muros, Puertas, Ventanas, Losa de Entrepiso Cubierta LOD 350 - LOI A,B,C,F,G,H ; Estructura: Columnas, Vigas: LOD 300 - LOI A, B, C; MEP: ventilación, Iluminación, Sistema Eléctrico: LOD 300 - LOI A, B, C;
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	Plataforma colaborativa (Bricsys 24/7), Software de modelado (Revit Arquitectura, Estructura y MEP) y Software de Coordinación (Navisworks Manager)
Administrativo	
Estándares y normativas	ISO 19650, Resolución 0441 de 2020, NSR-10, Plan BIM
Roles y responsabilidades	Modelador BIM, Coordinador BIM, Diseñador BIM
Segregación de información	Por niveles y zonas
Plan de entregas	Semanal, acorde a hitos
Plan de calidad	Revisión semanal entre especialistas
Comercial	
Plataformas de entrega de la información	CDE, Sharepoint
Formatos de entrega	IFC, RVT, DWG, PDF

Captura de pantalla. Elaboración propia.

Documento BEP (BIM Execution Plan)

La elaboración e incorporación del Documento BEP en este proyecto constituye una herramienta fundamental para traducir los requisitos planteados en el EIR en acciones concretas durante la ejecución. Este plan describe detalladamente cómo se aplica la metodología BIM, estableciendo protocolos, estándares, formatos de intercambio y responsabilidades claras para cada etapa del proyecto.

El BEP actúa como una guía operativa para coordinar de forma efectiva a todos los participantes, desde modeladores hasta ingenieros y especialistas, asegurando que la información producida sea consistente, así mismo sea organizada con el proyecto y permita dicha colaboración fluida y eficiente.

Su implementación minimiza los riesgos asociados a discrepancias y errores en los datos, optimiza los recursos y tiempos, y garantiza una gestión integral que fortalece la calidad del producto final. Particularmente, en este proyecto, el BEP asegura que la aplicación del recubrimiento para muros de adobe se realice bajo criterios de sostenibilidad, durabilidad y eficiencia, potencializando los beneficios de la metodología BIM y maximizando el impacto positivo de la investigación arquitectónica.

CDE (Common Data Environment)

El entorno común de datos se concibe como un componente estructural que sustenta la implementación de la metodología BIM en proyectos de equipamiento arquitectónico. Se configura como un sistema digital centralizado en el que se organiza, almacena y administra la información producida a lo largo de las distintas fases, lo que garantiza que todos los actores trabajen con datos uniformes y verificables.

La ISO 19650 define el CDE como una “fuente única de información destinada a la recopilación, administración y distribución de documentos, modelos y otros datos vinculados”. Bajo esta directriz, el entorno favorece la interacción entre las disciplinas, ordena la gestión documental y establece un proceso de trabajo que disminuye errores asociados con duplicaciones o con el uso de información desactualizada.

El empleo del CDE permite realizar un seguimiento preciso de versiones y modificaciones, fortaleciendo la administración de cambios y facilitando la detección de discrepancias, lo cual sostiene la continuidad técnica en cada etapa del proyecto. En el marco de la propuesta, esta herramienta contribuye a estructurar la información relacionada con los tratamientos superficiales de los muros de adobe, apoyando así la calidad, la sostenibilidad y la vida útil del resultado final.

IFC (Industry Foundation Classes) y BFC (BIM Collaboration Format)

El formato IFC, respaldado por la norma internacional ISO 16739-1:2024 y desarrollado por buildingSMART, es un estándar abierto que permite la transferencia segura y eficaz de información geométrica y detallada del modelo digital entre diversas plataformas BIM. Esta interoperabilidad es clave para mantener actualizados y coherentes los datos técnicos y estructurales en todas las fases del proyecto.

El formato BCF, por su parte, complementa esta función al ofrecer un medio para gestionar la comunicación entre los equipos sobre incidencias, observaciones y solicitudes relacionadas con el modelo. Al no almacenar datos geométricos, su principal aporte está en facilitar el seguimiento y resolución de problemas de forma organizada y en tiempo real.

Durante el marco del proyecto de el equipamiento arquitectónico, integrar estos dos formatos resulta indispensable para garantizar una gestión transparente y colaborativa de la información. IFC asegura que todos los participantes tendrán acceso a un modelo unificado y completo, con datos precisos sobre materiales y características técnicas. Simultáneamente, BCF permite documentar y dar seguimiento a las incidencias que surjan durante la fase de coordinación, asegurando que las soluciones aplicadas —especialmente las relacionadas con la conservación del adobe— sean implementadas correctamente y de manera eficiente.

De esta forma, la combinación de IFC y BCF fortalece la calidad del proceso constructivo, minimiza errores y mejora la comunicación entre todos los agentes del proyecto, contribuyendo al éxito integral del equipamiento arquitectónico diseñado.

MÓDULO 3: Modelado de edificación de estructuras

Modelado de proyecto

El tercer módulo del diplomado “Nuevas Tecnologías Digitales para el Desarrollo y Gestión de Proyectos Open BIM” introduce una formación organizada sobre las herramientas básicas para la modelación dentro del entorno BIM, tomando a Revit como plataforma principal. La propuesta formativa guía al estudiante por un proceso de modelado progresivo, estructurado en diversos archivos que representan secciones específicas del proyecto e integran componentes estructurales, sistemas técnicos, análisis del contexto urbano y el diseño arquitectónico. Esta metodología favorece la

coordinación entre áreas y garantiza un manejo coherente de la información durante todas las etapas del edificio.

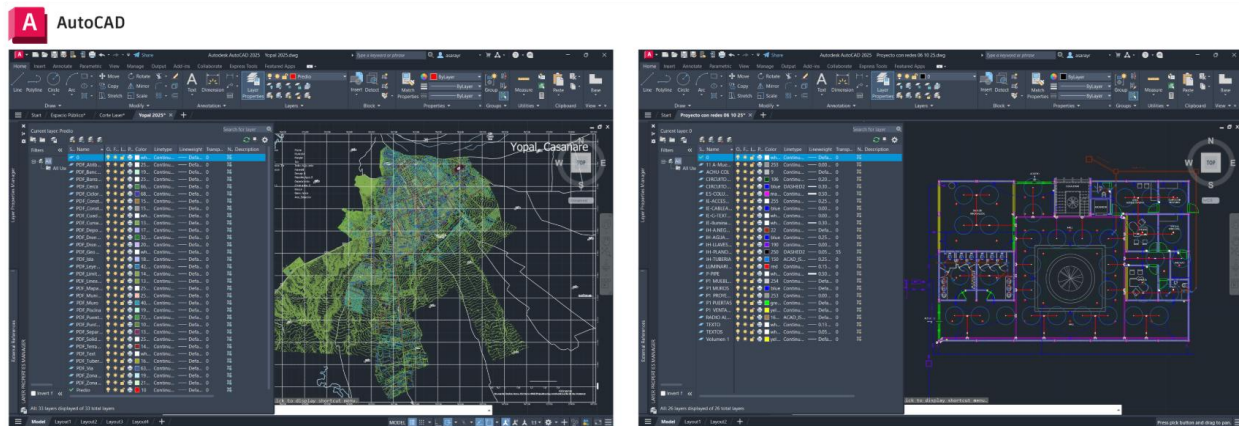
Posteriormente se presentan los procedimientos y criterios empleados para administrar los datos generados en el proyecto, con especial atención en la interoperabilidad, la trazabilidad y la consistencia documental exigida por los principios de Open BIM.

En ese sentido, los apartados siguientes profundizan en las acciones asociadas con el esquema de gestión de archivos adoptado para el desarrollo del proyecto.

Contexto Urbano

La construcción del modelo correspondiente al entorno urbano constituye una etapa esencial dentro del desarrollo del proyecto, ya que permite comprender el trato inmediata entre el objeto arquitectónico y su contexto inmediato. Para lograrlo, se genera un archivo base que concentra únicamente la información necesaria del área de intervención, obtenida tras un proceso de depuración y selección del material cartográfico. Este procedimiento garantiza una representación más precisa del territorio y evita la acumulación de datos que puedan interferir en el análisis o en la modelación digital.

En esta fase, las geometrías se definen como figuras cerradas y se organizan en capas específicas, con el propósito de mantener una lectura ordenada de los elementos urbanos y facilitar su posterior transformación en modelos tridimensionales. Este tipo de estructuración no solo optimiza el trabajo digital, sino que también permite reconocer las jerarquías espaciales y la orientación del entorno construido. Finalmente, se establece un punto de referencia que actúa como coordenada principal del archivo, asegurando la correcta ubicación del modelo y su coherencia con las fases siguientes del proceso proyectual bajo la metodología BIM en el módulo 4.

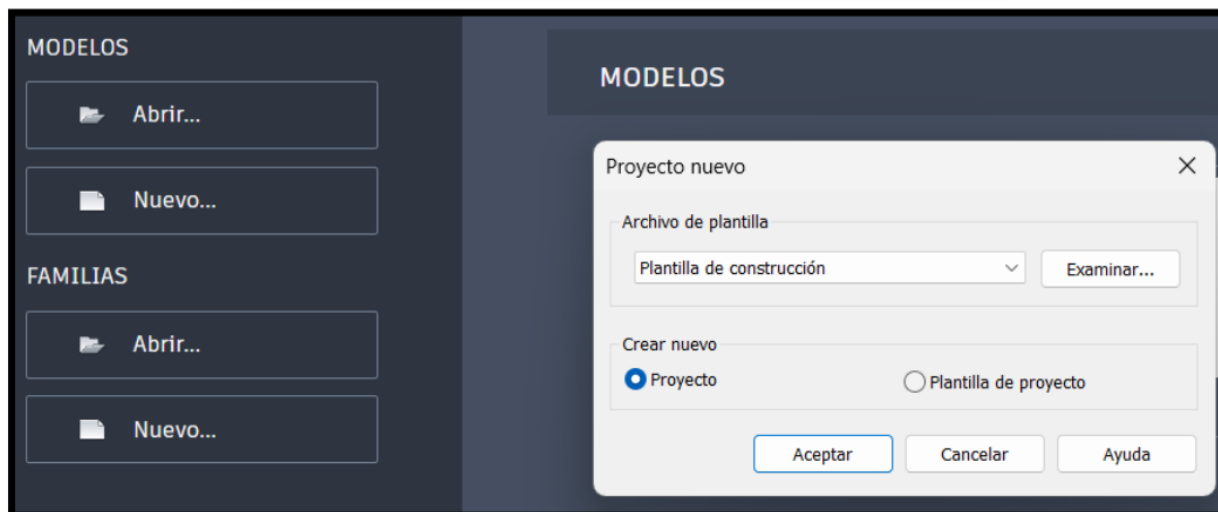
Figura 39: Archivo base desde AutoCAD “Contexto urbano”

Captura de pantalla. Elaboración Propia.

Tras el filtrado del archivo base, se continúa con la creación de un nuevo proyecto dentro del entorno de modelado digital. En esta fase, resulta esencial seleccionar la plantilla asociada al ámbito constructivo, dado que contiene configuraciones y parámetros previamente establecidos que se ajustan a las necesidades del desarrollo arquitectónico. Esta elección responde a una decisión técnica fundamentada en la búsqueda de coherencia y eficiencia desde el inicio del proceso de modelado.

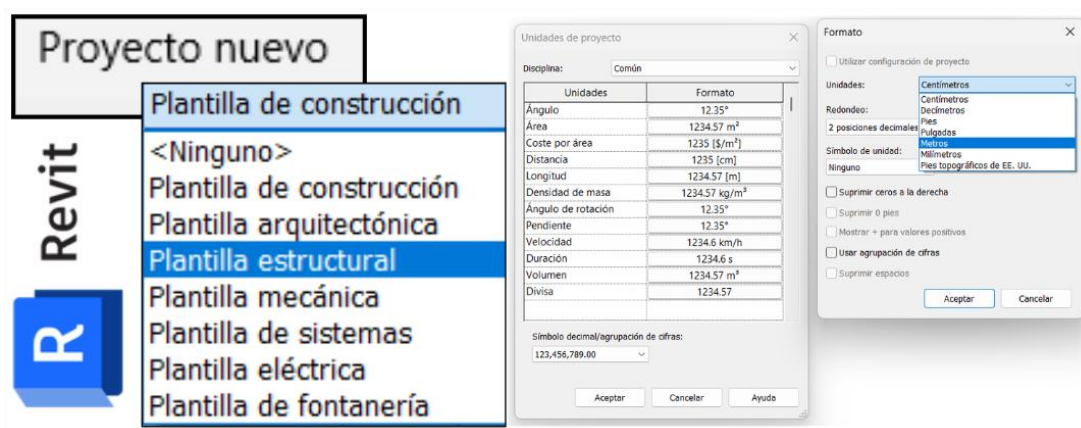
Dicha plantilla ofrece una estructura organizada que facilita la configuración de vistas, niveles y componentes, además de incluir familias prediseñadas y elementos arquitectónicos básicos que optimizan el levantamiento del proyecto. Su aplicación permite mantener una lógica de trabajo ordenada y precisa, garantizando uniformidad en la representación gráfica y una gestión adecuada de los materiales y las vistas del modelo.

En conjunto, la utilización de esta plantilla representa una decisión estratégica que favorece la calidad del modelo digital y fortalece su coherencia con las etapas posteriores del flujo de trabajo BIM, asegurando una base sólida para el desarrollo y coordinación integral del proyecto arquitectónico.

Figura 40: Nuevo proyecto en REVIT - Plantilla de construcción

Captura de pantalla. Elaboración Propia

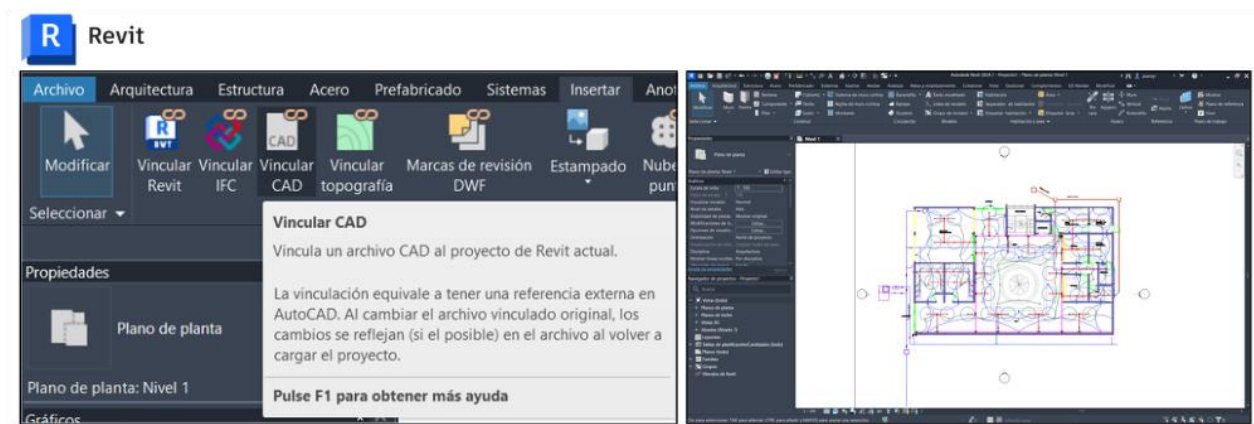
Luego de seleccionar la plantilla de construcción en Revit, el siguiente paso es vincular el archivo de AutoCAD previamente preparado. Durante el proceso de inserción del vínculo del archivo en el programa, es esencial realizar algunas verificaciones clave. Dentro de estas, se debe asegurar que las unidades de importación estén configuradas correctamente en metros para mantener la cohesión dimensional del proyecto.

Figura 41: Preliminares del archivo

Captura de pantalla. Elaboración Propia

De igual manera, es de suma importancia revisar la posición de vinculación, la cual debe estar seleccionada en "Automático: De Origen interno a Origen Interno". Esta configuración asegura que el punto base establecido previamente a través del archivo de AutoCAD sea coherente en todo el proyecto, funcionando como el punto de referencia común para los archivos subsiguientes. Por lo que, estas precauciones buscan principalmente garantizar una integración adecuada, no solo del archivo de AutoCAD vinculado, y además se plantea consolidar un fundamento técnico que sirva como punto de partida para el avance de las demás áreas involucradas.

