

**PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA BIM PARA EL DESARROLLO DE  
PROYECTOS INTERNOS DE EMPRESAS DEL SECTOR DE CONSUMO MASIVO: CASO  
DE ESTUDIO QUALA S.A.**

Johann Sebastian Pérez León, Sergio David Fuentes Cáceres



Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2024

**Plan de implementación de metodología BIM para el desarrollo de proyectos internos de  
empresas del sector de consumo masivo: caso de estudio Quala s.a.**

**Johann Sebastian Pérez León, Sergio David Fuentes Cáceres**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto**

**Director de tesis, Yuber Alberto Nope Bernal, Codirector de tesis José Alcides Ruiz  
Hernández**



**UNIVERSIDAD**  
**La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

**Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura**

**Universidad La Gran Colombia**

**Bogotá D.C.**

**2024**

**Tabla de contenido**

**RESUMEN ..... 9**

**ABSTRACT..... 10**

**INTRODUCCIÓN ..... 11**

    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 12

    PREGUNTA PROBLEMA..... 13

    JUSTIFICACIÓN..... 13

    HIPÓTESIS ..... 14

    OBJETIVO GENERAL ..... 15

    OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 15

**CAPÍTULO I:..... 16**

    MARCO DE ANTECEDENTES: ESTADO DEL ARTE ..... 16

    MARCO CONCEPTUAL ..... 19

    MARCO NORMATIVO ..... 28

    MARCO TEÓRICO..... 30

    MARCO HISTÓRICO..... 31

**CAPITULO II:..... 34**

    ASPECTOS METODOLÓGICOS ..... 34

**CAPITULO III..... 36**

    ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... 36

    ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO..... 38

**CAPITULO IV ..... 44**

    DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO DE LA BODEGA..... 44

    PROYECTO ESTRUCTURAL DE LA BODEGA..... 50

    PROYECTO DE REDES (MEP) DE LA BODEGA ..... 54

    LEVANTAMIENTO DE LAS CONDICIONES EXISTENTES ..... 3

COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTACIÓN E INCONSISTENCIAS .....	8
<i>Análisis de interferencias e inconsistencias con BIM (clash detective)</i> .....	8
<i>Creación de informes de coordinación</i> .....	10
<i>Abstracción y gestión de cantidades</i> .....	12
<i>Configuración de planimetría</i> .....	14
<i>Simulación de actividades constructivas</i> .....	15
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA .....	18
<i>Exportación a IFC entre otros</i> .....	18
<i>Renderizado en tiempo real</i> .....	20
<i>Fondos climáticos: manejo de luces, sombras y reflejos</i> .....	21
<i>Manejo de luces, sombras y reflejos</i> .....	22
<i>Realidad virtual inmersiva</i> .....	24
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>26</b>
<b>LISTA DE REFERENCIA .....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

### Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	Organigrama de áreas de la empresa Quala S.A.....	22
<b>Figura 2</b>	Organigrama de gerencias de la dirección de Cadena de abastecimiento. ....	22
<b>Figura 3</b>	Organigrama de Gerencia del área de Infraestructura .....	23
<b>Figura 4</b>	Formulación actual de proyectos en el Área de la Infraestructura. ....	40
<b>Figura 5</b>	Proceso de diseño BIM.....	43
<b>Figura 6</b>	Ubicación de la bodega en la manzana del Centro Productivo Venecia.....	44
<b>Figura 7</b>	Volumetría en contraste con lo existente. ....	46
<b>Figura 8</b>	Planta de primer piso.....	47
<b>Figura 9</b>	Planta de segundo piso. ....	47
<b>Figura 10</b>	Fachada frontal, muelles de carga. ....	48
<b>Figura 11</b>	Fachada lateral, hacia plantas de producción. ....	48
<b>Figura 12</b>	Perspectiva interna de la bodega.....	48
<b>Figura 13</b>	Axonometría 3D.....	49
<b>Figura 14</b>	Perspectiva externa de fachada principal de la bodega. ....	49
<b>Figura 15</b>	Planta estructural – Nivel 1 .....	50
<b>Figura 17</b>	Corte transversal, mostrando elementos de cubierta y cimentación .....	51
<b>Figura 16</b>	Corte longitudinal, mostrando elementos de cubierta y cimentación. ....	51
<b>Figura 18</b>	Axonometría de la estructura de la Bodega. ....	52
<b>Figura 19</b>	<i>Perspectiva de la estructura de la Bodega</i> .....	53
<b>Figura 20</b>	Axonometría redes de agua.....	54
<b>Figura 21</b>	axonometría Desagües.....	56
<b>Figura 22</b>	Coordenadas planas cartesianas.....	4
<b>Figura 23</b>	Coordenadas planas cartesianas.....	5
<b>Figura 24</b>	Plano en AutoCAD resultado del levantamiento topográfico .....	6

<b>Figura 25</b> Importación de curvas de nivel .....	7
<b>Figura 26</b> Resultado de tratamiento de contexto, urbanismo y topografía.....	7
<b>Figura 27</b> visualización de interferencias. ....	9
<b>Figura 28</b> Creación de informes.....	11
<b>Figura 29</b> Configuración de tablas de planificación .....	12
<b>Figura 30</b> Visualización creación de planimetría .....	15
<b>Figura 31</b> Simulación de actividades constructivas Navisworks .....	16
<b>Figura 32</b> Simulación de actividades constructivas Navisworks. ....	16
<b>Figura 33</b> Simulación de actividades constructivas Navisworks. ....	17
<b>Figura 34</b> Simulación de actividades constructivas Navisworks. ....	17
<b>Figura 35</b> Simulación de actividades constructivas Navisworks. ....	18
<b>Figura 36</b> . Exportación Revit a IFC .....	18
<b>Figura 37</b> Configuración del modelo para exportación IFC .....	19
<b>Figura 38</b> Vinculación de IFC a Revit.....	19
<b>Figura 39</b> Interfaz de Twinmotion .....	20
<b>Figura 40</b> Opciones de materialidad. ....	21
<b>Figura 41</b> manejo de luces y sombras .....	22
<b>Figura 42</b> Interfaz de Revit y plugin Augin. ....	25
<b>Figura 43</b> Aplicación para móvil Augin.....	25

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Asignación de prioridades de Usos BIM .....	42
<b>Tabla 3</b>	Coordenadas planas cartesianas .....	4
<b>Tabla 3</b>	tipos de informes en Revit .....	10
<b>Tabla 5</b>	Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades. ....	13
<b>Tabla 6</b>	Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades. ....	13
<b>Tabla 7</b>	Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades. ....	13

### **Glosario (opcional)**

**Quala S.A.:** Empresa líder en el sector de consumo masivo de alimentos, conocida por su innovación y calidad en productos alimenticios.

**Área de Infraestructura de Quala S.A.:** Departamento responsable de la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones físicas de la empresa.

**Brief:** Documento que detalla los requisitos, objetivos y observaciones para un proyecto, utilizado para guiar a los equipos de trabajo y asegurar que las expectativas del cliente se cumplan.

**BIM (Building Information Modeling):** Método basado en modelos digitales que permite gestionar y coordinar de manera integral la información de un proyecto de construcción.

**Área cliente:** Departamento o grupo dentro de una empresa que solicita y utiliza los servicios o productos de otro departamento, asegurándose de que los proyectos cumplan con sus necesidades y expectativas.

**Master Plan:** Plan integral de desarrollo a largo plazo que establece la visión, objetivos, y estrategias para el uso y diseño de un área específica, coordinando múltiples proyectos y fases de implementación.

**BEP (BIM Execution Plan):** Documento que describe los procesos, directrices y asignación de responsabilidades para aplicar la metodología BIM en un proyecto, asegurando una colaboración fluida y una gestión.

## Resumen

Esta tesis se centra en cómo la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) puede mejorar el desarrollo integral de proyectos de construcción en el Área de Infraestructura de la empresa Quala S.A., ubicada en el barrio Venecia, Bogotá. Inicialmente, se diagnosticará el funcionamiento de los procesos de diseño arquitectónico, formulación de proyectos, gestión de costos y cronogramas, ejecución, entrega y mantenimiento de instalaciones, así como la gestión interna de la documentación y los estándares utilizados.

Actualmente, el área de Infraestructura afronta desafíos al implementar la metodología BIM, como los procedimientos para formular y ejecutar proyectos en procesos estandarizados que efectúan internamente. El enfoque principal de esta investigación es desarrollar un protocolo que permita implementar el BIM de manera práctica y estructurada, para evaluar su impacto potencial y proponer recomendaciones para futuras evoluciones de este mecanismo.

En el sector líder de productos alimenticios de consumo masivo, donde Quala destaca como una empresa principal. La perspectiva y la solicitud de necesidades de sus proyectos constructivos surgen de las necesidades identificadas por otras áreas de la compañía, documentadas a través de un "Brief" que detalla requisitos y observaciones. Posteriormente, se describe el papel crucial de las "áreas cliente" en la aprobación final de los proyectos, asegurando que estos cumplan con los requerimientos operativos y visión de la empresa.

La hipótesis principal sugiere que la creación de una guía operativa basada en BIM facilitará la formulación de proyectos, ejecución y mantenimientos de estos, mejorando así la eficiencia y competitividad en esta área de Quala S.A.

*Palabras clave:* Implementación de BIM, Quala S.A., Área de Infraestructura Eficiencia operativa, Competitividad, Proyectos arquitectónicos, Metodología BIM, Guía de implementación, Estándar, Diagnóstico, Recomendaciones.

## Abstract

This thesis focuses on how the implementation of the Building Information Modeling (BIM) methodology can improve the comprehensive development of construction projects in the Infrastructure Area of Quala S.A., located in the Venecia neighborhood of Bogotá. Initially, an assessment will be conducted on the performance of processes related to architectural design, project formulation, cost and schedule management, execution, delivery, and maintenance of facilities, as well as the internal management of documentation and standards used.

Currently, the Infrastructure Area faces challenges in implementing the BIM methodology, particularly in the procedures for formulating and executing projects within standardized processes carried out internally. The main focus of this research is to develop a protocol that enables the practical and structured implementation of BIM, to evaluate its potential impact and propose recommendations for the future evolution of this mechanism.

In the leading sector of mass-consumption food products, where Quala stands out as a principal company, the perspective and project needs arise from the requirements identified by other areas of the company, documented through a "Brief" that details the specifications and observations. Subsequently, the critical role of the "client areas" in the final approval of the projects is described, ensuring that they meet the operational requirements and vision of the company.

The primary hypothesis suggests that creating an operational guide based on BIM will facilitate the formulation, execution, and maintenance of projects, thereby improving efficiency and competitiveness in this area of Quala S.A.

*Keywords:* BIM Implementation, Quala S.A., Infrastructure Area, Operational Efficiency, Competitiveness, Architectural Projects, BIM Methodology, Implementation Guide, Standard, Assessment, Recommendations.

## Introducción

En el actual entorno empresarial, la búsqueda de métodos innovadores y tecnologías vanguardistas se ha transformado en un elemento fundamental en la mejora continua y la eficiencia operativa. En este contexto, empresas líderes del consumo masivo de alimentos como Quala S.A., con sede en Bogotá, Colombia, reconocida por su compromiso con la excelencia e innovación en su industria, busca nuevas formas de optimizar sus procesos internos y fortalecer su competitividad en el mercado. Como este párrafo

Dentro de la estructura organizacional de Quala S.A., el área de infraestructura desempeña un papel fundamental en el diseño, planificación y ejecución de proyectos relacionados con sus operaciones fundamentales. Desde la construcción de nuevas instalaciones hasta la modernización de infraestructuras existentes, esta gerencia de la empresa abarca una amplia gama de proyectos destinados a optimizar la capacidad productiva y administrativa de la compañía.