Figura 42: Vinculación archivo de AutoCAD a REVIT



Captura de pantalla. Elaboración propia

Después de definir la plantilla de construcción, el proceso continúa con la incorporación del archivo técnico que servirá como referencia para el modelado. En esta etapa, en la cual se considera como crítica, se debe estar muy atento a la correcta configuración del entorno antes de vincular el archivo, asegurando que las unidades de trabajo coincidan con el sistema métrico adoptado para el proyecto. Esta verificación evita inconsistencias dimensionales y facilita la precisión en la interpretación del modelo.

Otro aspecto fundamental es la alineación del punto de inserción, que debe mantener correspondencia con la ubicación establecida en el archivo original. Esta coincidencia espacial permite

que el modelo conserve una referencia exacta, condición esencial para integrar posteriormente las distintas disciplinas del proyecto sin desplazamientos o errores de coordenadas.

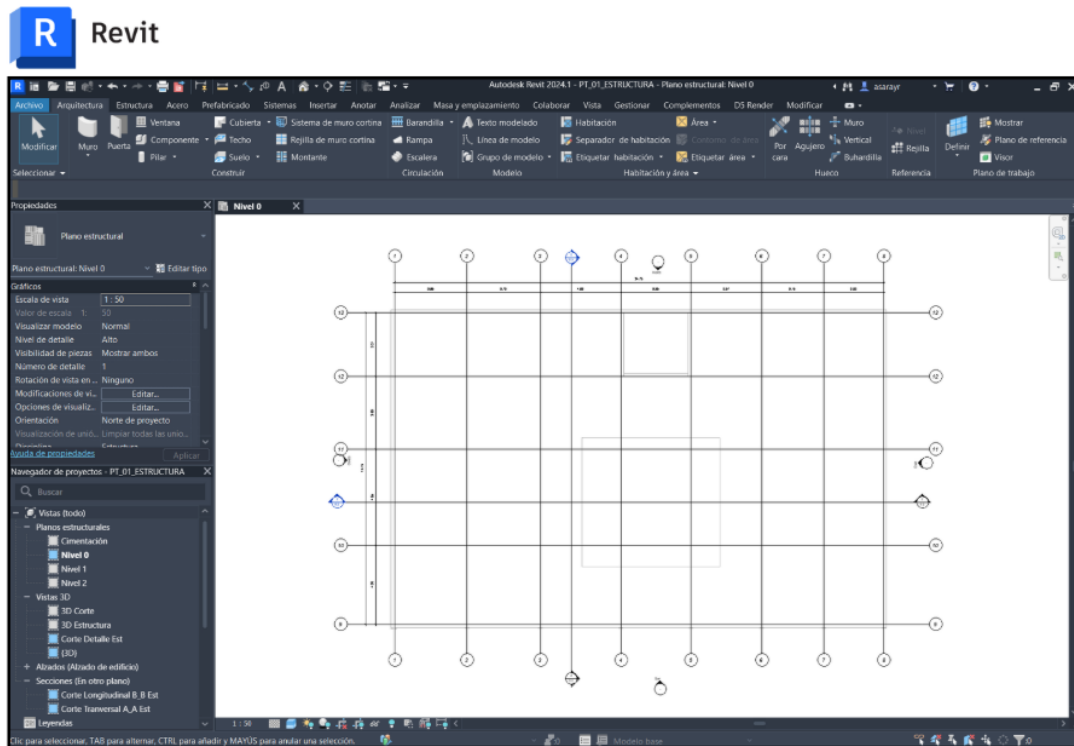
Tomar estas precauciones al inicio no solo mejora la compatibilidad entre plataformas, sino que además garantiza una base ordenada y confiable para el desarrollo colaborativo del proyecto en un entorno BIM, donde la coordinación y la fidelidad de la información son factores determinantes para la eficiencia del proceso constructivo.

Estructura

El modelado estructural inicia con la creación de un nuevo proyecto, seleccionando la plantilla de estructura como punto de partida, ya que esta contiene las configuraciones y familias necesarias para el trabajo estructural. A partir de allí, se definen los ejes y niveles que organizan la ubicación y altura de los elementos del proyecto; los ejes se trazan en las vistas de planta para establecer la modulación del sistema estructural, mientras que los niveles se ajustan en las vistas de alzado para determinar las cotas de cada piso.

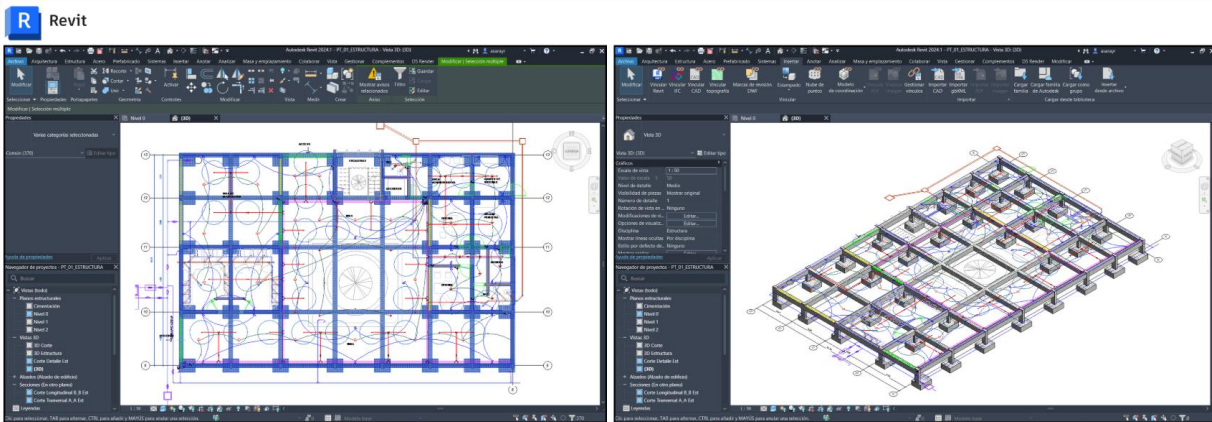
Una vez establecidas estas referencias, se insertan los elementos principales como columnas, vigas y viguetas, utilizando las herramientas de la pestaña “Estructura”. En esta fase, se pueden duplicar o editar familias existentes para adaptarlas a las necesidades específicas del diseño. En este caso, la estructura corresponde a un sistema aporticado en concreto reforzado, conformado por un marco de columnas y vigas que proporcionan soporte, estabilidad y coherencia espacial al modelo arquitectónico.

Después de ajustar las unidades de trabajo a metros, se procede a vincular el plano estructural previamente elaborado en AutoCAD, el cual sirve como referencia visual para guiar el proceso de modelado. Con esta base establecida, se trazan los ejes en planta y se definen los niveles en alzado, garantizando una correcta organización y alineación espacial de todos los elementos estructurales dentro del modelo.

Figura 43: Trazado de ejes

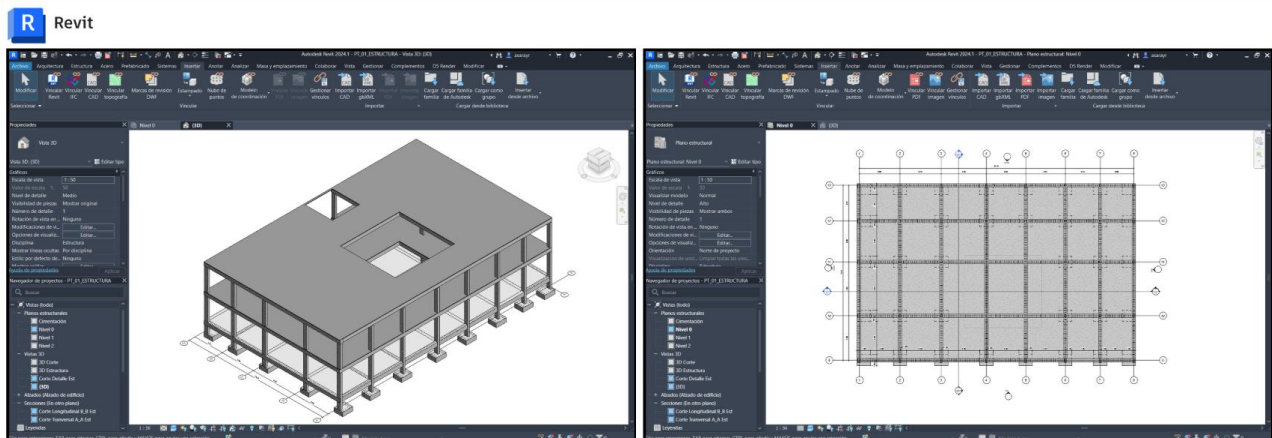
Captura de pantalla. Elaboración propia

Una vez posicionados los elementos verticales y horizontales de la estructura, se procede a desarrollar el sistema de cimentación, implementando zapatas aisladas y excéntricas adaptadas a las características del proyecto. Durante esta etapa, se integran los detalles de unión entre vigas y columnas, asegurando la correcta interconexión de los componentes y garantizando la estabilidad y coherencia del conjunto estructural.

Figura 44: Colocación de zapatas y estructura

Captura de pantalla. Elaboración propia

Con la cimentación y los elementos principales definidos, se procede a generar las losas de cada nivel, estableciendo sus límites y asignando las propiedades necesarias para integrarlas correctamente al conjunto estructural. A continuación, se incorporan las escaleras, determinando su forma, ubicación y pendiente, de manera que faciliten la conexión entre los distintos niveles y se adapten a la geometría general del proyecto.

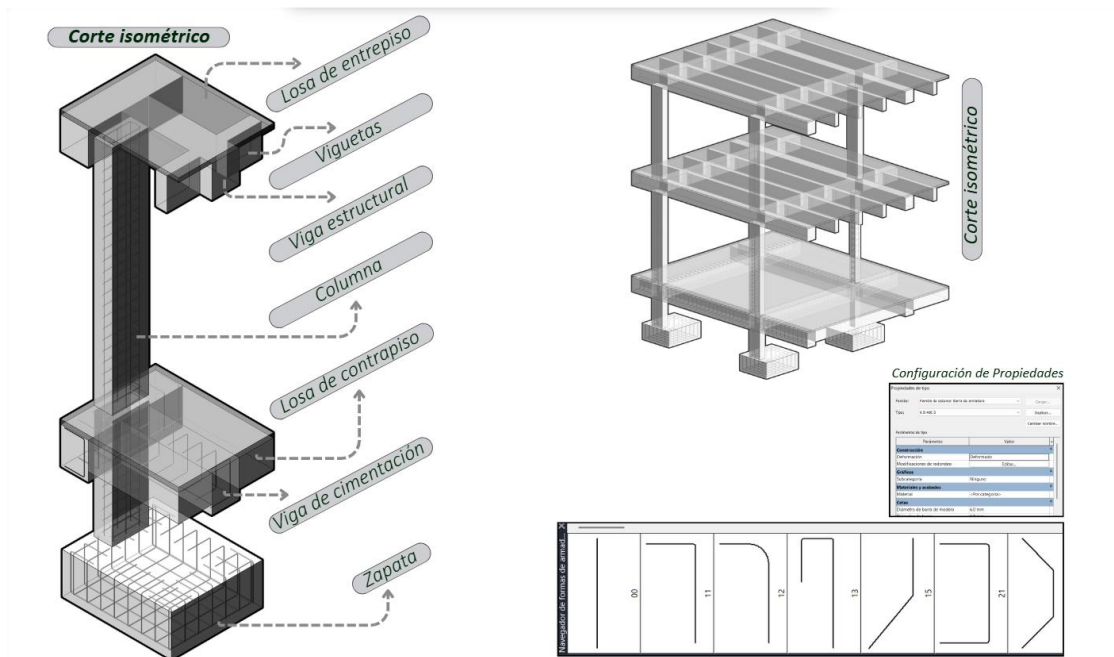
Figura 45: Losas y escaleras

Captura de pantalla. Elaboración propia

Para completar el modelado tridimensional, se incorporan los refuerzos de los elementos estructurales mediante la herramienta correspondiente de armadura. Se selecciona el tipo de refuerzo

adecuado y se ajustan sus propiedades, incluyendo el número de varillas y el espaciamiento entre ellas, asegurando que los componentes estructurales queden correctamente reforzados y preparados para su posterior análisis y coordinación dentro del modelo.

Figura 46: Detalle de refuerzos estructurales



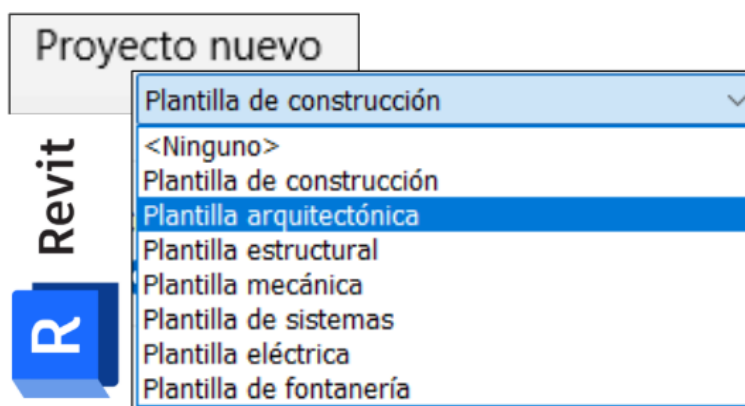
Captura de pantalla. Elaboración Propia

Arquitectura

Para iniciar el modelado arquitectónico resulta clave reconocer que esta etapa transforma los lineamientos de diseño en una representación tridimensional con exactitud suficiente para expresar la configuración del proyecto. Durante su desarrollo se incorporan elementos como muros, aperturas, carpinterías y capas de acabado, con lo que se evidencia la organización espacial y la función prevista en la propuesta. Cada elección realizada dentro del modelo busca mantener la relación entre la idea conceptual y su solución técnica, lo que asegura una comprensión unificada del proyecto.

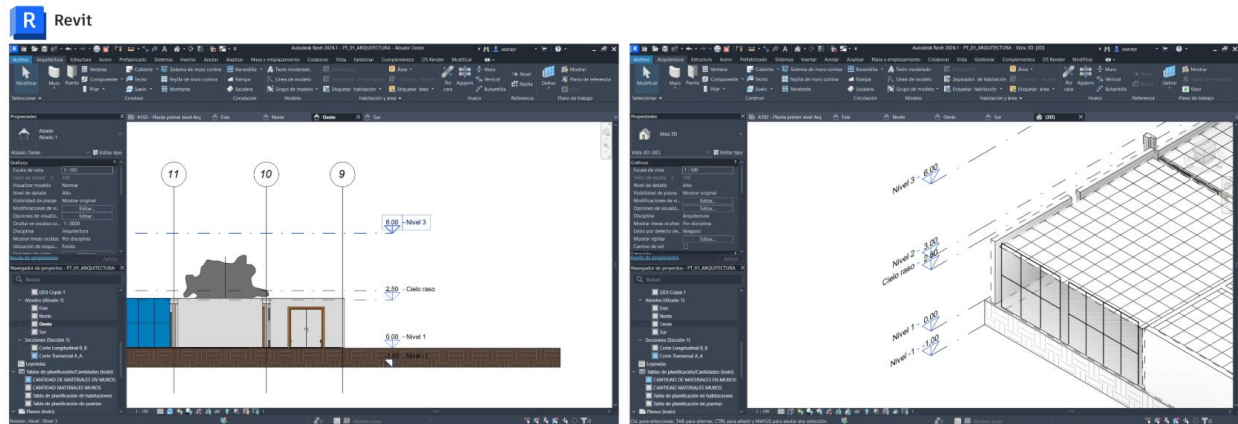
El trabajo comienza con la creación de un nuevo archivo de proyecto en el entorno de modelado, seleccionando una plantilla específicamente orientada al desarrollo arquitectónico. Esta opción proporciona una base configurada con parámetros, familias y componentes comunes que facilitan la estructuración del modelo. Gracias a esta plantilla, es posible acceder de forma inmediata a elementos arquitectónicos predefinidos, lo que agiliza la etapa constructiva y permite concentrar los esfuerzos en los aspectos creativos, espaciales y expresivos del diseño.

Figura 47: Plantilla de arquitectura



Captura de pantalla. Elaboración propia

Asimismo, la plantilla arquitectónica establece criterios de organización y estándares que favorecen la uniformidad gráfica y la eficiencia del proceso. Su utilización garantiza una metodología coherente y ordenada, compatible con las demás disciplinas del entorno BIM, asegurando así la calidad del modelo y la coordinación efectiva durante el desarrollo integral del proyecto.

Figura 48: Configuración de niveles

Captura de pantalla. Elaboración propia

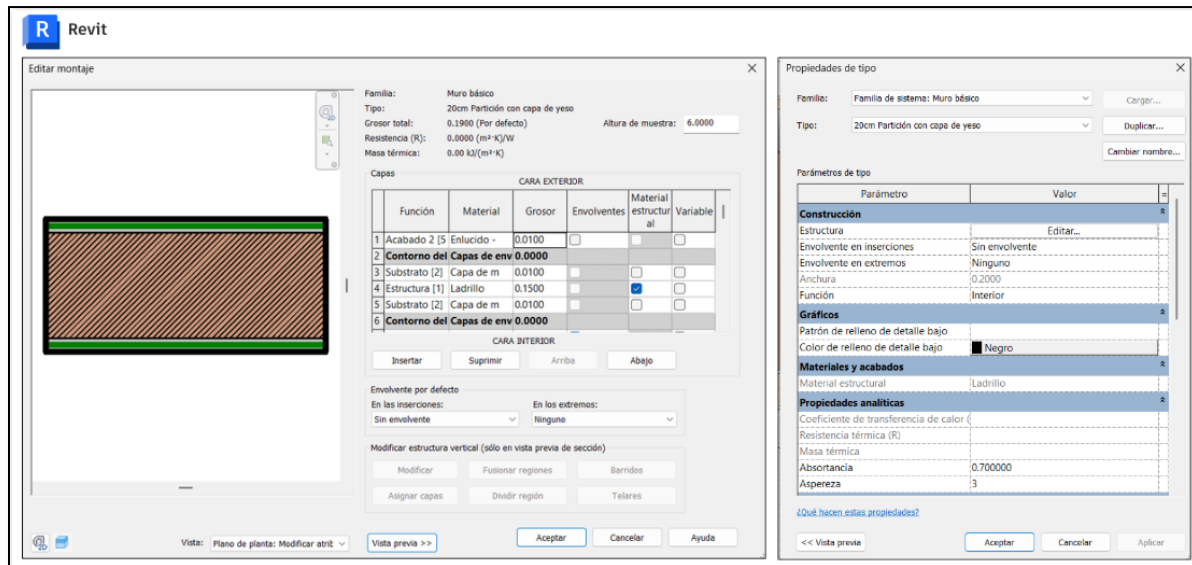
Una vez definidos los niveles principales, el modelo queda preparado para iniciar la construcción de los elementos arquitectónicos asociados a cada planta. Esta configuración previa resulta fundamental, ya que los niveles actúan como referencias base para el trazado de muros, losas y demás componentes del edificio.

De igual modo, disponer de una estructura de niveles correctamente establecida facilita la coordinación con otras disciplinas del proyecto, como las especialidades estructurales y de instalaciones. Esto permite mantener una alineación precisa entre los distintos modelos vinculados, evitando errores en la superposición de elementos y garantizando una representación integral y coherente del diseño dentro del entorno BIM.

Con los niveles establecidos según los parámetros proyectuales, se da inicio al modelado de los muros y suelos que conforman cada planta del edificio, etapa fundamental en la materialización del diseño arquitectónico dentro del entorno BIM. Este proceso se desarrolla mediante las herramientas específicas de modelado, que permiten definir con precisión las propiedades constructivas de cada elemento, como el espesor, la materialidad y el tipo estructural o divisorio.

De este modo, se obtiene un control detallado sobre la configuración espacial del modelo, garantizando que cada componente responda a las necesidades funcionales y estéticas del proyecto, al tiempo que se preserva la coherencia técnica y la eficiencia en el desarrollo del diseño tridimensional.

Figura 49: Especificaciones de materiales "Muros"



Captura de pantalla. Elaboración propia

Con los niveles establecidos, se procede a la creación de los muros y suelos correspondientes a cada planta del proyecto. En esta etapa se definen los tipos de muros que conforman el perímetro y la división interna del edificio, configurando sus propiedades básicas para garantizar una correcta organización del modelo. Los muros perimetrales se disponen para delimitar el contorno general, mientras que los interiores se ajustan con un espesor menor para permitir una distribución adecuada de los espacios.

Con los niveles establecidos, se procede a la creación de los muros y suelos correspondientes a cada planta del proyecto. En esta etapa se definen los tipos de muros que conforman el perímetro y las divisiones internas del edificio, configurando sus propiedades básicas para asegurar una correcta organización del modelo. Los muros perimetrales se disponen para delimitar el contorno general,

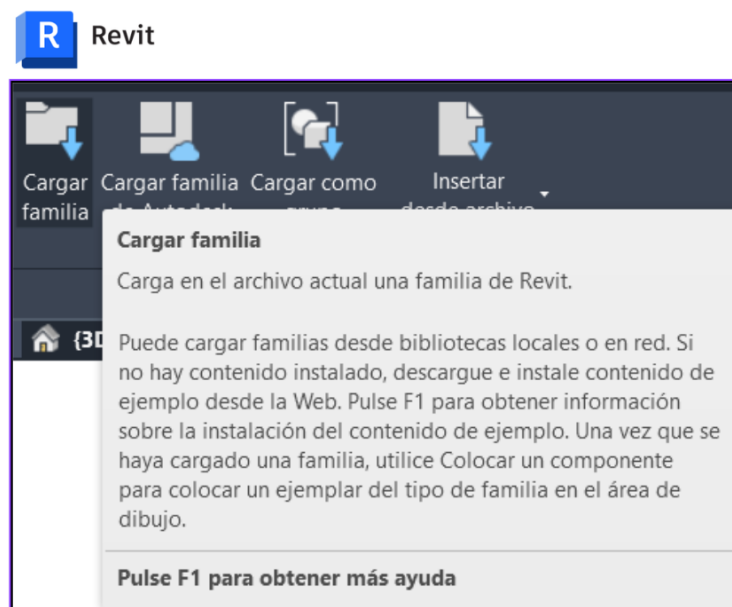
mientras que los interiores se ajustan con un espesor menor para favorecer una distribución adecuada de los espacios.

Posteriormente, se incorporan los elementos de fachada mediante sistemas de muro cortina, ajustando su composición según los requerimientos formales del diseño. De igual modo, se añaden los componentes verticales del cerramiento con elementos estructurales que complementan la envolvente arquitectónica, consolidando así la estructura base del modelo.

Una vez completada esta etapa, se procede con la aplicación de los acabados arquitectónicos, asignando materiales y texturas a los distintos elementos para definir su apariencia general. A través del editor de materiales se configuran las propiedades visuales y físicas de muros, pisos, techos y demás componentes, garantizando una representación precisa del conjunto arquitectónico.

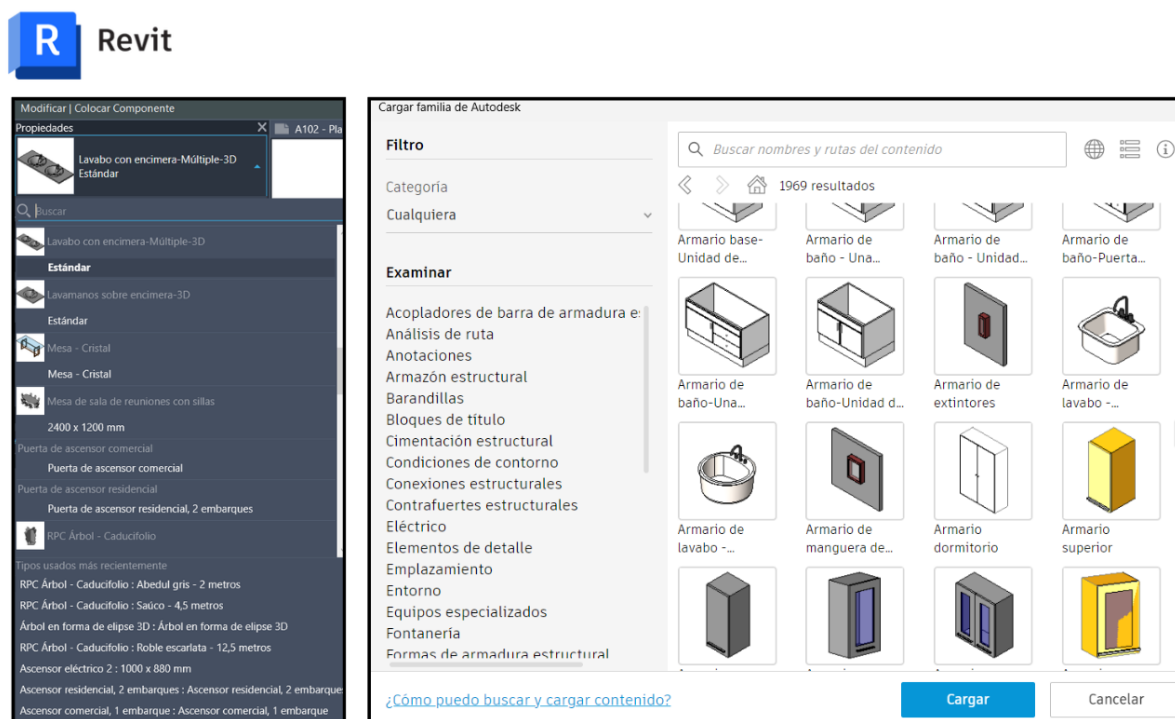
Finalmente, se desarrolla la cubierta del proyecto, cuya forma se define mediante herramientas de perímetro o extrusión, ajustando los parámetros correspondientes a pendiente, nivel de apoyo y composición constructiva, con lo cual se completa la fase arquitectónica del modelo.

Figura 50: Herramienta de cargar familia



Durante la etapa de levantamiento de muros se continúa con la inserción de las puertas en el modelo, ubicándolas directamente sobre los muros correspondientes mediante la herramienta destinada a este fin dentro del panel de construcción. Al acceder a la opción de puertas, se despliegan las familias disponibles de forma predeterminada, aunque en este caso se recurre a la descarga de aquellas que se consideran más adecuadas para el proyecto. Para ello, se accede a una plataforma de contenido BIM desde la cual se obtienen las familias requeridas. Una vez descargadas, se incorporan al modelo a través de la opción de carga desde biblioteca, seleccionando la carpeta donde fueron almacenadas, con lo cual quedan integradas al archivo para su posterior uso y parametrización.

Figura 51: Biblioteca de familias "Mobiliarios"



Elaboración propia

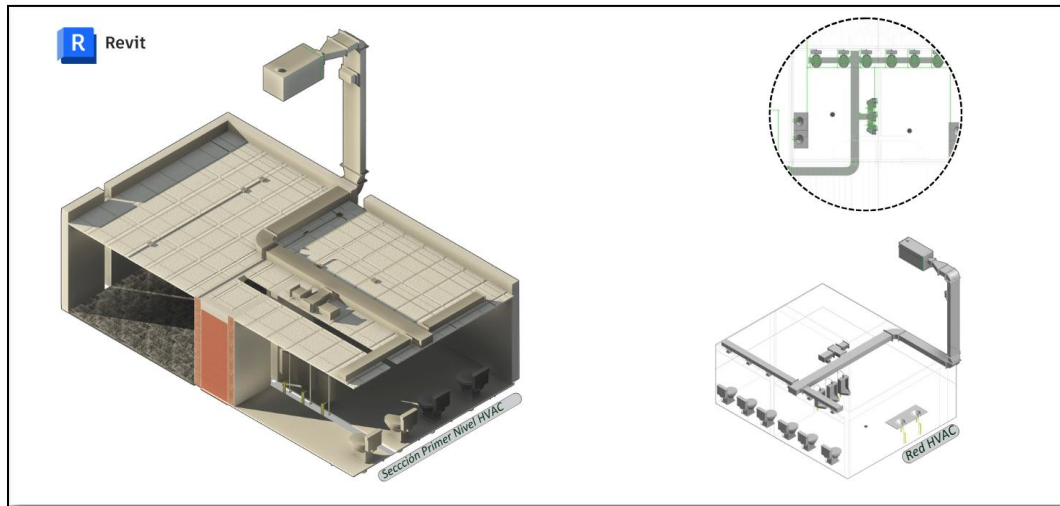
Una vez definidos los muros, la distribución espacial y los acabados arquitectónicos, se procede a la incorporación del mobiliario correspondiente a cada área del proyecto. En esta fase se organiza la disposición de los elementos en función del uso asignado a cada espacio, priorizando aquellos

destinados a zonas de trabajo y reunión. El mobiliario se inserta mediante la herramienta Componentes, desde la cual es posible seleccionar los objetos predeterminados o cargar nuevas familias según las necesidades del proyecto.

Estas familias pueden ser obtenidas de las bibliotecas integradas o descargadas desde plataformas de contenido BIM. Para complementar este proceso, se utiliza una extensión que facilita la búsqueda e inserción de modelos adicionales, accediendo a través de la pestaña de complementos del programa. Con esta operación se completan los aspectos esenciales del equipamiento interior, dejando el modelo preparado para su posterior desarrollo y coordinación con las demás especialidades.

Redes MEP

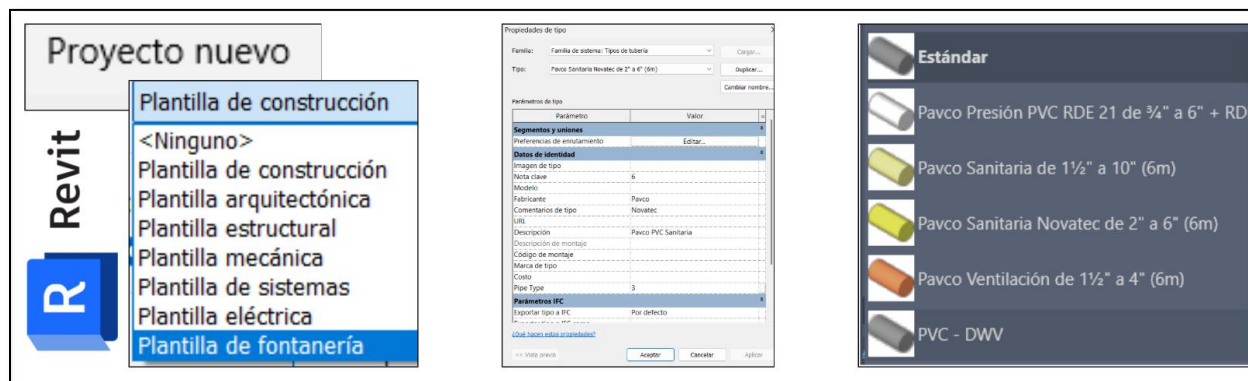
Las redes MEP, que abarcan los sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería, constituyen una parte fundamental del modelado integral de un edificio dentro del entorno BIM. Su correcta planificación e integración permiten que las instalaciones técnicas se coordinen de manera eficiente con la arquitectura y la estructura, evitando conflictos y facilitando la visualización del conjunto constructivo. La modelación de estos sistemas incluye la disposición de equipos, tuberías, conductos, accesorios y conexiones, considerando la funcionalidad de cada espacio y los requerimientos del proyecto.

Figura 52: Corte de sección "Red HVAC"

Elaboración propia

Instalaciones Hidrosanitarias

Para iniciar el modelado de las instalaciones hidrosanitarias, se crea un nuevo proyecto seleccionando la plantilla específica destinada a fontanería. A continuación, se verifica la configuración de las unidades de trabajo, asegurando que estén definidas en metros, lo cual es fundamental para mantener la coherencia dimensional en todo el modelo, luego se parte de la vinculación del proyecto arquitectónico previamente elaborado, lo que permite disponer de una referencia precisa para la ubicación de tuberías, accesorios y equipos sanitarios.