En este entorno empresarial, la metodología Building Information Modeling (BIM) se muestra como una herramienta no solo en el ámbito de la construcción, sino también en diversas industrias; Como Ford motor Company y Procter & Gamble, han adoptado con éxito la metodología BIM en la formulación y ejecución de proyectos internos, evidenciando su potencial para mejorar la eficiencia, la colaboración y la precisión en el diseño y la planificación de instalaciones y procesos.

Esta investigación resalta la necesidad de investigar y entender cómo la metodología BIM puede ser implementada de manera efectiva en el caso de estudio de Quala S.A., particularmente en su área de infraestructura. Al investigar la adopción de BIM en otros sectores y su impacto en la optimización de proyectos internos, esta investigación buscará identificar oportunidades estratégicas y desafíos inherentes, con el objetivo de generar estrategias que faciliten esta adopción de BIM en Quala S.A.

## **Planteamiento del problema**

La incorporación de nuevas metodologías y tecnologías en el ámbito empresarial es un fenómeno que ha cobrado creciente relevancia en el contexto nacional colombiano, donde las empresas buscan constantemente mejorar su eficiencia operativa y su competitividad en el mercado globalizado. Sin embargo, a pesar del reconocido potencial de estas innovaciones, su implementación exitosa suele enfrentar diversos desafíos que pueden obstaculizar su adopción y aplicación efectiva. Como concluye Ramírez (2022):

Con respecto a la industria colombiana de la construcción, esta ha ido implementando BIM de manera acelerada y consensuada, en parte debido a la creación del estándar BIM. Sin embargo, muchas empresas cuyo volumen de proyectos no es lo suficientemente grande, no ven con buenos ojos la metodología, debido a su desconocimiento, a sus altos costos iniciales y a la falta de educación BIM en el país, así como también la poca fomentación de utilización de la metodología. Para mitigar esto, se plantearon distintas soluciones a corto y largo plazo para acelerar la implementación en el país. Sin embargo, será de mucha utilidad para la industria en general seguir avanzando en la investigación sobre problemas y soluciones para la implementación BIM en Latinoamérica (p. 34).

En el caso específico de Quala S.A., una empresa líder en el sector de productos alimenticios de consumo masivo en Colombia, la adopción de nuevas metodologías como Building Information Modeling (BIM) en el área de infraestructura representa un importante desafío. A pesar de la evidencia de los beneficios potenciales de BIM en la optimización de proyectos internos, la empresa enfrenta obstáculos significativos en su proceso de implementación.

El problema principal es la falta de medios y capacitación adecuada para la implementación efectiva de BIM en el área de infraestructura de Quala S.A. La ausencia de personal especializado y la falta de procedimientos definidos para la formación y el desarrollo

pueden restringir la capacidad de la empresa para sacar el máximo beneficio de las múltiples dimensiones de esta metodología.

### **Pregunta problema**

¿Cómo puede Quala S.A., una empresa líder en el sector de consumo masivo de alimentos en Colombia, afrontar los desafíos relacionados con la formulación de proyectos utilizando la metodología Building Information Modeling (BIM) en su área de infraestructura, con el propósito de optimizar la planificación, diseño y ejecución de proyectos internos y, de este modo, reforzar su posición competitiva en los mercados nacional e internacional?

### **Justificación**

La aplicación de procesos BIM en el área de infraestructura de Quala S.A. Se presenta como una oportunidad estratégica con el objetivo de mejorar tanto la eficiencia como la calidad en los proyectos internos de la empresa. Sin embargo, hay una ausencia de un plan o de lineamientos de procesos y resistencia al cambio que representan barreras significativas que obstaculizan este proceso.

Es esencial llevar a cabo una investigación que permita comprender a fondo los desafíos específicos que enfrenta esta área en la adopción de BIM, así analizar y reconocer las prácticas más efectivas y las experiencias valiosas obtenidas por otras empresas. que han superado con éxito obstáculos similares. Esta investigación proporcionará un marco claro en las nuevas tecnologías de la construcción que permitan superar las barreras actuales y maximizar los beneficios de la metodología BIM.

Al entender estos desafíos, el área de infraestructura también mejorará su eficiencia operativa y su desarrollo de procesos. Además, al mejorar la calidad de los proyectos internos, la empresa podrá satisfacer de manera más efectiva las necesidades de sus áreas clientes y la formulación de futuros proyectos que impacten a toda la compañía.

### **Hipótesis**

- La implementación de una guía basada en la metodología BIM mejorará la calidad en la formulación de nuevos proyectos y remodelaciones en el área de infraestructura de Quala S.A.
- El uso de un modelo BIM ayudará en la planificación y formulación de actividades de mantenimiento preventivas como correctivas, reduciendo así los tiempos de ejecución y mejorará la colaboración y comunicación entre los equipos.
- La captura y gestión digitalizada de datos de infraestructura a través de la metodología BIM optimizará la asignación de recursos, se tomarán mejores decisiones en la etapa de diseño, coordinación y ejecución, mejorando la operación en Quala S.A.

### **Objetivo General**

Diseñar e implementar una estrategia integral para la adopción de la metodología BIM en el área de infraestructura de Quala S.A., que permita optimizar la formulación, planificación y ejecución de proyectos internos, a través del análisis diagnóstico de los procesos actuales, la evaluación de su impacto en la eficiencia operativa y la elaboración de una guía adaptada a las necesidades específicas de la empresa, incluyendo la realización de un plan piloto como caso de estudio.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico del área de infraestructura de Quala S.A. En términos de procesos de formulación, planificación y ejecución de proyectos internos.
- Analizar el potencial efecto de la implementación del protocolo BIM en la eficiencia operativa de Quala S.A., utilizando indicadores tanto cuantitativos como cualitativos, como la disminución de costos, la optimización de los cronogramas y obteniendo mejores resultados en los proyectos arquitectónicos.
- Elaborar un manual de implementación BIM ajustado a los requerimientos particulares del área de infraestructura, que incluya procedimientos para la formulación de proyectos nuevos, tareas de mantenimiento y ejecución de proyectos internos, basados en las experiencias y mejores prácticas de empresas similares en la adopción de BIM para la formulación de proyectos internos.
- Desarrollar y ejecutar un plan piloto de implementación BIM en el área de infraestructura de Quala S.A., utilizando como caso de estudio la construcción de una nueva bodega de materias primas que iniciara el Master Plan de la empresa.

## CAPÍTULO I:

### Marco de antecedentes: estado del arte

**Definición de la metodología BIM:** Se definida como “La metodología BIM establece que la colaboración entre los participantes involucrados en proyectos de construcción y en la gestión de activos es esencial para llevar a cabo el desarrollo y operación de los mismos de forma eficiente.” (buildingSMARTspain, 2021, p. 2).

Esta metodología genera un ecosistema en función de proyecto digital, donde su principio es de coordinar los equipos de varias disciplinas, de esta manera la colaboración de todas estas, formula el ciclo de vida de una construcción.

Dentro de los principios de la aplicación de la metodología BIM, está en detectar posibles interferencias en tres disciplinas antes de su construcción; la planificación de las cantidades y cronograma de obra, se basan en los modelos detallados generados por cada disciplina.

**Historia y evolución de BIM:** Building Information Modeling (BIM) es una metodología que ha transformado significativamente el sector de la construcción, proporcionando una plataforma digital para el diseño, construcción y gestión de edificios e infraestructuras. Los primeros conceptos de BIM surgieron en los años 70 con los trabajos en "An Outline of the Building Description System," según el autor Eastman (1974) “Muchos de los costos de diseño, realización y funcionamiento de las construcciones derivan por el hecho que se recurre a los dibujos para reportar anotaciones del edificio” (p. 4).

Durante los años 90, el avance de la tecnología permitió el desarrollo de herramientas más sofisticadas como ArchiCAD y Revit, que incorporaron principios de BIM y ofrecieron a los profesionales en los campos de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) nuevas formas de mejora la precisión y eficiencia de sus proyectos.

En la década del 2000, la adopción de BIM comenzó a acelerarse. Las grandes firmas de arquitectura e ingeniería reconocieron los beneficios de BIM, especialmente en términos de colaboración, reducción de errores y optimización de costos. La estandarización de BIM se vio impulsada por iniciativas gubernamentales y organizaciones de estándares. “Mejorar el rendimiento de las instalaciones durante todo su ciclo de vida mediante el fomento de estándares comunes y abiertos y un modelo integrado de información del ciclo de vida para la industria” (Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo, 2023).

En los últimos años, BIM ha seguido evolucionando con la incorporación de tecnologías emergentes, como la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR) y el Internet de las Cosas (IoT). Estas tecnologías están ampliando las capacidades de BIM, permitiendo una visualización más inmersiva y una gestión más inteligente de los edificios durante todo su ciclo de vida. En Colombia, la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 destaca los esfuerzos del país para fomentar la adopción de BIM en el sector de la construcción, con el objetivo de mejorar la eficiencia y competitividad (DNP, 2020).

**Experiencias de implementación de BIM en empresas:** La adaptación del BIM en empresas donde su fuerte no es la construcción ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la gestión de proyectos y optimizar los procesos operativos. Un ejemplo notable es el caso de Procter & Gamble (P&G), una multinacional de bienes de consumo, que adoptó BIM para la planificación y ejecución de sus instalaciones de producción y centros de distribución. P&G ha reportado mejoras significativas en la precisión del diseño, la reducción de errores durante la construcción y una mejor coordinación entre las distintas disciplinas involucradas en sus proyectos (Hardin & McCool, 2015).

Otra empresa que ha implementado exitosamente Building Information Modeling (BIM) es Ford Motor Company. Ford ha utilizado BIM para gestionar el diseño y la construcción de sus plantas de fabricación y otras instalaciones, lo que ha permitido una transformación

significativa en sus procesos operativos. La adopción de BIM ha facilitado una colaboración más efectiva entre sus equipos de diseño y construcción, permitiendo que ingenieros, arquitectos y diseñadores trabajen en un entorno virtual donde pueden compartir información en tiempo real. Esto se logra a través del laboratorio FiVE (Ford Immersive Vehicle Environment), donde se crean modelos digitales de vehículos que permiten a los equipos evaluar y modificar diseños de manera colaborativa antes de la producción física (Giel & Issa, 2013).

La metodología BIM ha permitido a Ford reducir costos y tiempos de entrega al optimizar el proceso de desarrollo del producto. Por ejemplo, gracias a la capacidad de simular miles de detalles del diseño bajo condiciones virtuales, Ford puede identificar y corregir problemas antes de que se conviertan en costosos errores en la producción. Elizabeth Baron, especialista técnica en realidad virtual y visualización avanzada en Ford, ha destacado que esta tecnología les permite probar múltiples alternativas de diseño durante una sola revisión, algo que era prácticamente imposible en procesos tradicionales. Esto no solo acelera el desarrollo, sino que también mejora la calidad del producto final al permitir decisiones más informadas basadas en análisis detallados.

Estas experiencias demuestran que la adopción de BIM no solo es beneficiosa para empresas del sector de la construcción, sino también para aquellas en industrias como la manufactura y el consumo masivo. La implementación de BIM en estas empresas ha resultado en una mejor gestión de los proyectos, disminución de gastos en imprevistos y un aumento en la eficiencia operativa y una reducción de costos, destacando el potencial de BIM para transformar los procesos de construcción y mantenimiento en diversos sectores industriales.