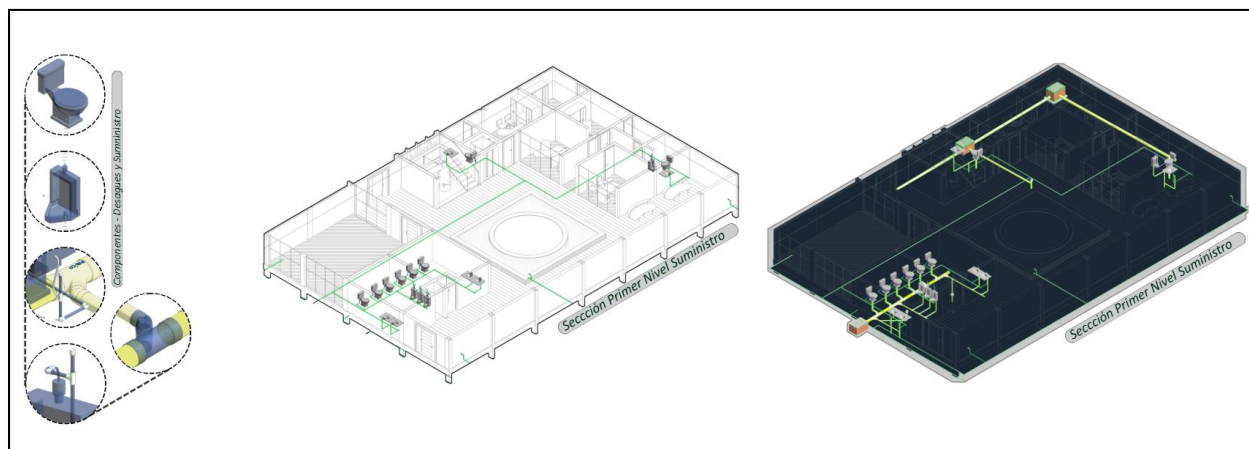
Figura 53: Preliminares "Red hidrosanitaria"

Elaboración propia

Este paso constituye la base para la elaboración detallada de las redes hidrosanitarias, incluyendo la definición de trazados de tuberías, conexiones y equipos, asegurando que su diseño sea coherente con la arquitectura, la estructura y el resto de las instalaciones del edificio.

Instalaciones Suministro

Se continúa con la elaboración de la red de suministro de agua fría. Desde la pestaña de sistemas, se utiliza la herramienta de tuberías para crear y configurar la familia correspondiente, ajustando las dimensiones de la tubería según los requerimientos del proyecto. Además, se asigna un material o color distintivo para facilitar su identificación dentro del modelo.

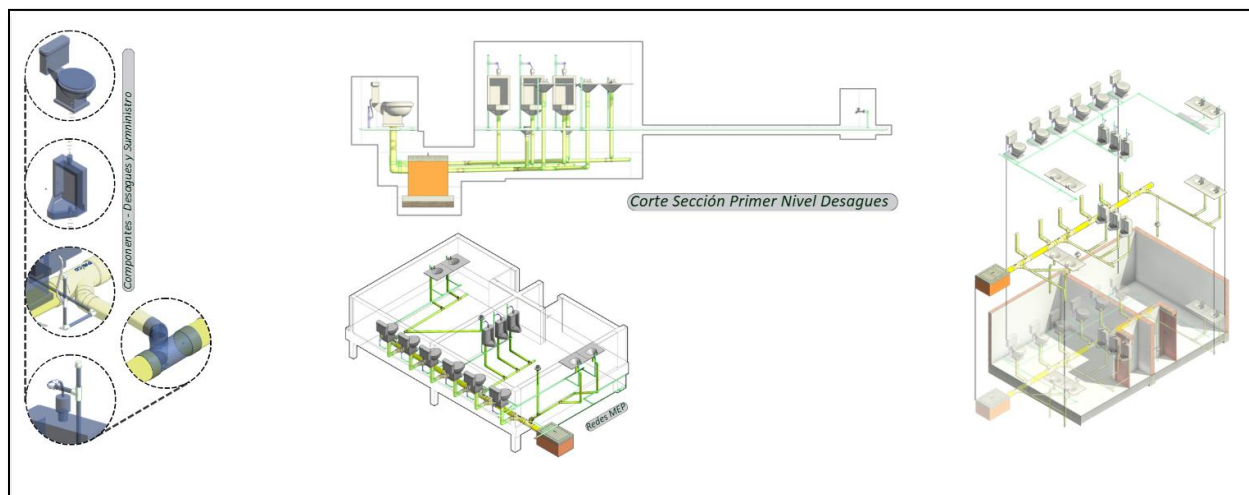
Figura 54: Modelado de tuberías y mobiliario

Elaboración propia

Durante el trazado, el programa genera automáticamente las conexiones y accesorios necesarios, asegurando la continuidad del sistema a medida que se extiende por las diferentes direcciones del edificio.

Instalaciones de desagües

Se procede con el modelado de la red de desagües de la misma manera que la red de suministro de agua. En la pestaña de "Sistemas", se selecciona el icono de "Tubería" y se configura la tubería creando una nueva familia con diámetros específicos: $\varnothing 4"$ para la red principal, $\varnothing 3"$ para los orinales y $\varnothing 2"$ para lavamanos. Además, se aplica una pendiente del 1% seleccionando la opción correspondiente al definir la tubería.

Figura 55: Corte de sección "Red hidrosanitaria"

Elaboración propia

MÓDULO 4: Coordinación de Especialidades, Documentación y Tiempos.

En este módulo se desarrolla la articulación entre las distintas disciplinas del proyecto mediante el uso de Revit y Navisworks. Las herramientas BIM integran los modelos de arquitectura, estructura y sistemas MEP dentro de un entorno unificado que permite analizar sus relaciones y revisar conflictos entre componentes de cada especialidad.

La función Clash Detective de Navisworks hace posible identificar interferencias, examinar el modelo tridimensional y generar reportes vinculados con cantidades, costos y secuencias constructivas, lo que facilita la revisión y los ajustes requeridos antes del inicio de obra.

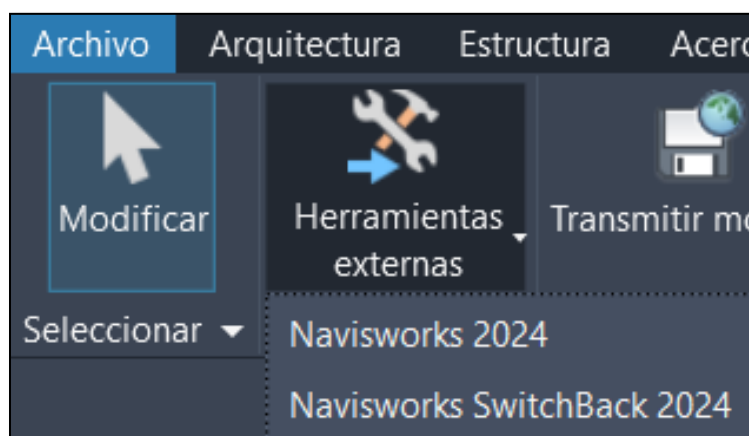
Este conjunto de acciones fortalece la colaboración entre los equipos involucrados, mejora el intercambio de información y reduce la aparición de retrabajos durante la ejecución. Gracias al proceso de coordinación BIM, la gestión del tiempo y los recursos adquiere mayor eficiencia y el desarrollo final del proyecto alcanza un nivel más preciso en su resolución técnica.

Además, la gestión del tiempo se desarrolla mediante la articulación del modelo tridimensional con la programación de las actividades de obra. Mediante la simulación temporal en Navisworks se observa el orden constructivo del proyecto, lo que posibilita realizar ajustes con anticipación, organizar mejor los recursos y fortalecer la coordinación global del proceso. La relación entre el modelado y la planificación favorece una ejecución más eficiente, disminuye riesgos y respalda la toma de decisiones sustentada en información exacta.

Análisis de interferencias e inconsistencias

La revisión de choques y discrepancias constituye una de las funciones centrales de Navisworks, herramienta que reúne los modelos BIM de cada disciplina para identificar puntos donde los componentes interactúan de forma incorrecta o quedan superpuestos. Estos conflictos, conocidos como *clashes*, pueden derivar en complicaciones durante la construcción si no se resuelven con anticipación. El uso del software permite detectar esas fallas con antelación y asegurar que el modelo digital mantenga coherencia y coordinación antes de continuar en la fase de ejecución del proyecto como tal.

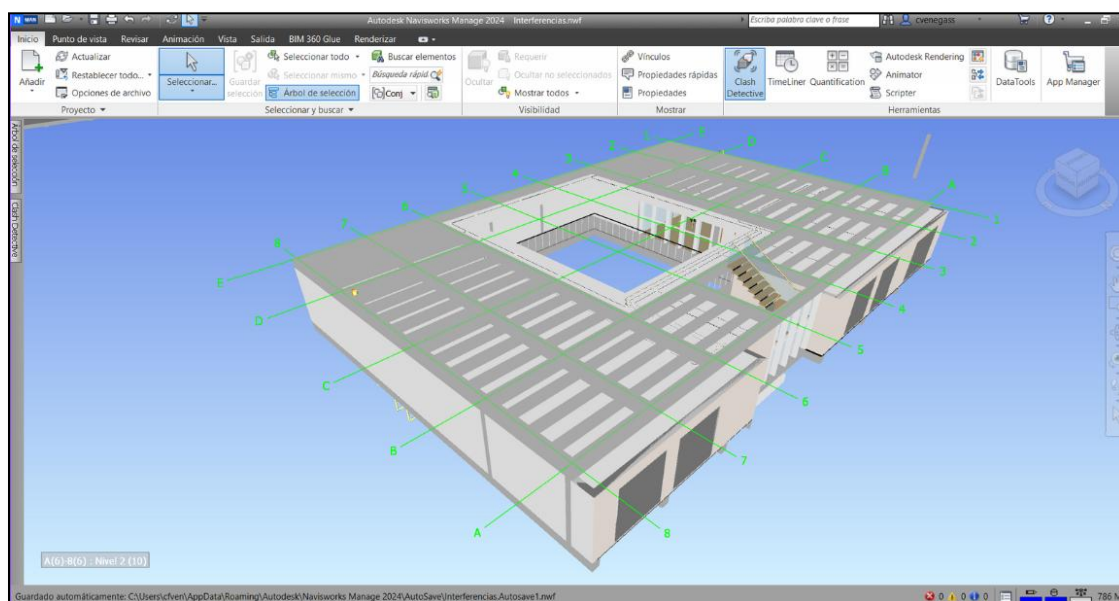
Figura 56: Herramientas vinculadas para identificación de interferencias



Captura de Pantalla. Elaboración propia

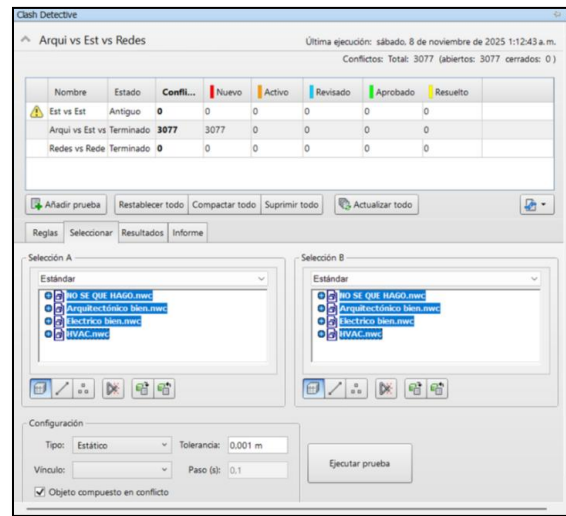
Desde Revit se accede al apartado de Complementos y luego a las Herramientas Externas, donde se localiza la opción destinada a convertir el modelo. Con esta operación se genera el archivo requerido para su apertura en Navisworks, lo que asegura la conservación de la información necesaria para el análisis. Cada disciplina involucrada “Arquitectura, Estructural y Sistemas MEP” exporta su archivo en formato NWC, formato que mantiene compatibilidad directa con Navisworks.

Figura 57: Interfaz de Navisworks y herramienta "Clash Detective"



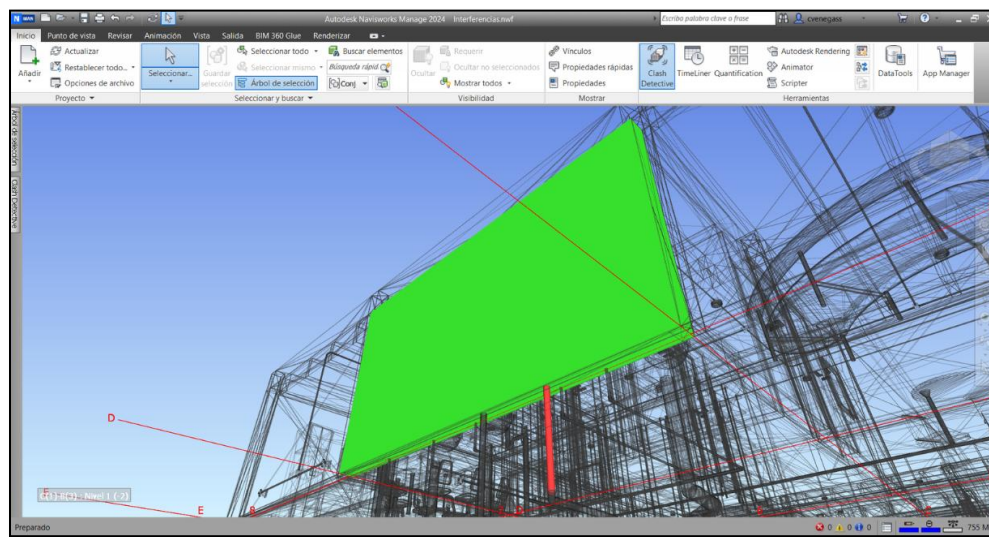
Captura de Pantalla. Elaboración Propia

Con la exportación finalizada, los archivos se cargan en Navisworks y se incorporan en un mismo entorno que reúne los modelos de cada especialidad. Esta integración posibilita observar el conjunto tridimensional del proyecto y verificar que la relación espacial entre las disciplinas se mantenga sin superposiciones incorrectas.

Figura 58: Interferencias herramienta "Clash Detective"

Captura de pantalla. Elaboración propia

Al contar con los modelos reunidos en un solo entorno, la herramienta Clash Detective se activa para generar las pruebas dirigidas a identificar interferencias. La primera configuración se enfocó en analizar la disciplina estructural, asignó un nombre a la prueba y amplió su alcance a la totalidad del proyecto antes de ejecutarla.

Figura 59: Visualización de interferencias

Captura de pantalla. Elaboración propia

Por último, se configuró una revisión global que abarcó todas las disciplinas del proyecto. Con dicha verificación se detectaron conflictos entre muros, vigas, ductos y tuberías, lo que favoreció la corrección de cada elemento dentro de Revit. Esta etapa consolidó la coordinación integral del modelo, disminuyó fallas y fortaleció la calidad del diseño final.

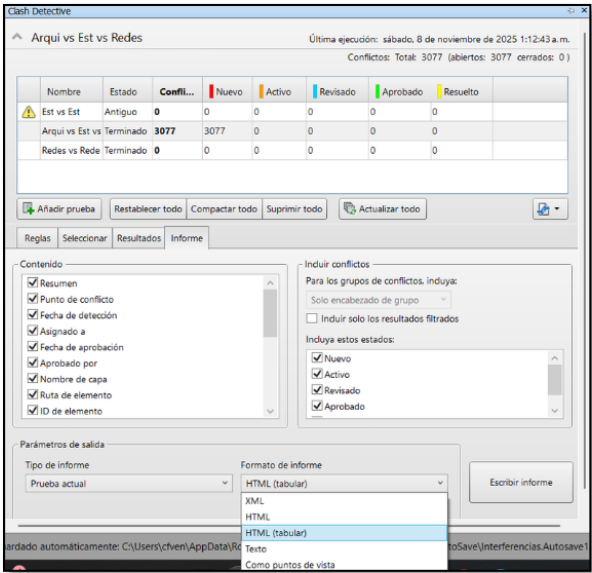
El análisis previo busca anticiparse a fallas que podrían aparecer durante la construcción, lo que acorta plazos, disminuye costos y evita retrabajos. A través de esta revisión se logra un control riguroso de la coordinación entre disciplinas y se verifica la ubicación adecuada de cada sistema. Al identificar los choques en la etapa de diseño, se consolida una programación más clara de las actividades constructivas.

En el proyecto, la detección de interferencias se utilizó para armonizar los modelos de arquitectura, estructura y redes MEP, con el fin de asegurar que cada sistema operara sin conflictos. Los resultados generados en Navisworks facilitaron la corrección de los elementos involucrados, lo que favoreció ajustes en la posición de ductos, vigas y muros. Con ello se validó el modelo antes de avanzar hacia su construcción, alcanzando una coordinación precisa y un desempeño más eficiente.

Creación de Informes de coordinación

Una vez realizadas las revisiones en Navisworks, se procede a la creación de informes que documentan el resultado del proceso de coordinación. Dentro de la herramienta “Clash Detective”, el coordinador accede al panel “Report”, donde puede generar informes automáticos en distintos formatos, como HTML, XML o TXT. Estos informes detallan la naturaleza de cada colisión, los elementos involucrados, la ubicación exacta dentro del modelo y el estado de revisión.

Figura 60: Exportación de informe de interferencias



Captura de pantalla. Elaboración propia

Cada interferencia puede asignarse a un responsable dentro del equipo, y el programa permite añadir comentarios o instrucciones de corrección en el apartado “Comments”. Además, mediante la herramienta “Selection Tree”, los coordinadores pueden agrupar conflictos por categoría o disciplina, lo que facilita su análisis conjunto en las reuniones de coordinación BIM.

Figura 61: Informe de interferencias

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	Ruta	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-0.460	A-1 : Nivel 1	Estático	2025/11/8 06:12	x:-13.240, y:8.529, z:2.540	ID de elemento: 844668	Nivel 6	Archivo > Archivo > Electrico bien.nwc > Nivel 6 > Techos > Techo compuesto > Falso techo continuo de placa de yeso laminado > Techo compuesto > Placa de yeso laminado	Placa de yeso laminado	Sólido
	Conflicto2	Nuevo	-0.460	A-1 : Nivel 1	Estático	2025/11/8 06:12	x:-13.240, y:8.529, z:2.540	ID de elemento: 844668	Nivel 6	Archivo > Archivo > Electrico bien.nwc > Nivel 6 > Techos > Techo compuesto > Falso techo continuo de placa de yeso laminado > Techo compuesto > Placa de yeso laminado	Placa de yeso laminado	Sólido
	Conflicto3	Nuevo	-0.460	A-1 : Nivel 1	Estático	2025/11/8 06:12	x:-13.240, y:8.529, z:2.540	ID de elemento: 844668	Nivel 6	Archivo > Archivo > Electrico bien.nwc > Nivel 6 > Techos > Techo compuesto > Falso techo continuo de placa de yeso laminado > Techo compuesto > Placa de yeso laminado	Placa de yeso laminado	Sólido
	Conflicto4	Nuevo	-0.460	E-8 : Nivel 1	Estático	2025/11/8 06:12	x:10.852, y:-64.902, z:2.540	ID de elemento: 1011996	Nivel 6	Archivo > Archivo > HVAC.nwc > Nivel 6 > Techos > Techo compuesto > Falso techo continuo de placa de yeso laminado > Techo compuesto > Placa de yeso laminado	Placa de yeso laminado	Sólido
	Conflicto5	Nuevo	-0.437	B-1 : Nivel 1	Estático	2025/11/8 06:12	x:-13.240, y:5.267, z:2.540	ID de elemento: 842758	Nivel 3	Archivo > Archivo > Electrico bien.nwc > Nivel 3 > Pilares estructurales > Hormigón-Rectangular-Pilar > 20x20 > Hormigón-Rectangular-Pilar > Hormigón, Moldeado in situ, gris	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido

Captura de pantalla. Elaboración propia

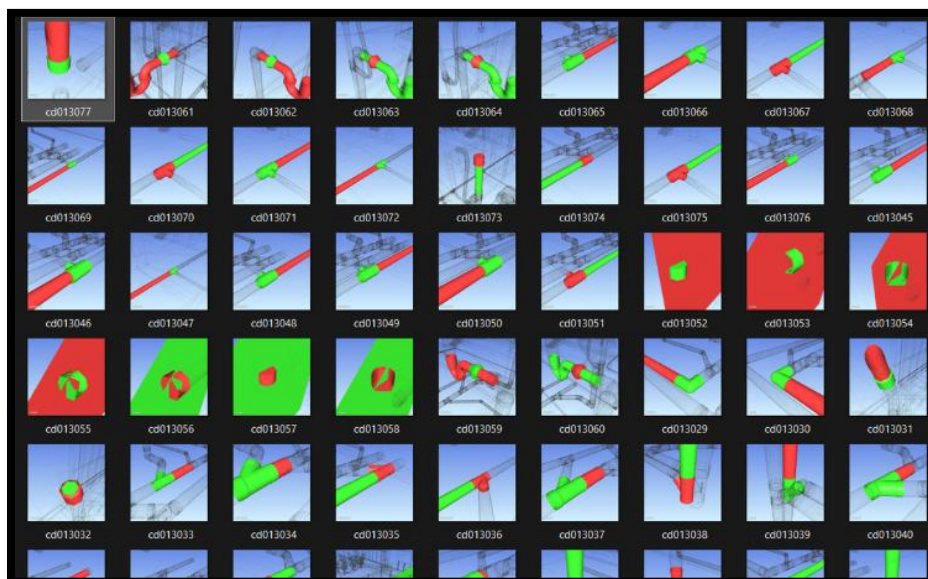
Una vez exportados los informes, los especialistas regresan a Revit para realizar las correcciones correspondientes. Con el número de “Element ID”, localizan rápidamente el componente señalado en el informe y ejecutan las modificaciones necesarias. Después de cada ajuste, los modelos se sincronizan con el archivo central mediante la función “Synchronize with Central”, garantizando que la información actualizada esté disponible para todos los usuarios del proyecto.

Figura 62: Resultado de conflictos Arq - Est - Redes

AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos									
Arqui vs Est vs Redes	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.001m	3077	3077	0	0	0	0	Estático	Aceptar

Captura de pantalla. Elaboración propia

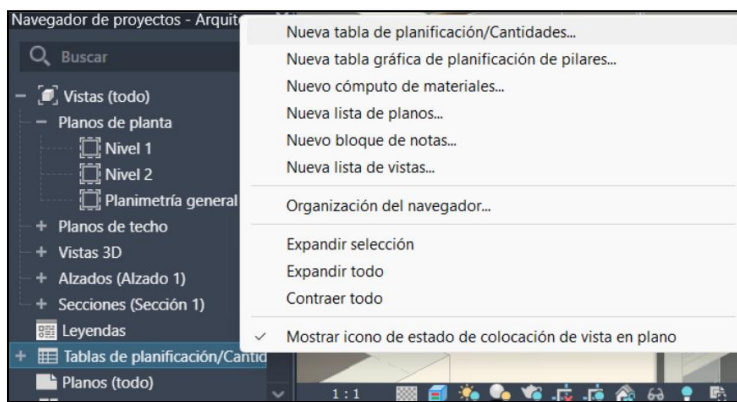
Tras la implementación de los cambios, los modelos se reexportan a Navisworks para una segunda revisión. Si no se detectan nuevas interferencias, se genera un informe final de coordinación, que certifica que el modelo está libre de conflictos y listo para pasar a la fase de documentación. Este procedimiento asegura trazabilidad, transparencia y control técnico durante todo el proceso de coordinación.

Figura 63: Galería de interferencias

Captura de Pantalla. Elaboración propia

Abstracción y gestión de Cantidades

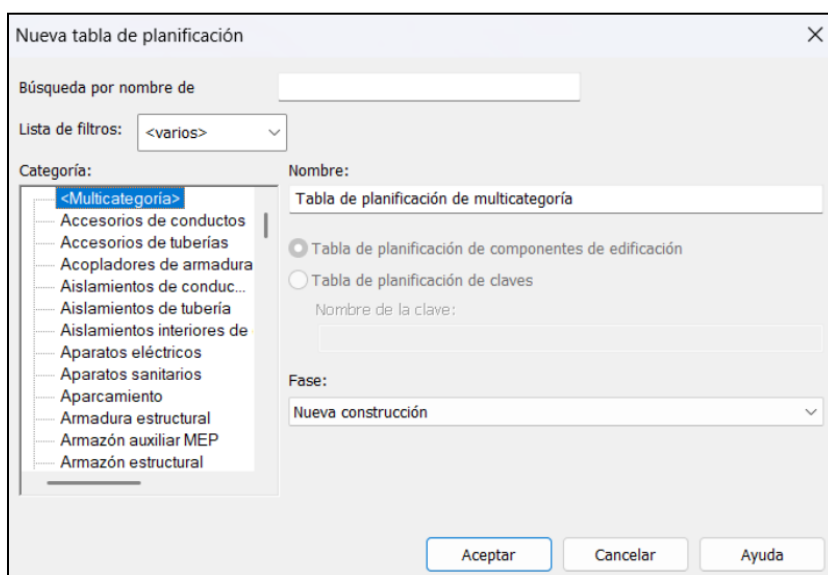
La abstracción y administración de cantidades consiste en extraer del modelo BIM la información vinculada con materiales, componentes y volúmenes requeridos para la construcción del proyecto. A partir del modelo tridimensional se obtienen las mediciones necesarias, lo que respalda el cálculo de recursos, la estimación de costos y la programación de las actividades de obra.

Figura 64: Tablas de planificación "Revit"

Captura de pantalla. Elaboración propia

Se inicia el proceso seleccionando la opción para generar una tabla nueva dentro del apartado de Cantidades en Navisworks. A continuación, se crea la tabla de planificación y se asigna un nombre asociado al componente que se analizará “en este caso, los muros” con el fin de identificar con claridad la información correspondiente a cada elemento del modelo.

Figura 65: Nueva tabla de planificación "REVIT"



Captura de pantalla. Elaboración propia

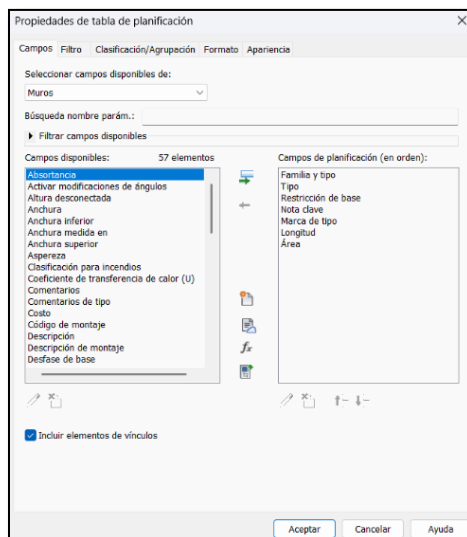
Después de crear la tabla, se ajustan los campos de planificación para mostrar únicamente los datos relevantes del modelo. Esto permite visualizar con mayor detalle la información correspondiente a los muros, como su área, volumen o longitud.

Figura 66: Gestión de cantidades

<CANTIDADES MUROS>				
A	B	C	D	E
Familia y tipo	Restricción de base	Marca de tipo	Longitud	Área
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		2.97	7.44 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.05	7.93 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.48	9.04 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.34	8.68 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.99	10.38 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.89	10.11 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.32	8.63 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.92	10.49 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		4.98	12.94 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.59	9.33 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.26	8.48 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		0.69	2.07 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		0.74	2.48 m²
Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		1.99	5.13 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.92	7.37 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		4.00	10.37 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.52	8.63 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.92	6.26 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.15	8.66 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.07	7.47 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.41	8.85 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		2.05	4.81 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.41	8.85 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.15	6.13 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.59	9.09 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.36	8.98 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		0.69	1.50 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		1.80	3.28 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		6.23	12.29 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		6.73	12.42 m²
Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.51	8.61 m²

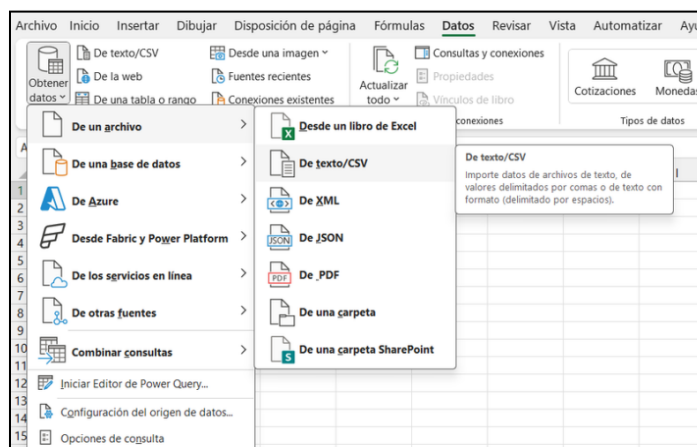
Captura de Pantalla. Elaboración propia

La gestión de cantidades cumple la función de organizar los materiales y recursos vinculados al proyecto desde una etapa temprana, lo que aporta herramientas para estructurar el presupuesto y alinear las mediciones con los elementos incorporados en el modelo. Este proceso también fortalece el intercambio de información entre los equipos de diseño y quienes desarrollan los cálculos presupuestales, ya que todos trabajan con datos coherentes.

Figura 67: Propiedades y filtrado en tabla de planificación

Captura de pantalla. Elaboración propia

En el proyecto, la abstracción de cantidades se utilizó para establecer los volúmenes de materiales asociados, la estructura y las redes MEP. Las tablas obtenidas sirvieron para definir los insumos requeridos y organizar su programación, además de proporcionar una visión clara del desarrollo general y un control ordenado de materiales y costos desde la fase de diseño.

Figura 68: Obtención de tablas de planificación a "EXCEL"

Captura de Pantalla. Elaboración propia

La tabla quedó configurada con los datos esenciales visibles, mientras que campos como familia, tipo y restricción base quedaron ocultos para focalizar la cuantificación y la gestión de materiales del proyecto.

Figura 69: Tabla de cantidades "EXCEL"

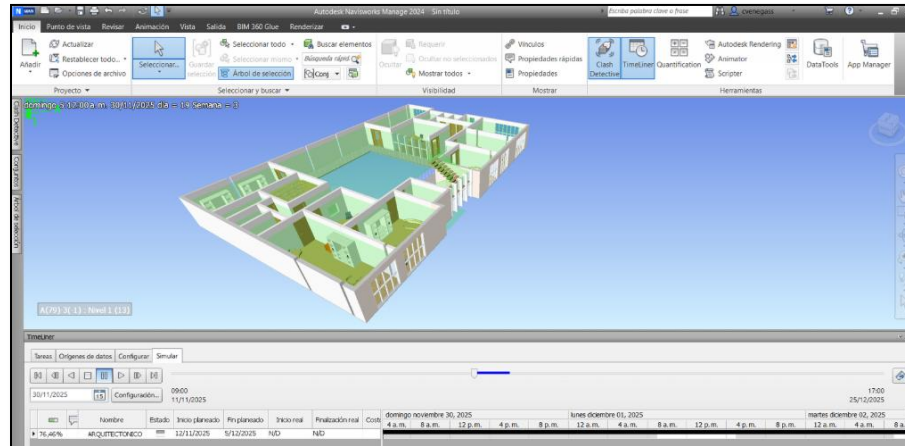
1	Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6
2	CANTIDADES MUROS					
3	Familia y tipo	Restricción de base	Marca de tipo	Longitud	Área	
4						
5	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		2.97	7.44 m ²	
6	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.05	7.93 m ²	
7	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.48	9.04 m ²	
8	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.34	8.68 m ²	
9	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.99	10.38 m ²	
10	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.89	10.11 m ²	
11	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.32	8.63 m ²	
12	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.92	10.49 m ²	
13	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		4.98	12.94 m ²	
14	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.59	9.33 m ²	
15	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		3.26	8.48 m ²	
16	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		0.69	2.07 m ²	
17	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		0.74	2.48 m ²	
18	Muro básico: ladrillo exterior	Nivel 1		1.99	5.13 m ²	
19	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.92	7.37 m ²	
20	Muro básico: muros internos	Nivel 1		4.00	10.37 m ²	
21	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.52	8.63 m ²	
22	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.92	6.26 m ²	
23	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.15	8.66 m ²	
24	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.07	7.47 m ²	
25	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.41	8.85 m ²	
26	Muro básico: muros internos	Nivel 1		2.05	4.81 m ²	
27	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.41	8.85 m ²	
28	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.15	6.13 m ²	
29	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.59	9.09 m ²	
30	Muro básico: muros internos	Nivel 1		3.36	8.98 m ²	

Captura de pantalla. Elaboración propia

Simulación de actividades Constructivas

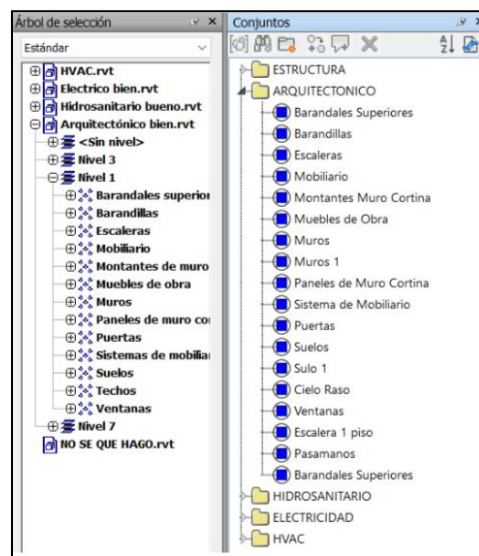
La simulación de actividades constructivas aporta un medio para organizar y observar cómo se desarrolla el proyecto a lo largo del tiempo. Integra el modelo 3D con el cronograma y genera una representación animada del avance previsto. Con esta herramienta se anticipan posibles retrasos, se reorganizan procesos y se optimiza el uso de recursos antes de iniciar la ejecución real.