**Normativa y estándares relacionados con BIM:** La industria de la construcción y otros sectores se rige por una serie de normativas y estándares que buscan garantizar la interoperabilidad, la eficiencia y la calidad en los proyectos. A nivel internacional, uno de los estándares más reconocidos es la serie ISO 19650, que establece los principios y requisitos

para la gestión de la información en todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando BIM. La ISO 19650 proporciona “los conceptos y principios para la gestión de la información descritos en este documento deben adoptarse y aplicarse de acuerdo con las circunstancias y requisitos específicos de las actividades de gestión de activos o entrega de proyectos.” (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2018).

En el contexto nacional, Colombia ha adoptado la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, impulsada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP). Menciona “La implementación gradual de esta transformación digital es una parte fundamental de esta estrategia, ya que asegurará la creación exitosa de procesos que han sido probados a nivel regional y nacional”.(DNP, 2020, p. 4). Esta estrategia busca promover la adopción de BIM en el sector de la construcción a través de la estandarización de procesos, la capacitación de profesionales y la creación de un entorno favorable para la innovación tecnológica.

Adicionalmente, la normativa técnica en Colombia se ha alineado con los estándares internacionales para facilitar la adopción de BIM. Según la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol, s.f.), “es la plataforma de articulación de actores y gestión del conocimiento, en torno a la digitalización del sector de la construcción, para el incremento de la productividad en las empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia”. Ha desarrollado guías y recomendaciones para la implementación de BIM, adaptadas a las necesidades y condiciones del mercado colombiano. Estas guías abordan aspectos técnicos, metodológicos y de gestión, proporcionando un recurso valioso para las empresas que buscan integrar BIM en sus proyectos.

### **Marco conceptual**

**Building Information Modeling (BIM):** El Building Information Modeling (BIM). Ha cambiado el paradigma en el modo de como se ve la construcción en los nuevos mercados, proporcionando una plataforma colaborativa que permite a varios actores que se involucran en

el proyecto a interactuar y compartir información de manera eficiente. Esta metodología se utiliza ampliamente en la arquitectura, la ingeniería y la construcción para facilitar la planificación, el diseño, la construcción y la operación de edificios y otras infraestructuras. “BIM proporciona una plataforma colaborativa donde todos los interesados pueden trabajar en un modelo digital compartido, lo que mejora la coordinación, reduce errores y retrabajos, y optimiza el flujo de trabajo del proyecto” (Autodesk, s.f.)

BIM no solo se refiere a la creación de modelos tridimensionales detallados, sino también a la inclusión de información adicional como el tiempo (4D), el costo (5D), la sostenibilidad (6D) y la gestión de las instalaciones (7D). Esto permite una mejor toma de decisiones durante todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, desde el diseño conceptual hasta la demolición y el reciclaje de materiales. “La metodología BIM también facilita la simulación y el análisis de diferentes escenarios, mejorando así la previsión y la planificación” BibLus (s.f.). Así, la metodología BIM no solo mejora la calidad del diseño y la construcción, sino que también contribuye a una gestión más eficiente de los recursos, potenciando el éxito del proyecto en su totalidad. Esta versatilidad y enfoque integral hacen que BIM sea una herramienta fundamental en la industria de la construcción moderna.

**BEP (BIM Execution Plan):** Es el Plan de Ejecución BIM, un documento que detalla cómo se implementará BIM en un proyecto específico. Define roles, responsabilidades, flujos de trabajo, estándares y herramientas necesarias para la ejecución exitosa de BIM. Existen dos tipos de BEP: precontractual (antes de adjudicar el contrato) y post-contractual (después de adjudicar el contrato).

**IFC (Industry Foundation Classes):** Es un formato de intercambio de datos estándar y abierto, desarrollado por Building SMART. El formato IFC permite la interoperabilidad entre diferentes plataformas de software, facilitando la comunicación de los profesionales haciendo un intercambio mucho más efectivo.

**MVD (Model View Definition):** Es una definición de vista de modelo que establece qué datos deben estar presentes en un modelo IFC para cumplir con un caso de uso específico. Las MVD aseguran que la información requerida por los diferentes actores del proyecto esté presente y organizada de acuerdo con las necesidades de cada uno.

**IDM (Information Delivery Manual):** Es un manual de entrega de información que especifica qué información debe ser proporcionada, en qué momento y en qué formato a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El IDM ayuda a estandarizar y estructurar la información que se intercambia entre las partes.

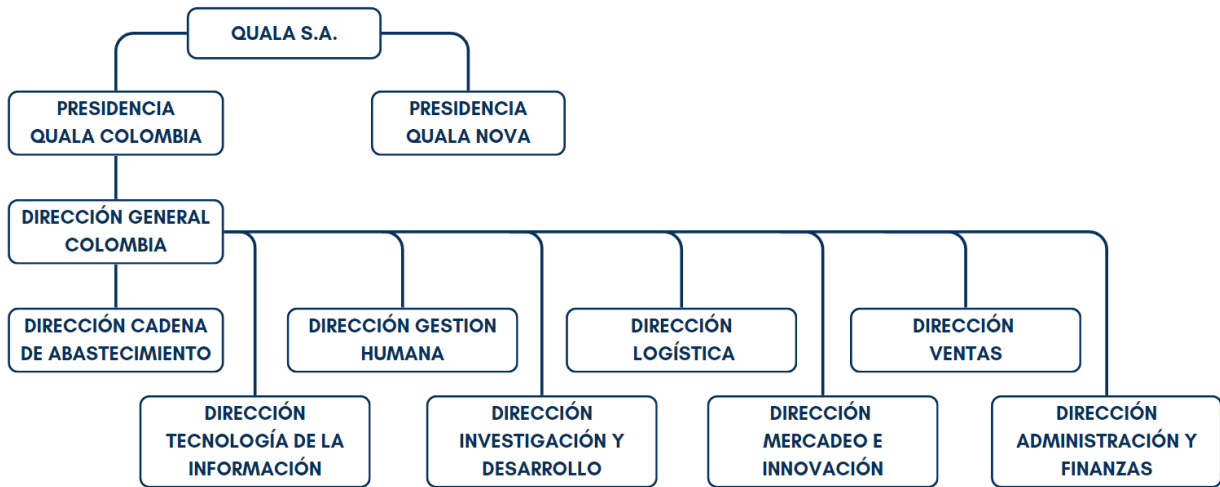
**BSSD (BIM Standardized Shared Data):** Se refiere a datos compartidos estandarizados en un entorno BIM. Es el conjunto de información que se comparte entre los diferentes actores del proyecto de manera que todos tengan acceso a datos consistentes y actualizados, evitando errores y redundancias.

**BCF (BIM Collaboration Format):** Es un formato de archivo abierto que permite compartir y comunicar comentarios y cuestiones relacionadas con un modelo BIM, sin necesidad de enviar todo el archivo del modelo. El BCF se utiliza para coordinar revisiones y resolver conflictos en el diseño, facilitando la comunicación entre equipos.

**Quala S.A.:** Es una empresa multinacional con sede en Colombia, especializada en la producción y venta de bienes de consumo masivo, que incluyen alimentos, bebidas, productos para el cuidado personal y del hogar. Desde su fundación en 1980, Quala ha crecido hasta convertirse en un actor destacado en el mercado latinoamericano, impulsada por su compromiso con la innovación y la calidad. La empresa opera en varios países de América Latina, y su diverso portafolio de marcas reconocidas refleja su capacidad para satisfacer las necesidades y preferencias de los consumidores locales.

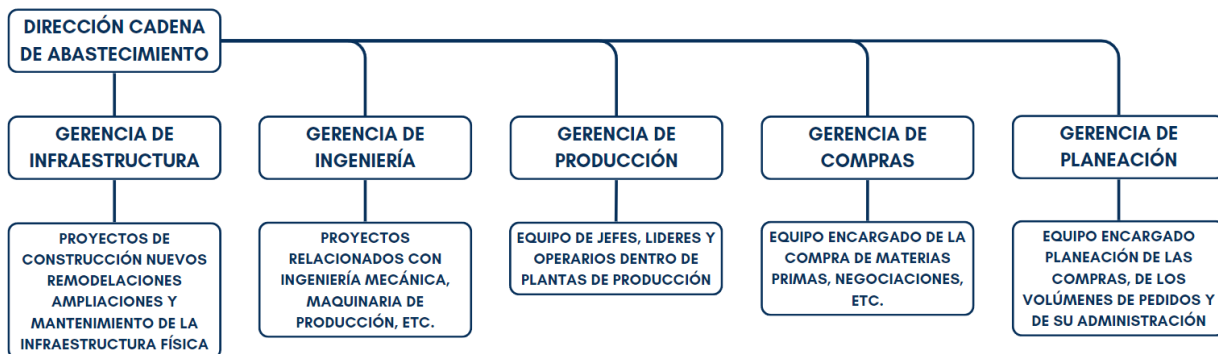
Quala se organiza en diversas áreas funcionales, la dirección de cadena de abastecimiento en la más grande está incluye el Área de Infraestructura.

**Figura 1**  
*Organigrama de áreas de la empresa Quala S.A.*



*Nota.* Elaboración propia: diagrama organizacional de la empresa Quala S.A. donde se muestran de manera general las Direcciones de Quala Colombia, y donde están supervisados por la Dirección General, teniendo la última palabra en sus proyectos de gran escala.

**Figura 2**  
*Organigrama de gerencias de la dirección de Cadena de abastecimiento.*



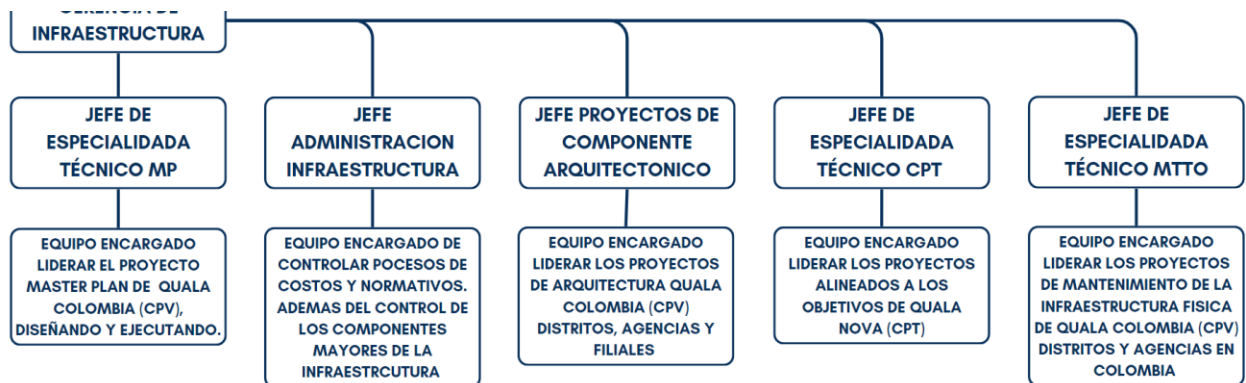
*Nota.* Elaboración propia: diagrama organizacional de la dirección de Cadena de abastecimiento de Quala S.A. donde las gerencias y sus principales focos y participación en la compañía.

**Área de infraestructura de Quala S.A.:** El Área de Infraestructura de Quala S.A. es una gerencia estratégica dentro de la empresa dedicada al diseño, desarrollo y mantenimiento de las infraestructuras necesarias para asegurar el óptimo funcionamiento de las operaciones

de la empresa. Esta área abarca una amplia gama de proyectos, desde la construcción de nuevas instalaciones hasta la modernización y el mantenimiento de las existentes, incluyendo plantas de producción, centros de distribución, oficinas administrativas y otros espacios relacionados.

La función principal del Área de Infraestructura es garantizar que las instalaciones de Quala S.A. estén diseñadas y operen de manera óptima para satisfacer las necesidades operativas de la empresa, cumpliendo con los más altos estándares de calidad, seguridad y eficiencia requeridos. Esto implica la formulación de proyectos que incluyen desde la conceptualización y el diseño arquitectónico hasta la ejecución y la entrega final de las instalaciones.

**Figura 3**  
*Organigrama de Gerencia del área de Infraestructura*



*Nota.* Elaboración propia: El Diagrama organizacional del Área de Infraestructura muestra cómo están divididas las responsabilidades y tareas dentro de esta área.

Quala S.A. en Colombia enfrenta la necesidad urgente de expandir sus instalaciones para el almacenamiento de materias primas y mejorar su infraestructura operativa, lo que se traduce en la formulación de un Master Plan que contempla la construcción de nuevos espacios de almacenaje, edificios de servicio y una nueva planta de producción. Esta expansión es esencial para satisfacer la creciente demanda del mercado y optimizar su cadena de suministro, lo que a su vez requiere la consolidación de un equipo especializado en logística

que pueda captar y gestionar eficientemente estas necesidades. Además, la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) se vuelve crucial en este contexto, ya que permitirá a la empresa coordinar de manera efectiva el diseño y la construcción del nuevo edificio, asegurando que los proyectos sean replicables y ajustables a futuros desarrollos dentro del Master Plan. Al adoptar BIM, Quala no solo busca mejorar la eficiencia operativa y reducir costos, sino también promover un uso más sostenible de los recursos durante todo el ciclo de vida del proyecto, garantizando así su competitividad en un entorno empresarial en constante evolución.

Los proyectos arquitectónicos que abarcan remodelación, modernización, adecuación de oficinas y espacios comunes son liderados por el equipo de Componente Arquitectónico. Por otro lado, existe un equipo de administración y consolida varios procesos administrativos, como el acompañamiento en la aprobación de licencias, formulación de nuevos estándares corporativos, control de costos en los proyectos, y seguimiento para el mantenimiento de la infraestructura física.

**Nuevas tecnologías en la formulación de proyectos de construcción:** Las nuevas tecnologías en la formulación de proyectos de construcción se refieren al conjunto de herramientas, metodologías y sistemas innovadores que están transformando la manera de formular, diseñar y gerenciar un proyecto en la industria de la construcción. Estas tecnologías abarcan una amplia variedad de enfoques, incluyendo, pero no limitado a Building Information Modeling (BIM), realidad aumentada (AR), realidad virtual (VR), inteligencia artificial (IA), drones, impresión 3D y sensores IoT (Internet de las cosas).

El uso de estas tecnologías está revolucionando la forma en que los profesionales de la construcción colaboran, visualizan y ejecutan proyectos. Por ejemplo, BIM proporciona la capacidad de generar modelos digitales inteligentes que integran información precisa sobre cada elemento de una estructura, permitiendo identificar conflictos, mejorar el diseño y optimizar la planificación constructiva. Por su parte, las tecnologías de realidad aumentada y

realidad virtual ofrecen herramientas avanzadas para la visualización inmersiva, permitiendo a los equipos de trabajo interactuar con los diseños y realizar simulaciones virtuales antes de iniciar la construcción física.

La incorporación de nuevas tecnologías en formulación de proyectos de construcción no solo mejora la eficiencia y la precisión, sino que también conlleva beneficios en términos de reducción de costos, aceleración y cumpliendo con los plazos de entrega y mejorando la calidad y la seguridad en el lugar de trabajo. En un entorno empresarial cada vez más competitivo y centrado en la innovación, la adopción La integración de estas tecnologías se ha consolidado como un elemento esencial para garantizar el éxito y promover la sostenibilidad dentro de la industria de la construcción.

**Gestión de proyectos de construcción:** La gestión de proyectos de construcción es el proceso de planificación, organización, dirección y control de los recursos y actividades necesarios para llevar a cabo un proyecto de construcción de manera eficiente y efectiva, desde su concepción hasta su finalización. Este proceso implica la coordinación de diversos elementos, como el personal, los materiales, el equipo, el tiempo y el presupuesto, con el fin de alcanzar los objetivos establecidos en términos de calidad, costo, tiempo y alcance.

La gestión de proyectos en la construcción se fundamenta en principios y prácticas bien establecidos, como los delineados por el Project Management Institute (PMI). Estos principios incluyen la identificación y definición precisa de los objetivos del proyecto, la asignación adecuada de recursos, la planificación detallada de las actividades, el seguimiento y control del progreso, y la comunicación efectiva entre todas las partes interesadas.

El uso de metodologías y herramientas específicas, como Building Information Modeling (BIM), también juega un papel importante en la coordinación de proyectos de construcción actuales. BIM facilita la creación de modelos digitales detallados que integran información sobre el diseño, la construcción y la operación de una instalación, esto permite una planificación, coordinación y toma de decisiones más efectiva durante todo el ciclo de vida del

proyecto. La gestión de proyectos de construcción eficaz es fundamental para garantizar el éxito del proyecto en términos de cumplimiento de los requisitos del cliente, cumplimiento de los plazos y presupuestos, y proporcionar un producto final de alta calidad que cumpla con las expectativas y requerimientos del usuario final.

**Documentación y estándares en proyectos de construcción:** La documentación y los estándares en proyectos de construcción se refieren al conjunto de registros, planos, especificaciones, manuales y otros documentos técnicos utilizados para comunicar, planificar y ejecutar las actividades relacionadas con un proyecto de construcción. Estos documentos proporcionan una base sólida para la coordinación, la colaboración y la toma de decisiones entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, incluyendo propietarios, arquitectos, ingenieros, contratistas y subcontratistas.

Los estándares en proyectos de construcción son normas y directrices establecidas, por ejemplo, Camacol organización que rige los procesos y estándares, como en su última presentación de la guía nacional BIM, que definen los requisitos y las mejores prácticas en diversas áreas relacionadas con la construcción, como la calidad, la seguridad, la sostenibilidad y la planificación de proyectos.

La documentación en proyectos de construcción abarca una amplia variedad de documentos, incluyendo contratos, especificaciones técnicas, planos arquitectónicos y de ingeniería, informes de inspección, registros de cambios, entre otros. Estos documentos son fundamentales para asegurar que todas las partes involucradas en el proyecto estén alineadas con respecto a los objetivos, los requisitos y las responsabilidades, y para proporcionar un registro histórico de las decisiones y acciones tomadas durante todo el ciclo de vida del proyecto.

La adopción y el cumplimiento de estándares y la documentación adecuada son elementos críticos para garantizar la calidad, la consistencia y la efectividad en la ejecución de proyectos de construcción. La implementación de tecnologías avanzadas como Building

Information Modeling (BIM) también está revolucionando la manera en que se documentan y gestionan los proyectos, ya que permite la creación de modelos digitales integrados que incluyen información detallada y actualizada sobre todas las etapas del proyecto.

**Colaboración interdepartamental y comunicación:** La colaboración interdepartamental y la comunicación en el contexto de proyectos de construcción se refieren a la interacción y coordinación efectiva entre diferentes áreas o departamentos dentro de una organización para lograr objetivos comunes relacionados con la planificación, diseño, ejecución y gestión de proyectos de construcción.

La colaboración interdepartamental implica la integración de diversas funciones y disciplinas, como ingeniería, arquitectura, gestión de proyectos, gestión de instalaciones, entre otros, para trabajar de manera conjunta en la consecución de los objetivos del proyecto. Esto implica compartir información, recursos y responsabilidades entre los equipos de trabajo de diferentes departamentos para garantizar una ejecución coherente y exitosa del proyecto.

La comunicación efectiva juega un papel fundamental en la colaboración interdepartamental, ya que facilita el intercambio de información, la resolución de problemas y la toma de decisiones en tiempo real. Una comunicación clara y transparente entre los miembros de los equipos de trabajo, así como entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización, es esencial para evitar malentendidos, conflictos y retrasos en el proyecto.

La implementación de herramientas y plataformas de comunicación colaborativas, como sistemas de gestión de proyectos (Project Management Systems) y software de colaboración en la nube, puede mejorar significativamente la eficiencia y la efectividad de la comunicación interdepartamental al proporcionar un canal centralizado para compartir documentos, realizar seguimientos de tareas y mantener conversaciones en tiempo real.

**Legislación y normativas en proyectos de construcción:** La legislación y las normativas en proyectos de construcción se refieren al conjunto de leyes, regulaciones, códigos y estándares que rigen la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de

infraestructuras y edificaciones. Estas normativas están diseñadas para garantizar la seguridad, la calidad, la sostenibilidad y la accesibilidad de las construcciones, así como para proteger los derechos de los trabajadores, los propietarios y el medio ambiente.

En el contexto de la construcción, la legislación abarca una variedad de aspectos legales, incluyendo normativas de zonificación, permisos de construcción, códigos de construcción, leyes de seguridad laboral, regulaciones ambientales, entre otros. Estas leyes y regulaciones varían según el país, la región y la jurisdicción, y es responsabilidad de los profesionales de la construcción conocer y cumplir con los requisitos legales aplicables en cada proyecto.

Los códigos de construcción son conjuntos de normas técnicas que establecen los requisitos mínimos de diseño, materiales y métodos de construcción para garantizar la seguridad y la habitabilidad de las edificaciones. Estos códigos son desarrollados y actualizados regularmente por organizaciones gubernamentales y profesionales de la industria, y su cumplimiento es obligatorio para todos los proyectos de construcción.

Además de las leyes y regulaciones gubernamentales, existen también estándares voluntarios desarrollados por organizaciones privadas y profesionales de la industria que establecen mejores prácticas y directrices para la ejecución de proyectos de construcción. Estos estándares pueden abordar aspectos específicos como la calidad del aire interior, la eficiencia energética, la accesibilidad, entre otros, y su adopción puede contribuir a mejorar la calidad y la sostenibilidad de las construcciones.

### **Marco normativo**

**Norma ISO 19650:** La norma 19650 de ISO proporciona la guía internacional para manejar la información a lo largo de la vida de un modelo de construcción. Más allá de ello, su enfoque central es en cómo organizar y digitalizar esa información – la norma fue creada para ayudar a que todos los que participan en un proyecto puedan trabajar juntos más eficazmente.

La norma destaca el uso del CDE, o el Common Data Environment. El CDE es una plataforma donde toda la información de la construcción de un proyecto se almacena y comparte. De este modo, se facilita la colaboración entre arquitectos, ingenieros y otros profesionales, asegurando que todos tengan acceso a los mismos datos actualizados.

**Norma ISO 12006-2:** Es una de una serie de normas que establecen cómo modelar y representar datos en el contexto del diseño y la construcción. El objetivo principal es proporcionar un marco que permita desarrollar y utilizar un lenguaje común. Esta base es esencial para mejorar el intercambio de información entre los sistemas y disciplinas involucrados en el BIM. En otras palabras, esta norma asegura que puede haber una comunicación efectiva y que los profesionales de diferentes campos pueden acceder a los mismos datos. Otra ventaja es que esta norma también promueve una forma organizada y jerárquica de manejar la información. Dado que todos los equipos saben cómo acceder y clasificar los datos, la comunicación mejora. Esto a su vez acelera el trabajo, elimina los errores y reduce la posibilidad de malentendidos. Basándose en esta norma, los equipos pueden trabajar juntos de manera más efectiva durante las etapas del proyecto.