Figura 70: Visualización de simulación de actividades "TimeLiner"



Captura de pantalla. Elaboración propia

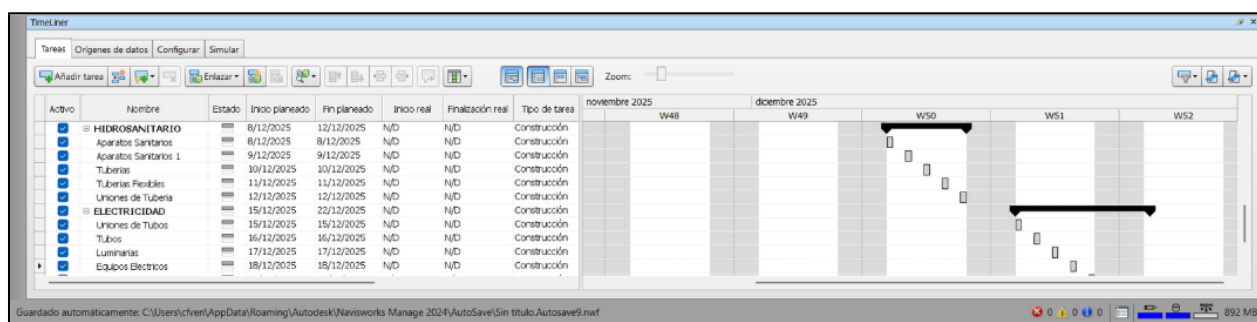
El proceso inicia con la importación en Navisworks de los modelos de arquitectura, estructura y MEP elaborados en Revit, con el fin de reunir todas las especialidades dentro de un entorno unificado. Después se activó el árbol de selección, recurso que facilita la visualización de cada modelo vinculado, la identificación de sus componentes y la verificación de que todos los elementos aparezcan completos y ordenados antes de iniciar la simulación.

Figura 71: Herramienta "Árbol de selección"

Captura de Pantalla. Elaboración propia

Después se habilita el Administrador de conjuntos para organizar los elementos del modelo en grupos vinculados a las actividades constructivas. También se generaron carpetas correspondientes a cada fase del proyecto “cimentación, estructura, muros y acabados” con el fin de ordenar sus componentes. Con esta estructura se vincula cada elemento a tareas específicas durante la obra y se deja preparado el modelo para la simulación del proceso.

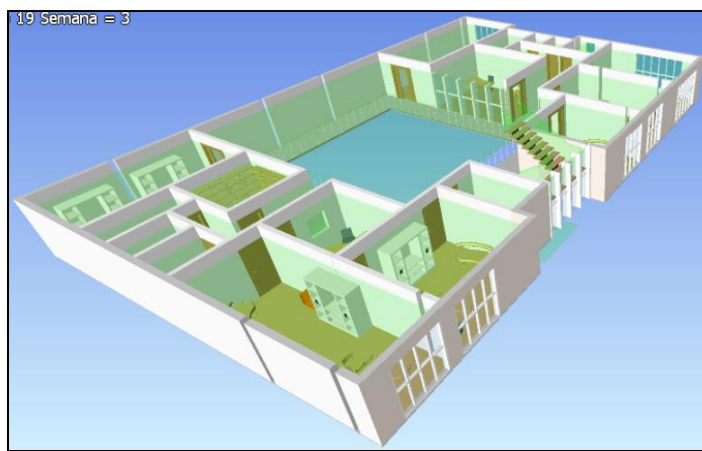
Figura 72: Herramienta "TimeLiner"



Captura de pantalla. Elaboración propia

Al activar para cada conjunto, Navisworks genera un diagrama de Gantt con las fechas de inicio y cierre de cada actividad. Con esa representación se observa la secuencia constructiva y la conexión entre las distintas fases del proyecto.

Figura 73: Visualización de modelo "Navisworks"



Captura de pantalla. Elaboración propia

Como paso final se ajustaron las fechas de inicio y cierre de cada tarea y luego se activó la función Simular. Con ello se generó una visualización tridimensional del avance del proyecto, donde fue posible observar la construcción progresiva de los elementos. Gracias a esta representación se analizó la secuencia constructiva, se fortaleció la planificación y se identificaron posibles conflictos antes de la ejecución real.

La simulación de actividades aporta un recurso visual para planificar la ejecución de la obra, ya que ayuda a detectar interferencias o retrasos durante el proceso. También favorece la coordinación entre los equipos, porque todos acceden al orden de las actividades y al desarrollo previsto del proyecto.

En nuestro proyecto, la simulación de actividades constructivas se aplicó para representar la secuencia de construcción de la estructura, los muros de adobe y las instalaciones. A través de TimeLiner en Navisworks se generó una animación que muestra la ejecución de cada fase del proyecto. Con esta representación se anticiparon conflictos y se ajustaron los tiempos de cada especialidad, lo que fortaleció la planificación, el control y la comprensión del proceso constructivo.

MÓDULO 5: Realidad Virtual Inmersiva

Los múltiples ejes temáticos de este módulo incorporaron recursos avanzados de visualización al flujo de trabajo BIM, lo que fortaleció el análisis, la comunicación y la representación del proyecto arquitectónico. La exportación en formato IFC aseguró la interoperabilidad entre plataformas y facilitó el uso de herramientas externas para la generación de imágenes.

Las aplicaciones de renderización demostradas en el módulo, aportó visualización en tiempo real de materiales, iluminación y acabados, además de funciones de fotomontaje, control climático y ajuste de sombras que ampliaron la calidad gráfica del proyecto. Los recorridos digitales y las vistas

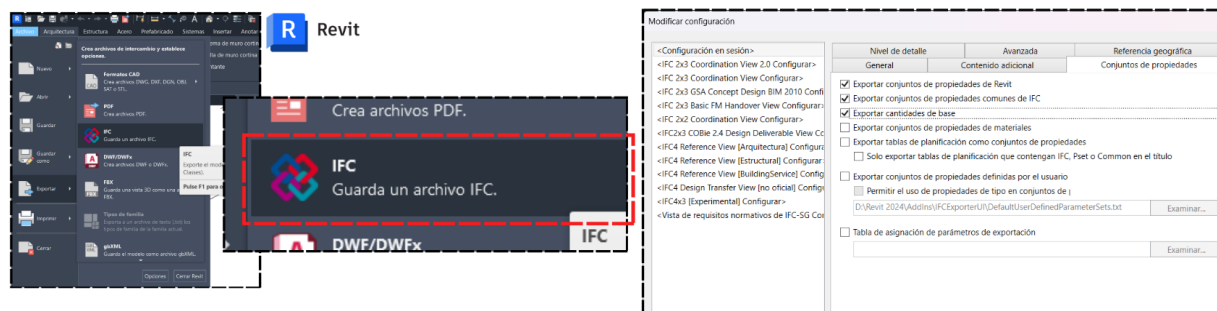
tridimensionales añadieron una comprensión más precisa de la volumetría, la circulación y la acción de la luz.

La incorporación de realidad virtual y aumentada con la aplicación de Augin generó experiencias inmersivas que apoyaron la toma de decisiones y reforzaron la comunicación del diseño. En conjunto, estas herramientas consolidaron una presentación más clara, realista y efectiva dentro del proceso BIM.

Exportación IFC

El formato IFC (Industry Foundation Classes) actúa como un estándar abierto destinado al intercambio de información entre distintas aplicaciones BIM. Su estructura independiente de un software específico posibilita que un modelo se utilice en diversas plataformas sin pérdida de datos. Esta característica asegura la interoperabilidad entre sistemas y brinda una base común para que las distintas disciplinas involucradas en un proyecto trabajen con un flujo de información coherente. Gracias a ello, los modelos mantienen su integridad durante las fases de diseño, coordinación y revisión, lo que favorece una gestión más organizada del contenido digital del proyecto.

Para iniciar el proceso de exportación, se abre el archivo en Revit y, desde el menú principal, en la sección Archivo, se accede a la opción Exportar, donde el formato IFC aparece entre las alternativas disponibles. Al seleccionarlo, Revit despliega una ventana con diversas configuraciones de exportación que incluyen la elección del tipo de IFC, el ajuste de propiedades del modelo y la definición del nivel de detalle. Esta interfaz ofrece además opciones para organizar la información que se transferirá, lo que contribuye a una salida más coherente y alineada con los requisitos del proyecto.

Figura 74: Configuración de exportación formato IFC

Captura de Pantalla. Elaboración propia

La generación de un archivo IFC constituye un medio para compartir el modelo con diversas disciplinas, aplicaciones y plataformas. También funciona como soporte para revisar el proyecto en visores BIM o entornos de realidad virtual, analizar la información del modelo y asegurar que los datos resulten accesibles para todos los participantes.

El modelo se preparó en Revit y luego se exporta en formato IFC siguiendo los ajustes definidos para su revisión. El archivo resultante facilitó la visualización del proyecto en un visor BIM, lo que permitió explorar el espacio, identificar ajustes de diseño y evaluar la integración de los muros de adobe dentro del conjunto. Gracias a este procedimiento fue posible trabajar en una plataforma liviana y accesible para todas las especialidades involucradas.

Renderización en tiempo real

El avance consiste en visualizar un modelo 3D con iluminación, materiales, sombras y detalles sin tiempos de espera en el procesamiento. A diferencia del render tradicional, que genera imágenes fijas, los efectos se actualizan mientras se recorre el modelo. Con el uso de software y motores gráficos que procesan de forma inmediata, la experiencia de diseño y la visualización del proyecto se vuelven más fluidas.

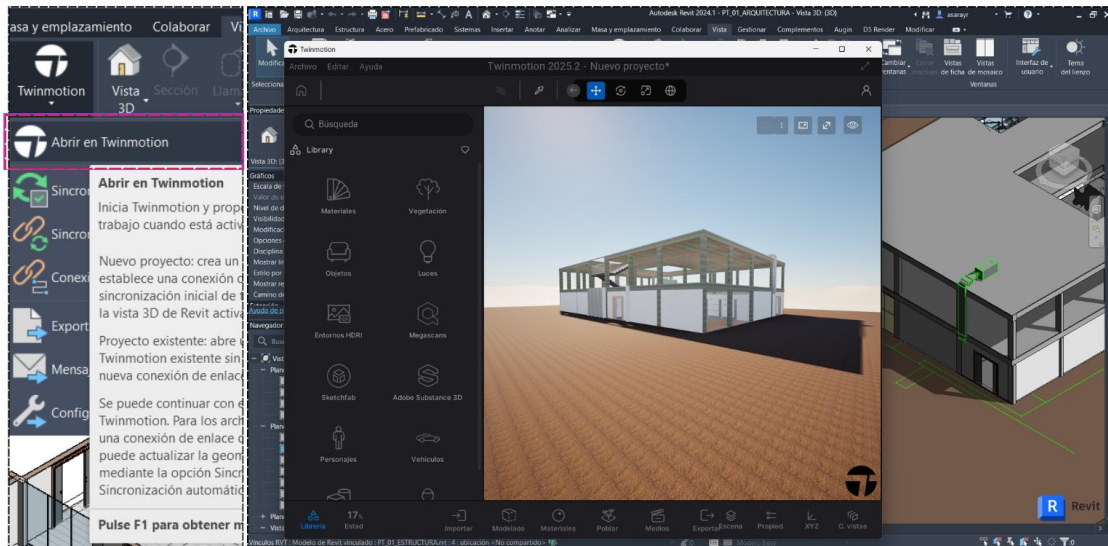
Twinmotion, logra integrar la renderización en tiempo real con Revit y ofrece una vista instantánea del modelo BIM. La herramienta posibilita recorrer el proyecto como si ya se hubiese ejecutado, brindando la posibilidad de revisar materiales e iluminación y producir imágenes, recorridos y animaciones. Su conexión directa mediante el “Direct Link” con el modelo facilita la detección de errores, la revisión de alternativas de diseño y la mejora en la comunicación con el equipo y los clientes desde las primeras fases.

Figura 75: Sincronización Twinmotion con REVIT



Captura de pantalla. Elaboración propia

En el desarrollo del proyecto, Twinmotion se incorporó para examinar la configuración espacial y analizar la relación entre los muros de adobe y los demás componentes constructivos. La activación del motor de render desde Revit generó una visualización en tiempo real que permitió recorrer el modelo, ajustar materiales y reorganizar la distribución de los espacios. Con esta revisión se identificaron modificaciones necesarias en acabados, texturas y proporciones, lo que ayudó a consolidar una propuesta alineada con la intención del diseño.

Figura 76: Visualización del modelo vinculado en Twinmotion

Captura de pantalla. Elaboración propia

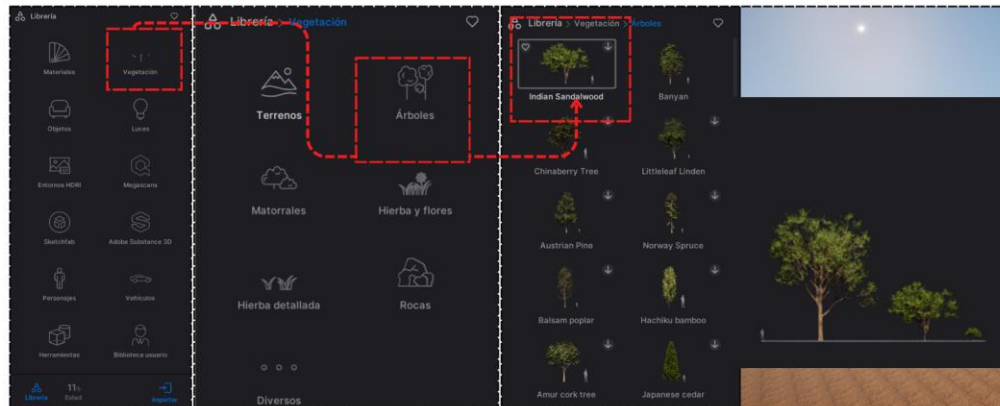
Esta integración aportó una herramienta clave para comprender la interacción entre los elementos arquitectónicos y los materiales empleados, especialmente los muros de adobe. Al sincronizar el modelo con Revit y activar la visualización en tiempo real, fue posible recorrer cada zona del proyecto y valorar la composición cromática, la distribución espacial y la relación entre los sistemas constructivos. Ese proceso reveló ajustes que mejoraron la lectura formal del diseño y reforzaron la coherencia entre la propuesta conceptual y su representación digital.

Fotomontaje y retoque fotográfico 3D.

Estas técnicas combinan imágenes renderizadas con fotografías, o mejoran la apariencia de un modelo mediante ajustes digitales como efectos, corrección de color e iluminación, con el fin de generar representaciones más realistas y detalladas del proyecto. Estas herramientas se usan para presentar el diseño y producir imágenes cercanas a su apariencia final una vez construido. El fotomontaje integra el

proyecto dentro de su entorno y el retoque fotográfico ajusta elementos como sombras, texturas y contrastes. Además, aporta al proceso BIM al complementar la información técnica con una visualización que refuerza la comprensión del modelo.