**Norma ISO 29481:** Esta norma se centra en los procesos de intercambio de información relacionados con BIM. La plantilla proporciona directrices sobre cómo las interacciones entre las partes interesadas deben manejarse a lo largo del ciclo de vida del proyecto, lo que garantiza la comunicación clara entre ellas. Por lo tanto, la norma sirve como guía para asegurar que el “lenguaje” de datos de BIM sea uniformemente entendido por todos los actores. Al describir cómo la información debe ser compartida y administrada entre los miembros nacionales, ISO 29481 complementa otras normas de BIM.

**La norma ISO 16739-1:** Es un trabajo técnico estándar desarrollado por la ISO que describe un formato abierto de archivos y procesos de intercambio de datos y requiere prácticas que aseguren la calidad de los modelos asociados con el sector de la arquitectura, la ingeniería y construcción. Su función principal es facilitar que las diversas aplicaciones de

software puedan comunicarse entre sí al proporcionar un modelo común que describa una serie de aspectos relacionados con el diseño, construcción y funcionamiento de los edificios. Esto es vital para asegurarse de que todos los involucrados en un proyecto puedan acceder a la misma información, sea cual sea la aplicación, herramienta u otra tecnología que utilicen. Cabe mencionar que la ISO 16739-1 desempeña un papel decisivo para mejorar la colaboración entre los diversos protagonistas de un proyecto. Ofrecer un marco para garantizar la interoperabilidad entre las plataformas resulta más sencillo trabajar juntos. Al hacerlo, se reduce la posibilidad de malentendidos y errores debido a que todas las partes pueden acceder a la misma información, promoviendo así una integración continua en el ciclo de vida del proyecto.

### **Marco teórico**

**Teoría de la gestión del cambio:** Según Zimmermann (2000). “La gestión del cambio organizacional se refiere a la evolución en la forma en que las organizaciones estructuran sus modelos, adaptándose constantemente a nuevas regulaciones y disposiciones”. Esta evolución implica la implementación de cambios organizacionales fundamentados en investigaciones detalladas, que resultan en un modelo o patrón de desarrollo. Los conocimientos individuales juegan un papel crucial en este proceso, ya que se integran en redes de cooperación, actuando como un sistema de producción conjunta.

En la actualidad, el clima organizacional se considera un elemento fundamental para las empresas que desean continuamente optimizar su entorno laboral. Se considera un aspecto crucial en el crecimiento de las instituciones, y su análisis profundo, diagnóstico y mejora afectan directamente la cultura organizacional. Según Segredo Pérez (2013), p. 385, Este estudio aborda una aproximación conceptual para resaltar la relevancia del clima organizacional en la gestión del cambio dentro de los sistemas empresariales. Asimismo, se analizan las diversas dimensiones y categorías necesarias para su evaluación, enfocándose en

aspectos como los valores organizacionales, las creencias, las costumbres y las prácticas institucionales. Este enfoque facilita la identificación de los factores que influyen en la satisfacción o insatisfacción laboral, así como su impacto en los procesos de transformación organizacional.

**Teoría de la calidad y mejora continua:** Explora cómo las organizaciones, incluidos los laboratorios, pueden avanzar de manera constante en la mejora de sus procesos y resultados mediante la implementación de principios de calidad y mejora continua. Esto implica la implementación de metodologías como el ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) para identificar áreas específicas que requieren mejora, establecer objetivos claros, llevar a cabo cambios estratégicos, monitorear detenidamente los resultados obtenidos y ajustar las estrategias según sea necesario. Más que simplemente resolver problemas, la mejora continua fomenta una cultura organizacional que promueve la innovación, el aprendizaje continuo y la priorización de la satisfacción del cliente. Esta filosofía se integra de manera sistemática en los procesos diarios de la organización, asegurando que cada mejora implementada contribuya de manera efectiva a la obtención de resultados más consistentes y satisfactorios a largo plazo.

### **Marco histórico**

**Orígenes de BIM:** La evolución de la metodología BIM se puede rastrear a través de diversos avances tecnológicos que comenzaron a surgir en la industria AEC a partir de la segunda mitad del siglo XX. “Uno de los primeros hitos en este camino fue el desarrollo del software de diseño asistido por computadora (CAD). En los años 1960, Iván Sutherland desarrolló Sketchpad, considerado uno de los primeros programas de CAD” (Sánchez, 2013). La metodología BIM tiene sus raíces en los avances tecnológicos que surgieron en la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Inicialmente, el diseño asistido por computadora (CAD) jugó un papel crucial al permitir la creación de planos más precisos y fáciles de modificar. Sin embargo, fue en la década de 1980 cuando se empezaron a

desarrollar programas que integraban modelos tridimensionales y datos adicionales sobre las propiedades físicas y funcionales de los edificios. Innovadores como Charles M. Eastman visualizaron sistemas que contenían no solo la representación gráfica de un edificio, sino también información detallada sobre sus componentes, lo cual fue fundamental para la evolución hacia el BIM moderno.

**Hitos importantes en la evolución de BIM:** Uno de los hitos clave en la evolución de BIM fue el desarrollo de estándares y protocolos de intercambio de información, fundamentales para la interoperabilidad y colaboración en proyectos de construcción. La creación del estándar Industry Foundation Classes (IFC) por buildingSMART en los años 1990 permitió que diferentes sistemas de software pudieran compartir y utilizar datos de manera coherente. Este estándar facilitó el intercambio de información entre diversas plataformas y disciplinas dentro de la industria AEC, reduciendo errores y mejorando la eficiencia. Además, iniciativas como el BIM Level 2 en el Reino Unido establecieron requisitos claros para la adopción de BIM en proyectos públicos, promoviendo su implementación y estableciendo un marco común para su utilización.

Otro hito significativo fue la introducción de software especializado de modelado BIM, que transformó la manera en que los profesionales de la arquitectura, ingeniería y construcción diseñan y gestionan proyectos. Programas como ArchiCAD, lanzado por Graphisoft en 1984, y Revit, introducido por Autodesk en 2000, proporcionaron herramientas avanzadas para la creación de modelos tridimensionales enriquecidos con información detallada sobre cada componente del edificio. Estos programas no solo permitieron la visualización precisa de los diseños, sino que también incorporaron datos cruciales para el análisis y la gestión del ciclo de vida del edificio. La adopción generalizada de BIM en la industria de la construcción se vio impulsada por los claros beneficios en términos de precisión, eficiencia y colaboración, llevando a una transformación profunda en la forma en que se planifican, diseñan, construyen y mantienen los edificios.

**Desarrollo de normativas y estándares relacionados:** En la última década, ha habido un avance significativo en la estandarización y regulación de Building Information Modeling (BIM) tanto a nivel nacional como internacional. Normativas como ISO 19650 han establecido directrices claras para la gestión de información a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de construcción mediante BIM. Estos estándares no solo promueven la interoperabilidad entre diferentes sistemas y plataformas de software, sino que también facilitan la integración de datos y la colaboración eficiente entre los diversos actores del proyecto. Además, la adopción de estándares de intercambio de información como Industry Foundation Classes (IFC) ha sido crucial para asegurar la compatibilidad y la coherencia en la representación digital de los elementos constructivos, mejorando así la calidad y la precisión de los modelos BIM utilizados en el diseño arquitectónico y la planificación urbana.

**Tendencias actuales y futuras:** Una tendencia significativa es la integración de tecnologías emergentes junto con BIM. La realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR) están siendo cada vez más utilizadas para la visualización y el diseño inmersivo de proyectos. Estas herramientas permiten a los equipos de diseño y a los clientes experimentar de manera virtual los espacios construidos antes de iniciar la construcción física, lo cual facilita la detección temprana de problemas y la toma de decisiones fundamentadas.

Además, la inteligencia artificial (IA) está emergiendo como una herramienta poderosa en el contexto de BIM. Esta tecnología posibilita el análisis predictivo y la optimización automatizada de diseños. Los algoritmos de IA pueden examinar extensos conjuntos de datos generados por modelos BIM para identificar patrones, mejorar la eficiencia energética y proponer soluciones de diseño más innovadoras y eficientes.

Además de su uso convencional en diseño y construcción, Building Information Modeling (BIM) está expandiendo sus aplicaciones hacia el ciclo completo de vida de los edificios. La gestión del rendimiento de activos (APM) emplea modelos BIM para realizar mantenimiento predictivo y gestionar eficazmente las instalaciones. Este enfoque ayuda a los

propietarios a prolongar la vida útil de los edificios y optimizar los costos operativos a lo largo del tiempo.

En otra área emergente, BIM se integra cada vez más con la fabricación digital y la impresión 3D. Esta capacidad de generar componentes constructivos directamente desde modelos BIM puede acelerar los tiempos de construcción, reducir desperdicios y mejorar la precisión en la ejecución en el sitio. En el futuro, el uso de BIM seguirá expandiéndose hacia la colaboración global y la interoperabilidad. La adopción de plataformas basadas en la nube está posibilitando la colaboración en tiempo real entre equipos dispersos geográficamente, fomentando un entorno de trabajo más cohesionado y productivo. Además, el establecimiento de estándares globales y la mejora constante de los protocolos de intercambio de datos son esenciales para garantizar la coherencia entre diferentes sistemas BIM y facilitar una comunicación fluida a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Por último, el enfoque en la sostenibilidad y la resiliencia está estimulando la inclusión de consideraciones ambientales y sociales en los modelos BIM. La capacidad de simular el desempeño energético y ambiental de los edificios desde las etapas iniciales de diseño está impulsando prácticas de construcción más sostenibles y éticas.

## **CAPITULO II:**

### **Aspectos metodológicos**

El presente trabajo se desarrollará con una metodología investigativa mixta, bajo seis etapas de trabajo fundamentales, en la primera etapa se realizará un análisis y recopilación de información sobre la metodología BIM, Posterior se realizará un análisis y diagnóstico sobre el área de infraestructura de la empresa QUALA S.A., donde se evaluará capacidades y alcances del diseño, que servirá para establecer objetivos a mediano y corto plazo. Se definirá las responsabilidades de cumplimiento BIM y esto se desglosará una asignación de roles y tareas,

que determinará un plan estratégico con un cronograma de actividades para la implementación BIM.

Se realizarán entrevistas a profundidad con empleados clave del área de Infraestructura de Quala S.A. Estas entrevistas pueden explorar temas como la familiaridad con la metodología BIM, opiniones sobre su utilidad y desafíos anticipados. Se organizará sesiones de grupos focales con diferentes equipos dentro de la empresa para discutir colectivamente sobre cómo BIM podría mejorar la eficiencia y la calidad en sus proyectos.

La investigación cualitativa proporciona una comprensión profunda de las perspectivas y experiencias de los empleados, permitiendo identificar factores humanos y organizativos clave que podrían influir en la adopción de BIM. Se adaptarán las preguntas y enfoques según las respuestas obtenidas, lo que facilita una exploración más amplia y detallada de las percepciones y actitudes hacia la adopción.

Recopilar datos cuantitativos sobre la implementación de la metodología BIM, se enfocará en puntos importantes como la reducción de tiempos de construcción, ahorro de costos, precisión en la planificación, etc. Comparar proyectos antes y después de la implementación de BIM, esto evaluará cambios en variables clave como eficiencia operativa, satisfacción del cliente y cumplimiento de presupuestos. Lo cual es crucial para justificar inversiones y decisiones estratégicas en la empresa.

Se desarrollaron las siguientes preguntas para la encuesta cualitativa:

- ¿Qué tan familiarizado estás con el concepto de BIM (Building Information Modeling)?
- ¿Qué tan importante consideras la implementación de BIM en los proyectos de infraestructura de Quala S.A.?
- ¿Cuáles crees que serían los mayores beneficios de implementar BIM en nuestros proyectos?
- ¿Qué desafíos prevés en la implementación de BIM en Quala S.A.?

- ¿Qué tan dispuesto estás a recibir capacitación sobre BIM para mejorar tus habilidades?
- ¿Cómo calificas la infraestructura tecnológica actual de Quala S.A. para soportar la implementación de BIM?
- ¿En qué medida crees que BIM mejorará la eficiencia de nuestros proyectos de infraestructura?
- ¿Qué tipo de soporte adicional necesitarías para adoptar BIM en tu trabajo diario?
- ¿Qué tan probable es que recomiendes la implementación de BIM a otros departamentos dentro de Quala S.A.?
- ¿Qué tan satisfecho estás con los métodos actuales de gestión de proyectos de infraestructura en Quala S.A.?

### CAPITULO III

#### Análisis y discusión de resultados

Los resultados de la encuesta han proporcionado información valiosa y detallada sobre la situación actual y las perspectivas respecto a la implementación de la metodología BIM en el Área de Infraestructura de Quala S.A. A continuación, se presentan los principales hallazgos:

**Familiaridad con BIM:** La mayoría de los trabajadores tienen un buen conocimiento y experiencia básica con BIM (Opción D). Esto indica una base sólida sobre la cual construir, pero también sugiere que hay margen para mejorar la competencia en BIM.

**Importancia de la Implementación de BIM:** La implementación de BIM es vista como muy importante (Opción D) para los proyectos de infraestructura de Quala S.A. Esto muestra una fuerte percepción de los beneficios potenciales que BIM podría aportar.

**Beneficios de BIM:** Los trabajadores reconocen todos los beneficios posibles de BIM (Opción E), como mejor coordinación, reducción de errores, ahorro de tiempo y costos, y mayor precisión. Esto resalta una comprensión clara de las ventajas multifacéticas de BIM.

**Desafíos en la Implementación de BIM:** Se prevén varios desafíos (Opción E) como falta de conocimiento, resistencia al cambio, costo inicial, e integración con sistemas existentes. Este reconocimiento es crucial para preparar estrategias efectivas de mitigación.

**Disposición para Capacitación:** Hay una alta disposición a recibir capacitación (Opción E), lo cual es un buen indicador de una actitud positiva hacia el aprendizaje y adopción de nuevas tecnologías.

**Infraestructura Tecnológica Actual:** La infraestructura tecnológica actual se considera adecuada (Opción C), pero esto también sugiere que se podrían hacer mejoras para optimizar la implementación de BIM.

**Mejora en la Eficiencia:** BIM se espera que mejore significativamente la eficiencia de los proyectos (Opción D). Esto muestra una expectativa positiva sobre el impacto de BIM en la productividad.

**Mejora en la Eficiencia:** BIM se espera que mejore significativamente la eficiencia de los proyectos (Opción D). Esto muestra una expectativa positiva sobre el impacto de BIM en la productividad.

**Recomendación de BIM a Otros Departamentos:** Hay una alta probabilidad de recomendar BIM a otros departamentos (Opción D), lo que indica una percepción positiva de los beneficios de BIM que podrían extenderse a nivel organizacional.

**Satisfacción con los Métodos Actuales de Gestión de Proyectos:** La satisfacción actual con los métodos de gestión de proyectos es neutral (Opción C), lo que sugiere que hay espacio para mejoras significativas, probablemente a través de la implementación de BIM.

La implementación de BIM en Quala S.A. se percibe como una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia y efectividad de los proyectos de infraestructura. Los trabajadores del

área de infraestructura tienen un conocimiento básico y una experiencia inicial con BIM, lo que proporciona una base sólida sobre la cual construir. La mayoría considera la implementación de BIM como muy importante debido a sus múltiples beneficios, incluyendo una mejor coordinación entre equipos, reducción de errores, ahorro de tiempo y costos, y una mayor precisión en el diseño y planificación. Además, los empleados muestran una alta disposición para recibir capacitación adicional, lo que indica una actitud positiva hacia el aprendizaje y adopción de nuevas tecnologías. Esta actitud favorable es esencial para la transición a BIM, ya que el éxito de su implementación dependerá en gran medida de la capacidad y disposición del personal para adaptarse a los nuevos procesos y herramientas.

Sin embargo, se reconocen varios desafíos que deberán ser abordados para asegurar una implementación exitosa. Entre los desafíos identificados se encuentran la falta de conocimiento y capacitación, la resistencia al cambio por parte del personal, los costos iniciales de implementación, y la integración de BIM con los sistemas y procesos existentes. Aunque la infraestructura tecnológica actual se considera adecuada, se sugiere que hay espacio para mejoras que podrían optimizar aún más la implementación de BIM. Un enfoque integral que incluya capacitación continua, mejora de software y hardware, soporte técnico constante y políticas claras sobre el uso de BIM será crucial. La alta probabilidad de que los empleados recomienden BIM a otros departamentos dentro de Quala S.A. sugiere que su adopción podría tener un impacto positivo y amplio a nivel organizacional, mejorando la eficiencia y efectividad de la empresa en general.

### **Análisis arquitectónico**

La generación de un estándar o guía de implementación de BIM busca proporcionar un marco estructurado y coherente que facilite su adopción en el Área de Infraestructura de Quala S.A. Este proyecto tiene como objetivo principal desarrollar un manual operativo que no solo mejore la coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo, sino que también aumente

la eficiencia operativa, reduzca errores y genere una toma de decisiones de las demás áreas. Mediante la implementación de la metodología BIM, Quala S.A. podrá alinearse con las mejores prácticas internacionales, optimizando sus procesos y asegurando un manejo integral y eficaz de sus proyectos constructivos.

**Investigación Documental y de normativa:** realizar una revisión de la normativa y literatura existente sobre Building Information Modeling (BIM) y su aplicación en la industria de la construcción. Esto incluirá estudios de caso, artículos académicos, normativas y estándares internacionales (ISO, 2018).

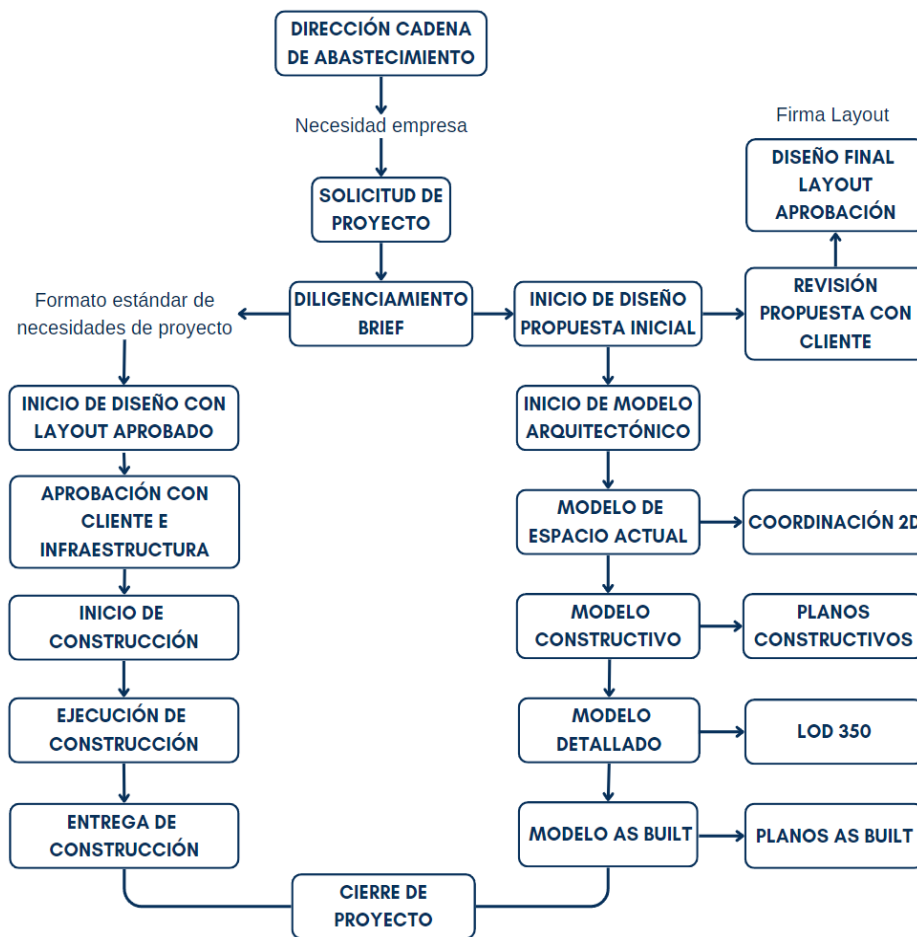
**Entrevistas y Encuestas:** Llevar a cabo entrevistas y encuestas con el personal del área de infraestructura de Quala S.A. para comprender los desafíos actuales, necesidades y expectativas respecto a la implementación de BIM.

**Desarrollo del Estándar o Guía de implementación BIM:** Diagnóstico Inicial basado en la información recopilada, realizar un diagnóstico detallado de la situación actual de los procesos de gestión de proyectos en el área de infraestructura de Quala S.A.

**Estructuración de la Guía:** Desarrollar una guía operativa para la implementación de BIM, adaptada a las necesidades específicas de la empresa. Esta guía incluirá:

- **Procesos y Procedimientos:** Descripción de los pasos necesarios para la adopción de BIM, desde la planificación hasta la ejecución y mantenimiento.
- **Herramientas y Software:** Recomendaciones sobre las herramientas y software BIM más adecuados para la empresa.
- **Capacitación y Desarrollo:** Planes de formación y capacitación para el personal involucrado en los proyectos de construcción.
- **Estándares y Normativas:** Integración de estándares y normativas relevantes (como ISO 19650) en los procesos de trabajo.

**Figura 4**  
 Formulación actual de proyectos en el Área de la Infraestructura.



*Nota.* Elaboración propia: La formulación actual de proyectos en el Área de la Infraestructura implica el proceso de concepción, diseño y planificación de proyectos de construcción y desarrollo a partir del brief. Este proceso incluye la identificación de necesidades, la elaboración de conceptos, la definición de objetivos la evaluación de viabilidad, la generación de diseños y la elaboración de presupuestos. Además, implica la coordinación de equipos multidisciplinarios, la elaboración de documentos técnicos y la obtención de aprobaciones.

La guía se desarrollará con base el documento BEP formulado por BIM Forum Colombia, el cual que tiene las bases para estructurar un BEP propio y ajustado a cada proyecto.

Plan de Ejecución BIM o (BEP) por sus siglas en ingles es definido “recopila los capítulos básicos que se deben tener en cuenta para el desarrollo de proyectos bajo la metodología BIM.” (CAMACOL, 2020), es un documento que describe los procesos, métodos y

procedimientos que se seguirán para implementar la metodología Building Information Modeling (BIM) en un proyecto de construcción. Este plan es fundamental para asegurar que todos los participantes del proyecto comprendan y sigan las mismas directrices y estándares, facilitando así una colaboración efectiva y una gestión eficiente del proyecto. Los puntos que se incluirán en este documento serán:

**Objetivos del Proyecto:** Descripción clara de los objetivos específicos que se esperan lograr con la implementación de BIM.