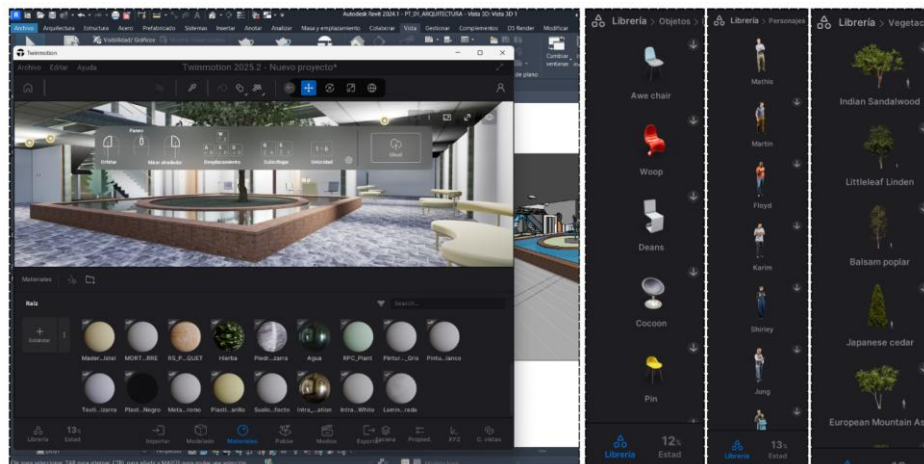
Figura 77: Librería de componentes



Captura de pantalla. Elaboración propia

En este caso, mediante la librería de Twinmotion que ya viene predeterminada en la interfaz y mediante esta sección encontramos las múltiples opciones donde podemos insertar materiales, luces, objetos, escala humana, entre otros objetos que se pueden insertar.

Figura 78: Inserción de materiales y componentes



Captura de pantalla. Elaboración propia

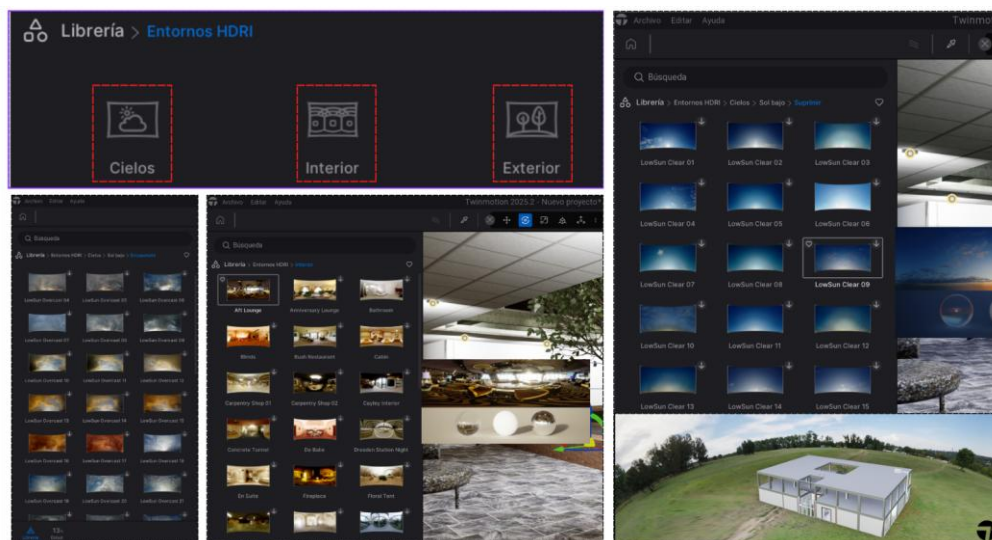
Después de elegir el material, se mantiene presionado el clic izquierdo y se arrastra hasta el componente del modelo al que se desea asignarlo. Twinmotion realiza el cambio de forma inmediata y ofrece una vista actualizada del espacio, lo que ayuda a revisar su apariencia y ajustar el diseño sin demora.

En el desarrollo del proyecto, la aplicación para sacar los renders se utilizó para regular materiales, fuentes de luz, proyección de sombras y la composición visual del modelo, con lo que se obtuvieron imágenes con un grado alto de realismo. También se incorporaron fondos que situaron el proyecto dentro de un entorno contextual y se aplicaron efectos destinados a reforzar la calidad gráfica de las representaciones. Gracias a estas funciones, las visualizaciones finales mostraron con mayor claridad la relación espacial, los muros de adobe y los demás componentes arquitectónicos.

Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos

En motores de render como Enscape y Twinmotion, los fondos climáticos reproducen escenarios naturales (cielos despejados formaciones nubosas o tonos propios del atardecer) que modifican la iluminación del modelo y generan variaciones en sombras, reflejos y gamas cromáticas. El ajuste de luz y sombra regula la intensidad solar y la dirección del haz lumínico, lo que define la atmósfera visual del proyecto y evidencia cómo se transforma el espacio bajo distintas condiciones.

Estos parámetros aportan visualizaciones con mayor claridad y acercan la representación a situaciones reales. Mientras los fondos climáticos permiten simular distintos momentos del día o cambios ambientales, los controles de iluminación ayudan a examinar el comportamiento espacial, la respuesta de los materiales y las variaciones que incrementan la calidad de las imágenes finales.

Figura 79: Efectos de atmosfera e iluminación

Captura de pantalla. Elaboración propia

La regulación de reflejos y transparencias asegura una representación adecuada de superficies como vidrio, metal o recubrimientos brillantes, lo que refuerza el nivel de realismo y mejora la comunicación del acabado arquitectónico. Con ello, las presentaciones adquieren mayor riqueza visual y consolidan la exposición del diseño.

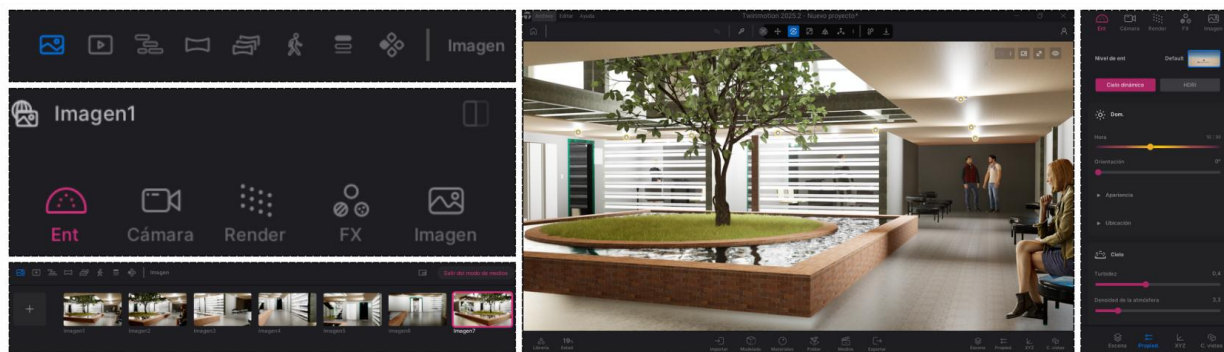
Visualización de modelos 3D

El proceso de visualización transforma el modelo digital en una representación con mayor cercanía a una obra construida, lo que ayuda a examinar materiales, fuentes de luz, sombras, texturas y secuencias animadas.

La visualización 3D funciona como un puente para transmitir el diseño con claridad y realismo. D5 brinda herramientas para desplazarse en modos como órbita o primera persona, crear rutas de cámara para animaciones, grabar secuencias y ajustar parámetros vinculados con iluminación, clima, profundidad de campo, reflejos y atmósfera. Además, incorpora funciones que reproducen lluvia, niebla,

viento, sonidos ambientales y comportamiento de vegetación, elementos que refuerzan la percepción espacial y aportan sensaciones asociadas a un entorno real.

Figura 80: Interfaz de usuario para visualización



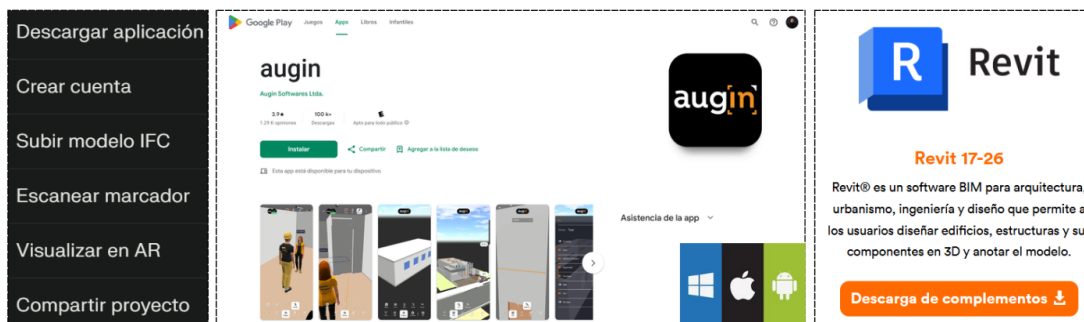
Captura de pantalla. Elaboración propia

Esta fase ofrece una revisión en alta calidad del proyecto, con la opción de recorrer el modelo, generar imágenes y producir videos mediante distintos recursos visuales destinados a comunicar el diseño. La visualización tridimensional actúa como un medio para anticipar la forma en que se percibirán los espacios una vez materializados.

También se realizaron ajustes en parámetros como luz ambiental, enfoque de cámara, niebla volumétrica y condiciones climáticas con el fin de reforzar la calidad visual del material final. El uso de estos recursos generó una representación con mayor grado de realismo, lo que favoreció la valoración del proyecto y su comunicación dentro del flujo de trabajo BIM.

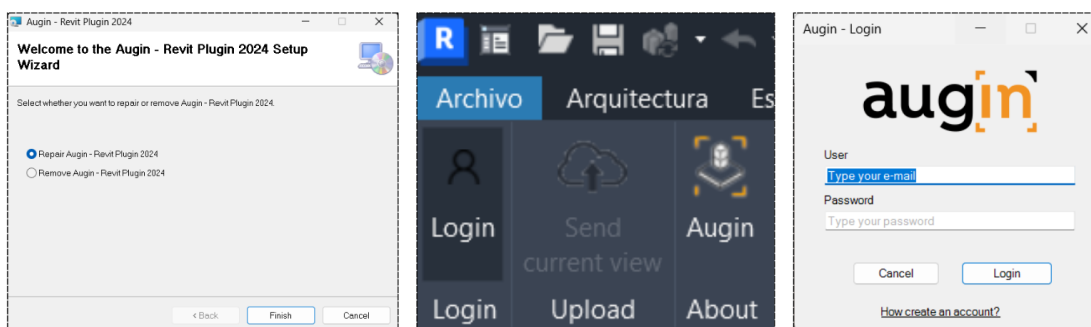
Realidad virtual inmersiva

Buscamos la aplicación de Augin en Play Store de nuestro dispositivo móvil y procedemos a descargarla. También de manera simultánea se descarga el complemento de Augin para Revit directamente de la página oficial

Figura 81: Obtención de herramienta "Augin"

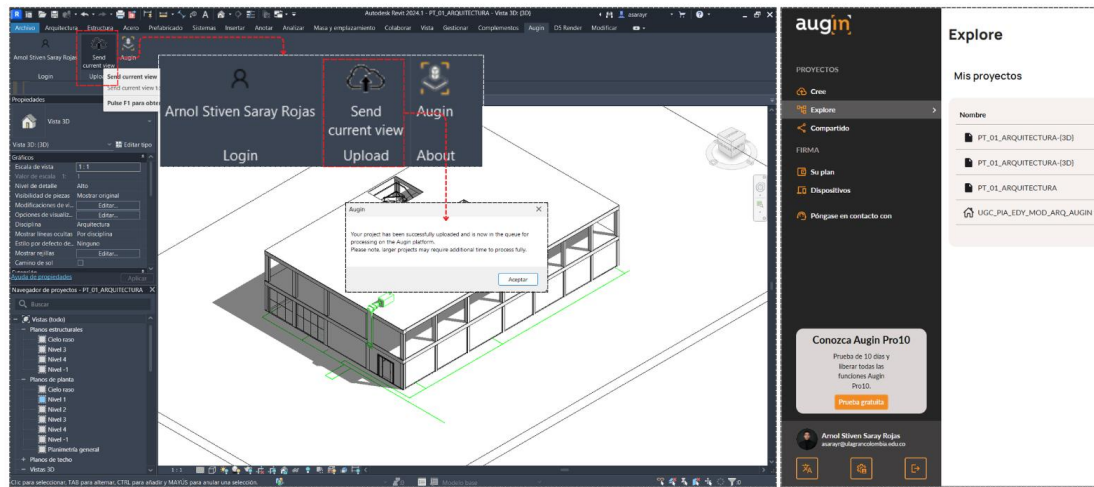
Captura de pantalla. Elaboración propia

Luego de ello, ejecutamos el archivo descargado que se va a usar en la aplicación de Revit (complemento) para luego poder iniciar sesión en el plugin y así quedar enlazado directamente con la aplicación de Augin, tanto en el dispositivo móvil como en la versión de escritorio.

Figura 82: Instalación y registro de herramienta "Augin"

Captura de pantalla. Elaboración propia

Como se mencionaba en anteriormente, luego del inicio de sesión en la plataforma y de ser vinculado con Revit, procedemos a cargar nuestro archivo en dicho plugin, esto con el fin de poderlo visualizar y sincronizar de manera online con nuestros dispositivos previamente registrados.

Figura 83: Vinculación y carga de modelo a plataforma “Augin”

Captura de pantalla. Elaboración propia

Luego de que nuestro archivo ya esté completamente cargado a la nube de la aplicación, y que Revit nos confirme su correcta vinculación, procederemos a ejecutar el programa de manera tal forma que podamos acceder a su interfaz dinámica e intuitiva, dado que esta aplicación de realidad inmersiva nos brinda su fácil acceso y manejo del mismo.

Figura 84: Visualización del modelo y funciones en "Augin"

Captura de pantalla. Elaboración propia

Se van probando y variando las diferentes cámaras que el programa ofrece y que su interfaz permite, además de ello se va alternando entre su visualización como recorrido o si lo preferimos en forma de dron. Sin embargo, la aplicación ofrece una forma de visualizaciones que es mediante rayos X, apoyando así la completa visualización del proyecto con todas sus modificaciones o detalles que no son tan perceptibles a simple vista.

Conclusión del Módulo 5

En este desarrollo del Módulo 5 se incorporaron herramientas de visualización avanzada al flujo de trabajo BIM, lo que fortaleció los procesos de análisis, comunicación y presentación del proyecto arquitectónico. La exportación del modelo en formato IFC consolidó la interoperabilidad entre diferentes plataformas y posibilitó su transferencia entre programas sin pérdida de datos, favoreciendo la colaboración y el uso de motores externos destinados a la generación de imágenes renderizadas.

Además de ello, la renderización en tiempo real con la aplicación de Twinmotion y/o Enscape permitió una revisión instantánea de materiales, iluminación y acabados, lo que abrió espacio para comparar opciones y ajustar el modelo con mayor rapidez. Las funciones de fotomontaje, retoque visual y control de condiciones climáticas, luces y sombras ampliaron la expresión gráfica del proyecto y generaron imágenes y secuencias animadas con un nivel de realismo adecuado para comunicar la propuesta de diseño.

Las vistas tridimensionales y los recorridos virtuales ofrecieron una lectura espacial más precisa, otorgando la posibilidad de recorrer el proyecto como si se tratara de un entorno ya materializado. Gracias a ello fue posible interpretar con mayor claridad la volumetría, las rutas de desplazamiento y la acción de la luz en distintos escenarios.

Asimismo, la conexión con herramientas de realidad virtual y aumentada, entre ellas Augin, trasladó el modelo a experiencias inmersivas que fortalecen la evaluación del diseño, favorecen el diálogo con los usuarios y aportan un nivel superior de comprensión en el proceso proyectual.

Conclusion

El contexto de Yopal que se ha evidenciado en el marco histórico de este documento ha transitado por diferentes etapas de desarrollo urbano, marcadas principalmente por su transformación económica derivada de la industria petrolera. Este proceso acelerado ha generado importantes carencias en materia de equipamientos deportivos y sus espacios diseñados especialmente para sus habitantes locales.

Una propuesta integral de espacio público con énfasis en un equipamiento deportivo para la ciudad de Yopal representa una oportunidad para reducir la deuda de espacio público que acarrea esta capital del departamento, diversificando así la oferta deportiva y recreativa, además de generar un hito urbano con potencial turístico, fortaleciendo el tejido social a través del deporte, promoviendo la movilidad sostenible y articulando el desarrollo urbano con identidad cultural llanera.

Estableciendo las bases conceptuales para desarrollar una propuesta específica adaptada a las necesidades y potencialidades de la joven capital casanareña, integrando también las perspectivas de sostenibilidad, inclusión y pertinencia cultural.

El recorrido por los módulos del diplomado ofreció una visión integral del funcionamiento del proceso BIM, desde la conformación inicial del modelo hasta las etapas de coordinación, verificación, documentación y visualización del proyecto. En la fase introductoria se adquirieron bases sólidas para estructurar el modelo y organizar la información con rigor, lo que generó un soporte adecuado para el desarrollo de las siguientes fases.