**Roles y Responsabilidades:** Definición de los roles y responsabilidades de todos los miembros del equipo, incluidos los propietarios, diseñadores, contratistas y consultores.

- Modelado Arquitectónico – (Área de Infraestructura de Quala)
- Modelado Estructural – (Contratista Estructural)
- Modelado Hidrosanitario – (Contratista Hidráulico)
- Modelado Voz y Datos – (Contratista Eléctrico)
- Modelado Seguridad – CCTV / Control Acceso (Contratista Eléctrico)
- Modelado Eléctrico – (Contratista Eléctrico)
- Implementación de metodología BIM – (Área de Infraestructura de Quala)
- Coordinación y elaboración de reportes – (Área de Infraestructura de Quala)
- Reunión de coordinación con modeladores y Técnicos – (Todos los contratistas)
- Retroalimentación por informes y ajuste de la geometría – (Área de Infraestructura de Quala)
- Entrega de modelo Final coordinado con “Cero Cruces”. – (Área de Infraestructura de Quala)
- Extracción y cuantificación de cantidades para obra – (Todos los contratistas).

**Estándares y Protocolos:** Listado de los estándares BIM y protocolos que se utilizarán, incluyendo los formatos de intercambio de datos y los requisitos de modelado.

**Modelos BIM:** Descripción de los modelos BIM que se desarrollarán, incluyendo sus niveles de detalle y las fases del proyecto en las que se utilizarán.

**Tabla 1**  
*Asignación de prioridades de Usos BIM*

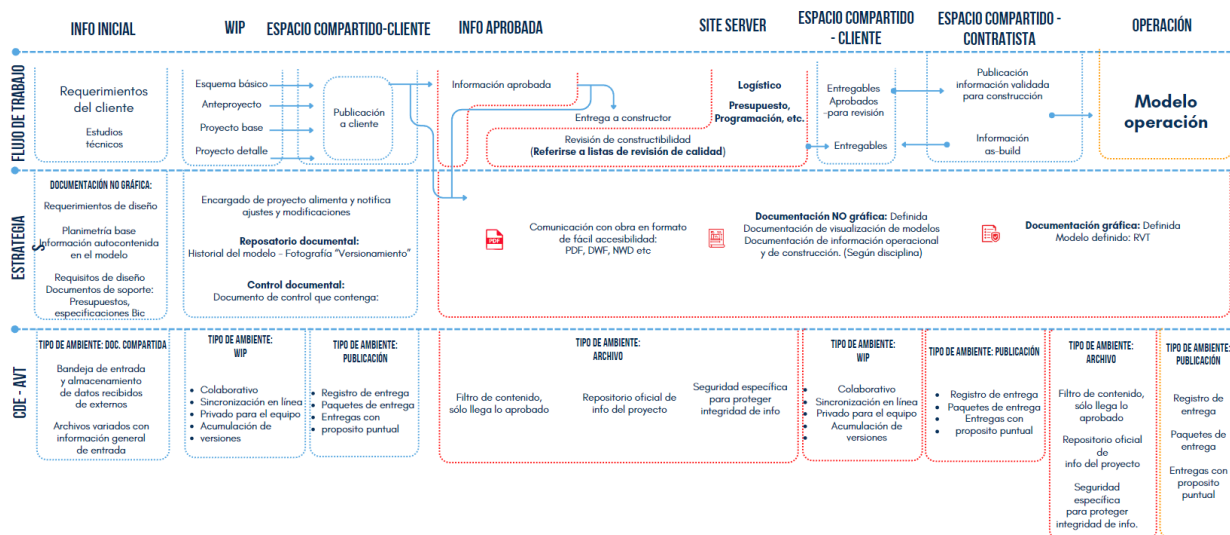
<b>PRIORIDAD</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>USOS POTENCIALES BIM</b>	<b>RESPON SABLES</b>
<b>ALTA</b>	Ligar a todos los implicados en un solo objetivo sin inferir en reprocesos por parte de una elección errónea de Software	<b>Herramientas de diseño</b>	<b>QUALA Y TODOS LOS CONTRATISTAS</b>
<b>ALTA</b>	Coordinar de los diseños de Arquitectura y Estructura junto con la elaboración de los reportes de las inconsistencias e interferencias.	<b>3D Coordinación</b>	<b>QUALA Y TODOS LOS CONTRATISTAS</b>
<b>ALTA</b>	Velar porque el desarrollo de los diseños sea coherentes, modelado con buenas prácticas y llegando a Cero interferencias.	<b>Revisiones de Diseño</b>	<b>QUALA Y TODOS LOS CONTRATISTAS</b>
<b>ALTA</b>	Cuantificar con precisión los materiales modelados, Generando rápidamente cantidades para ayudar en la toma de decisiones y procesos.	<b>Estimación de cantidades de Obra</b>	<b>QUALA Y TODOS LOS CONTRATISTAS</b>

*Nota.* Adaptado de BIM FORUM: Asignación de prioridades de Usos BIM

**Procesos de Colaboración:** Detalle de los procesos de colaboración, incluyendo las plataformas de software que se utilizarán y cómo se gestionarán las versiones y actualizaciones de los modelos.

**Flujos de Trabajo:** Definición de los flujos de trabajo específicos para cada fase del proyecto, desde el diseño inicial hasta la construcción y el mantenimiento.

**Figura 5**  
Proceso de diseño BIM



Nota. Adaptado de BIM FORUM. Proceso de diseño BIM.

**Control de Calidad:** Procedimientos para asegurar la calidad del modelado y la integridad de los datos.

**Gestión de la Información:** Métodos para la gestión, almacenamiento y acceso a la información del proyecto.

**Cronograma:** Cronograma detallado de las actividades relacionadas con BIM, incluyendo hitos y entregables claves.

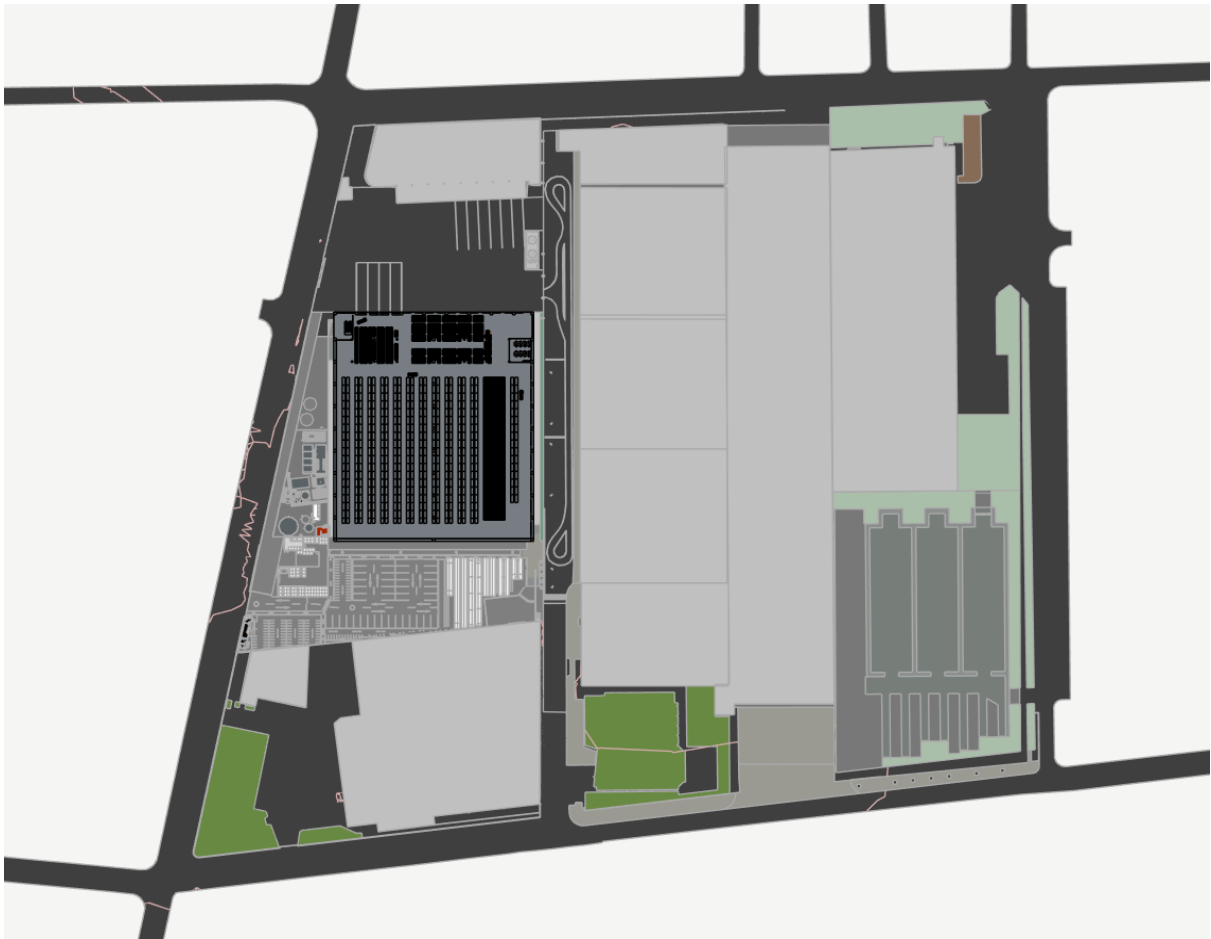
## CAPITULO IV

### Descripción del proyecto arquitectónico de la bodega

Este proyecto tiene como objetivo el diseño de una bodega con una superficie de 6000 m<sup>2</sup>, destinada específicamente al almacenamiento de materias primas, la cual constituye el primer paso en la implementación del Plan Maestro de consolidación de la manzana del Centro Productivo de Venecia de la empresa Quala S.A., Esta bodega no solo responderá a las necesidades logísticas y operativas de la compañía, sino que también se integrará armónicamente en el contexto urbano y productivo.