En los módulos orientados a la coordinación y gestión se evidenció el valor de integrar las distintas disciplinas y revisar sus interacciones mediante herramientas como Revit y Navisworks. Esa dinámica pudo fortalecer la comunicación entre equipos, disminuyendo así tiempos de trabajo y elevó la precisión funcional del proyecto. También se logró afianzar el uso del modelo como núcleo para extraer cantidades, elaborar documentación y programar la obra.

La última etapa dedicada a la visualización y a los recursos inmersivos introdujo nuevas formas de exponer el proyecto. El uso de IFC, Twinmotion, recorridos virtuales y realidad aumentada abrió la posibilidad de examinar el diseño con una cercanía que se aproxima a su ejecución construida, facilitando la lectura de detalles y la comunicación con cualquier tipo de usuario.

Como resultado, los módulos mostraron que se desarrollaron en diplomado se consolida como un sistema que ordena la información, impulsa la colaboración y reduce fallas durante el desarrollo del proyecto. La experiencia fortaleció la construcción y creó una base firme para aplicar estos criterios en trabajos profesionales posteriores.

Lista de Referencia o Bibliografía

Alcaldía de Yopal. (2022). *Historia del municipio de Yopal*. <https://www.yopal-casanare.gov.co/municipio/historia>

Alcaldía de Yopal. (2022). *Caracterización territorial del municipio de Yopal*. Secretaría de Planeación Municipal. <https://www.obsgestioneducativa.com/wp-content/uploads/2021/02/Yopal.pdf>

Alonso, F. (2018). La accesibilidad en evolución: La adaptación persona-entorno y su aplicación al medio residencial en España y Europa. *Revista Española de Discapacidad*, 6(2), 41-62. <https://www.cedid.es/redis/index.php/redis/article/view/329>

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2018). *Espacio público como factor de competitividad urbana en América Latina*. BID Publicaciones. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Los-espacios-publicos-en-America-Latina-y-el-Caribe-guia-practica-para-su-reactivacion-en-la-pospandemia.pdf>

Burbano, A. (2022). Integración del Velódromo de Medellín con sistemas de movilidad sostenible: Análisis de impacto urbano. *Revista Colombiana de Arquitectura*, 45(2), 112-130. https://www.researchgate.net/publication/388306455_Analisis_de_la_Movilidad_Urbana_Sostenible_en_Medellin-Colombia_Corredor_Vial_Tranvia_de_Ayacucho

Castañeda-Vázquez, C., Santos-Pastor, M., & Campos, A. (2018). Infraestructuras deportivas y formación de talentos: Una perspectiva comparada. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 14(54), 358-373. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6703009.pdf>

Castells, M. (2019). *Tecnologías sostenibles en equipamientos públicos: Impacto ambiental y pedagógico*. Ariel. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitco/es/ceneam/recursos/pag-web/guia_equipamientos_libro_2023_tcm30-552409.pdf

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2020). *Democratización del acceso a equipamientos deportivos mediante el transporte público*. Naciones Unidas.

https://www.un.org/counterterrorism/sites/www.un.org.counterterrorism/files/spanish_sports_security_mses_guide_web.pdf

Concejo Municipal de Yopal. (2021). *Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Yopal*.

Consejo Internacional de Construcción Sostenible [CICS]. (2022). *Principios de construcción sostenible para equipamientos deportivos*. CICS Publicaciones.

<https://www.obsgestioneducativa.com/wp-content/uploads/2021/02/Yopal.pdf>

Comité Olímpico Colombiano. (2023). Informe de desarrollo deportivo nacional 2018-2022. COC.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

Concejo Municipal de Yopal. (2000). Plan de Ordenamiento Territorial de Yopal 2000-2011: Documento Técnico de Soporte. Alcaldía Municipal.

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/10133/3813-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Concejo Municipal de Yopal. (2018). Acuerdo 012 de 2018: Revisión del Plan de Ordenamiento Territorial. Gaceta Municipal. https://www.cnp.gov.co/Documents/POT_Yopal2023.pdf

Constitución Política de Colombia [Const]. Arte. 309. (1991, 7 de julio). <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>

Contraloría Departamental de Casanare. (2022). Informe de auditoría: Infraestructura urbana de Yopal 2018-2021. CENTROS PARA EL CONTROL Y LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES. https://contraloriacasanare.gov.co/apc-aa-files/cd240f2330f242f28b7b538ce809910f/informe-auditaria-gestion-financiera-alcaldia-de-yopal_1.pdf

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2012). *Documento CONPES 3718: Política Nacional de Espacio Público*. https://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/conpes_06.pdf

Di Masso, A., Berroeta, H., & Vidal, T. (2019). El estudio de la apropiación del espacio como indicador sociocultural: Una propuesta teórico-metodológica. *Estudios de Psicología*, 40(3), 589-617.

<https://www.redalyc.org/pdf/970/97017406003.pdf>

Durán, A. (2020). *Identidad cultural llanera y patrones de uso del espacio público en Casanare*. Universidad Nacional de Colombia.

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/2075/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1>

Departamento Nacional de Estadística. (2018). *Infografía Yopal*.

https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/perfiles/85001_infografia.pdf

Françoise Dureau, Carmen Elisa Flórez: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-05/010022917.pdf

Federación Colombiana de Ciclismo. (2022). Diagnóstico nacional de infraestructura para ciclismo de pista. FCC. <https://federacioncolombianadeciclismo.com/normativa-tecnica/>

Real Academia Española. (RAE), Diccionario de la Lengua Española. <https://dle.rae.es/>

Prats, J., & Catalá, J. (2020). *Gobernanza: Diálogo euro iberoamericano sobre el buen gobierno*. Madrid: Marcial Pons. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=7600>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). Proyecciones de población municipal 2018-2035. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). Proyecciones de población municipal 2018-2035. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

Federación Colombiana de Ciclismo. (2022). Diagnóstico nacional de infraestructura para ciclismo de pista. FCC. <https://federacioncolombianadeciclismo.com/normativa-tecnica/>

Fung, A. (2021). *Procesos participativos en proyectos urbanos de gran escala: Claves para el éxito*. Fondo de Cultura Económica. <https://www.redalyc.org/journal/957/95776117009/html/>

Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Infinito. <https://issuu.com/majesbian/docs/344953224-ciudades-para-la-gente-ja>

Gehl, J., & Svarre, B. (2023). *Integración de equipamientos públicos con sistemas de movilidad sostenible*. Editorial Reverté. https://caeau.com.ar/wp-content/uploads/2018/10/cities_for_people-spanish_final_ss2.pdf

Gutiérrez, M., & Rodríguez, L. (2020). El Velódromo de Aguascalientes: Adaptación a condiciones climáticas específicas. *Arquitectura y Urbanismo*, 41(3), 45-62.
<https://eservicios2.aguascalientes.gob.mx/NormatecaAdministrador/archivos/EDO-23-165.pdf>

Herce, M. (2019). *Movilidad activa y equipamientos deportivos: Sinergias urbanas*. Gustavo Gili. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7365732.pdf>

Hernández-Bonilla, M. (2019). Participación de actores locales en equipamientos públicos: Casos de estudio en Colombia. *Territorios*, 41, 171-195.
<https://www.redalyc.org/journal/280/28059580008/html/>

Hopkins, J., & Smith, P. (2019). El Velódromo Nacional de Manchester: Modelo de gestión sostenible e integración educativa. *International Journal of Sport Management*, 20(4), 412-429.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=20897>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas [ICONTEC]. (2022). *Estándares de accesibilidad y seguridad para equipamientos deportivos*. ICONTEC.
<https://www.munideporte.com/imagenes/documentacion/ficheros/20061220204049Accesibilidadinstalacionesdeportivas.pdf>

Jirón, P., & Mansilla, P. (2022). Conectividad peatonal y apropiación ciudadana del espacio público: Análisis de casos latinoamericanos. *Revista INVI*, 37(104), 110-135.

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/3309/00003416.pdf?seq>

Koolhaas, R., Foster, N., & Hadid, Z. (2021). *Equipamientos deportivos como nodos de activación urbana*. Taschen.

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9819/Documento%20Anderson%20Arenas.pdf?sequence=1>

Kronenburg, R. (2019). *Equipamientos multifuncionales: Maximización de la utilidad social*. Editorial Gustavo Gili. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/6e9f1b1f-8269-4443-bede-ad7773e39896/content>

Martínez-Bernal, D. (2023). Adaptación de referentes internacionales a contextos locales: El caso de Yopal. *Cuadernos de Arquitectura y Urbanismo*, 12(2), 80-95.
<https://repository.ugc.edu.co/server/api/core/bitstreams/70432d8b-4610-4582-935b-6ce2b7c99177/content>

Alcaldía de Yopal. (s.f.). Plan de Ordenamiento Territorial POT. Recuperado de:
<https://www.yopal-casanare.gov.co/planes/plan-de-ordenamiento-territorial-pot>

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 19650 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including Building Information Modelling (BIM) Information management using building information modelling (ISO Standard No. 19650-1)*. Recuperado de: <https://www.iso.org/standard/68078.html>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). *Resolución 0441 de 2020*. Recuperado de <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0441-2020>

Rojas, E. (2018). *Equipamientos deportivos como elementos de renovación urbana*. BID Publicaciones.

https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Construyendo_gobernanza_metropolitana_el_caso_de_Chile_es.pdf

Salazar, A. (2021). El Velódromo de Cali como centro de formación deportiva: Impacto nacional e internacional. *Revista Colombiana de Sociología*, 44(1), 77-96.

<https://www.cali.gov.co/deportes/publicaciones/163464/cali-y-el-velodromo-alcides-nieto-patino-otra-vez-a-toda-velocidad-y-en-boca-del-mundo/>

Yeang, K. (2018). *Integración de equipamientos urbanos con ecosistemas existentes*. Editorial Blume. <https://eri.iu.edu/erit/implications/urban-ecosystems.html#:~:text=Los%20ecosistemas%20urbanos%20son%20una,comunitarios%20y%20jardines%20de%20lluvia.>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Decreto 1077 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>

Ministerio del Deporte. (2019). Plan Nacional de Recreación y Deporte 2019-2030. Bogotá: Mindeporte. <https://www.mindeporte.gov.co/transparencia/2-normativa/2-1-normatividad/politica-publica>

Montaner, J. M. (2017). La condición contemporánea de la arquitectura. Barcelona: Gustavo Gili. [https://editorialgg.com/media/catalog/product/9/7/9788425227882_inside.pdf%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la%20Salud%20\[OMS\].%20\(2020\).%20Directrices%20sobre%20actividad%20f%C3%ADsica%20y%20comportamiento%20sedentario.%20Ginebra:%20OMS.%20https://www.who.int/publications/i/item/9789240014886](https://editorialgg.com/media/catalog/product/9/7/9788425227882_inside.pdf%20Organizaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20la%20Salud%20[OMS].%20(2020).%20Directrices%20sobre%20actividad%20f%C3%ADsica%20y%20comportamiento%20sedentario.%20Ginebra:%20OMS.%20https://www.who.int/publications/i/item/9789240014886)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2021). Infraestructuras verdes: Hacia un desarrollo urbano sostenible. Nairobi: PNUMA. <https://www.unep.org/es/resources/informe-anual-de-2021>

- Alcaldía de Yopal. (2008). *Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011: Yopal con sentido social*. Secretaría de Planeación Municipal.
- Cárdenas, L., & Velasco, R. (2022). Diagnóstico de equipamientos deportivos en ciudades intermedias colombianas: El caso de Yopal. *Revista de Arquitectura*, 45-59.
- Gaviria, A., Zapata, J, Gonzales A. (2019). Petróleo y desarrollo territorial en Colombia: El caso de Casanare. Fedesarrollo. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/1905>
- Gómez Barrera, Y. (2018). Morfogénesis urbana de Yopal: Análisis espacial del centro histórico. *Revista de Arquitectura y Urbanismo*, 31-47.
- <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/30/74>
- Jaramillo Valencia, M. (2022). Velódromos como espacios multifuncionales: Análisis de casos en ciudades intermedias latinoamericanas. *Ciudad y Territorio*, 213, 485-498.
- <https://revistas.fuac.edu.co/index.php/grafia/article/view/382>
- Liga de Ciclismo de Casanare. (2021). Memoria deportiva 2010-2020: Desarrollo del ciclismo en Casanare. LCC. <https://www.facebook.com/p/Liga-De-Ciclismo-De-Casanare-100075991863571/>
- López Montaña, W. (2023). Ciclismo y movilidad social en la Orinoquía colombiana: Trayectorias deportivas de jóvenes casanareños. *Revista de Ciencias Sociales*, 31(1), 145-163.
- <https://www.agenf.org/ojs/index.php/Educa/issue/view/50/13>
- Martínez Garnica, A. (2019). Cultura llanera y tradiciones deportivas en la Orinoquía colombiana. Ministerio de Cultura.
- https://normograma.mincultura.gov.co/mincultura/compilacion/docs/ley_1907_2018.htm
- Ministerio del Deporte. (2022). Plan Nacional de Infraestructura Deportiva 2022-2030. Mindeporte. <https://www.mindeporte.gov.co/planeacion-gestion-control/modelo-integrado-planeacion-gestion/planeacion/mediano-plazo-1/plan-estrategico/2023-2026>

Morales, J. (2019). Historia de los velódromos en Colombia: Desarrollo e impacto en el ciclismo nacional. *Revista Colombiana de Sociología*, 42(1), 143-166.

<https://revistas.fuac.edu.co/index.php/grafia/article/view/382?articlesBySimilarityPage=3>

Ortega, C., & Díaz, V. (2023). Factores críticos en proyectos urbanos exitosos: Análisis comparativo en ciudades del piedemonte llanero. *Revista de Arquitectura y Urbanismo*, 44(1), 78-94.

<https://www.redalyc.org/journal/280/28069360017/html/>

Rausch, J. (2019). La frontera colombiana y la colonización de los Llanos Orientales (2.ª ed.). University Press of Florida. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7138157.pdf>

Rivera Martínez, C. (2023). Gestión del espacio público en ciudades intermedias: Desafíos y oportunidades. *Territorios*, 48, 67-85.

http://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/documentos/li09_el_espacio_publico.pdf

Sánchez Rodríguez, A. (2023). Impacto de eventos ciclísticos en el desarrollo deportivo regional: El caso de Casanare. *Revista Colombiana de Sociología*, 46(1), 121-139.

<https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/eadd7b1c-578b-4ba1-baeb-ad984eb56544/content>

Torres Tovar, C. (2022). Evaluación retrospectiva de Planes de Ordenamiento Territorial en ciudades intermedias colombianas: Logros y desafíos. *Bitácora Urbano Territorial*, 32(1), 35-49.

https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Carpeta%202025/DODT/Informe%20del%20Estado%20y%20avance%20del%20Ordenamiento/Informe%20Ordenamiento%20Territorial%20Colombia%202021-2024_Final_20241003.pdf

Universidad Nacional de Colombia. (2021). Diagnóstico integral de infraestructura urbana y deportiva de Yopal. UNAL.

https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82175/MOUR_TFM_PEREZ_2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Vargas, L. y Mendoza, M. (2023). Oportunidades para proyectos integrales de espacio público y equipamientos deportivos en Yopal. Cuadernos de Arquitectura y Ciudad, 152, 78-96.

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6600/ESPACIO%20PUBLICO%20-%20YOPAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rubiano Galvis, S. (2020). Arquitectura deportiva en Colombia: Evolución y transformaciones 1950-2020. Universidad de los Andes.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/f8cdd7bf-2219-456b-9053-1256f21e9315/content>

Secretaría de Infraestructura Municipal. (2023). Informe de gestión 2020-2023: Principales intervenciones urbanas. Alcaldía de Yopal. <https://www.yopal-casanare.gov.co/proyectos-en-ejecucion/informe-de-gestion-2023>

Secretaría de Planeación Municipal de Yopal. (2019). Diagnóstico del espacio público en Yopal. Alcaldía Municipal.

<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6600/ESPACIO%20PUBLICO%20-%20YOPAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Secretaría de Planeación Municipal de Yopal. (2022). Instrumentos de planificación vigentes y proyectados 2022-2026. Alcaldía Municipal. <https://cccasanare.co/wp-content/uploads/2022/11/PND-Casanare.pdf>