#### **Figura 6**

*Ubicación de la bodega en la manzana del Centro Productivo Venecia*

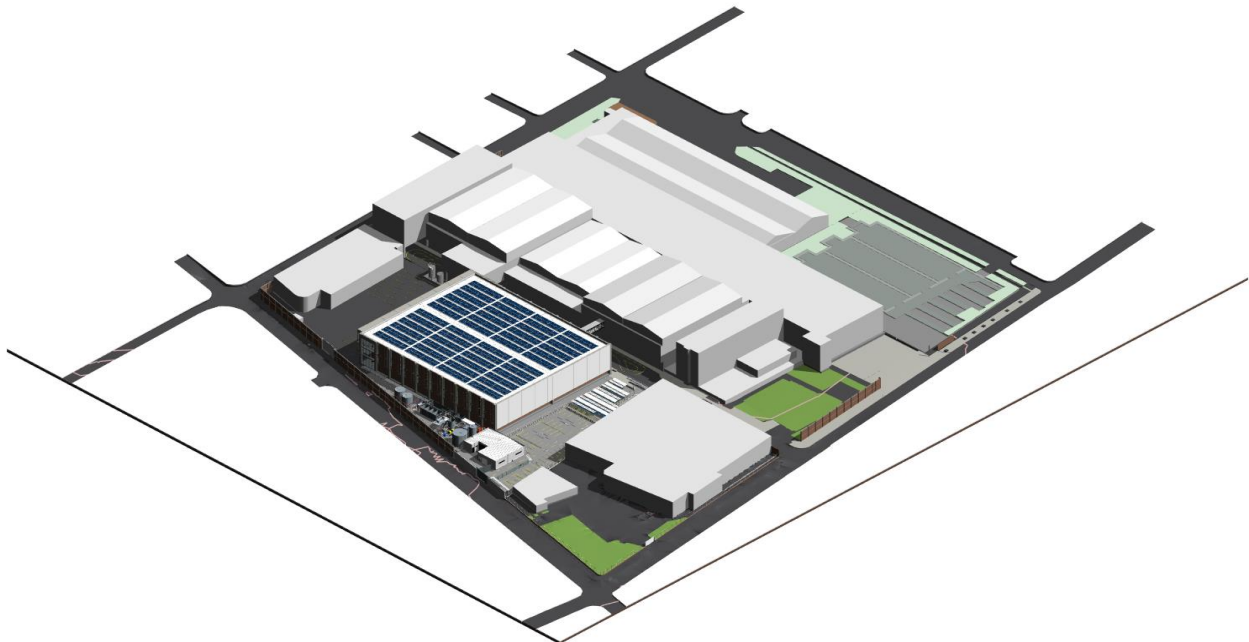


*Nota.* Elaboración propia. Ubicación de la bodega en la manzana del Centro Productivo Venecia

El programa arquitectónico contempla 4800 m<sup>2</sup> de almacenamiento en sistemas de racks, optimizando la capacidad de carga y facilitando la gestión de inventarios. En el segundo nivel, se ubicarán oficinas administrativas del área de logística, proporcionando un ambiente de trabajo eficiente y cómodo. En el tercer piso, el diseño incluye un auditorio, un espacio de coworking y diversas zonas de servicio, fomentando la colaboración y el desarrollo profesional.

**Figura 7**

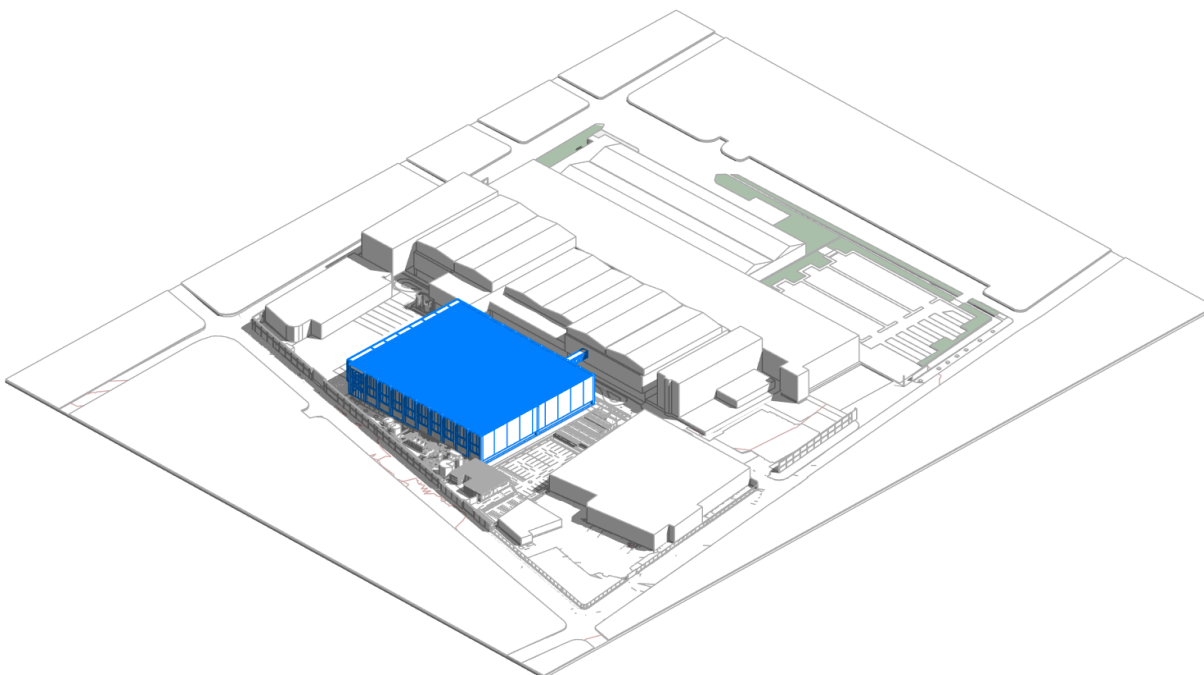
*Axonometría del Centro Productivo Venecia.*



*Nota.* Elaboración propia. Axonometría ubicación de la bodega en la manzana del Centro Productivo Venecia.

La propuesta se caracteriza por su funcionalidad y eficiencia, priorizando la fluidez en el flujo de materiales. Las áreas de carga y descarga estarán estratégicamente localizadas, y se implementarán sistemas de ventilación e iluminación natural que mejoran las condiciones de trabajo y reducen el consumo energético.

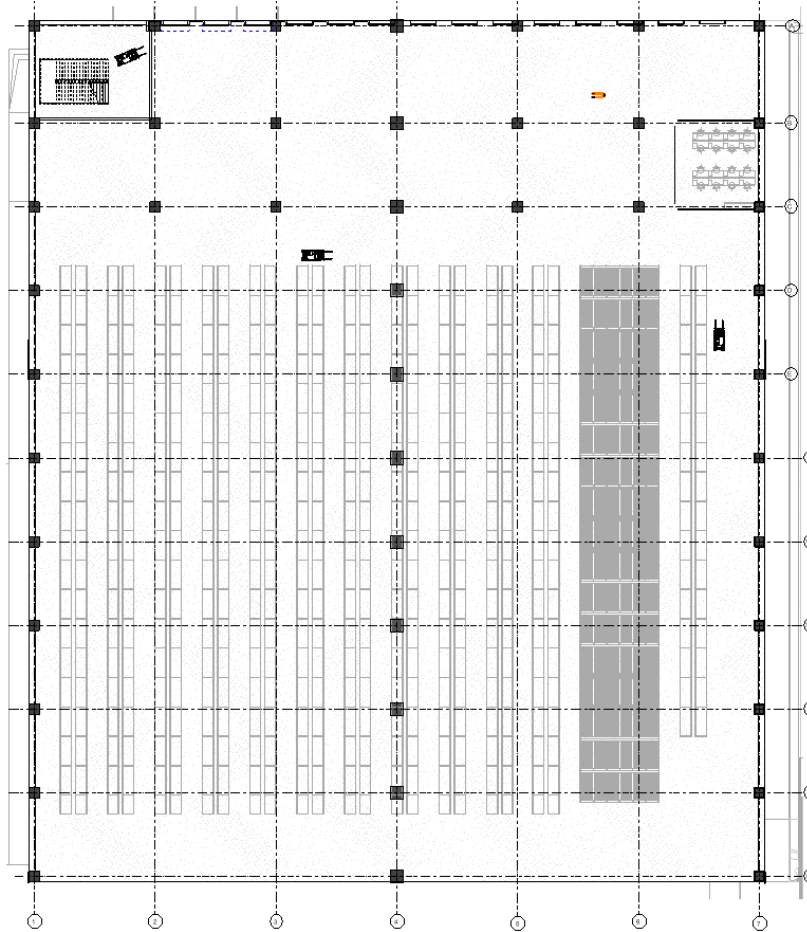
**Figura 7**  
*Volumetría en contraste con lo existente.*



*Nota.* Elaboración propia. Volumetría en contraste con lo existente.

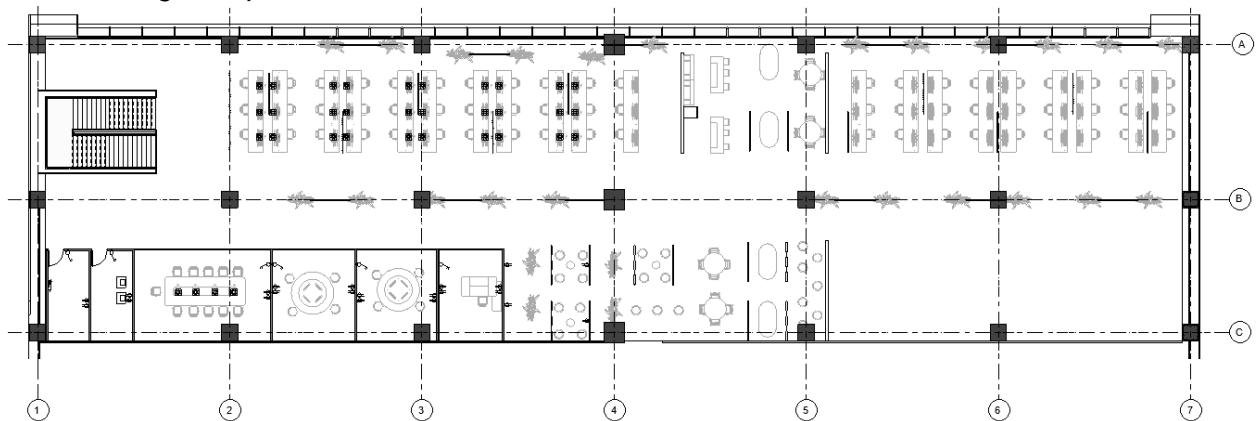
Estéticamente, el diseño busca reflejar la identidad del entorno productivo, utilizando materiales como la mampostería y el concreto, que dialogan con la arquitectura existente. La bodega se concibe como un espacio versátil y adaptable, capaz de evolucionar según las necesidades del Centro Productivo, promoviendo así un desarrollo sostenible y cohesionado.

**Figura 8**  
*Planta de primer piso.*



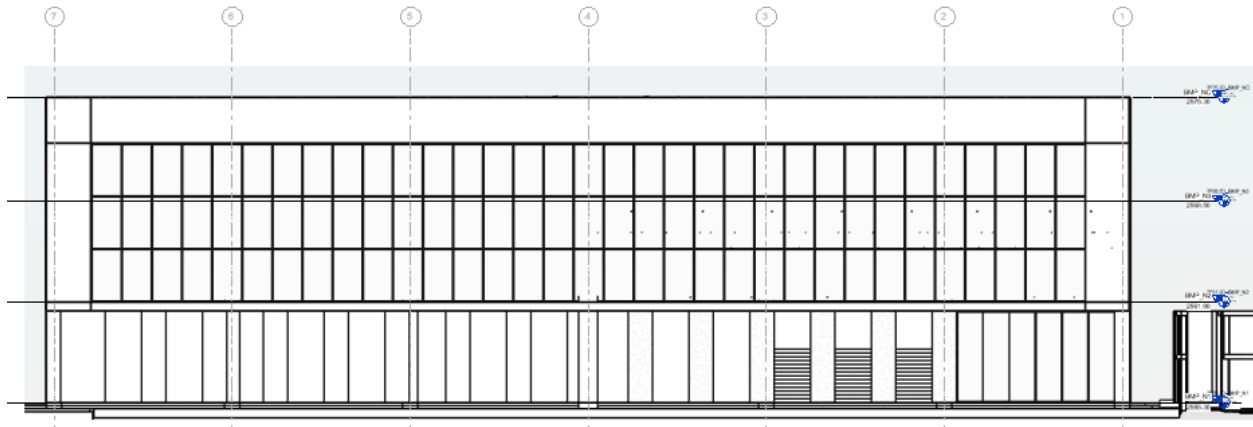
*Nota. Elaboración propia. Planta de primer piso.*

**Figura 9**  
*Planta de segundo piso.*



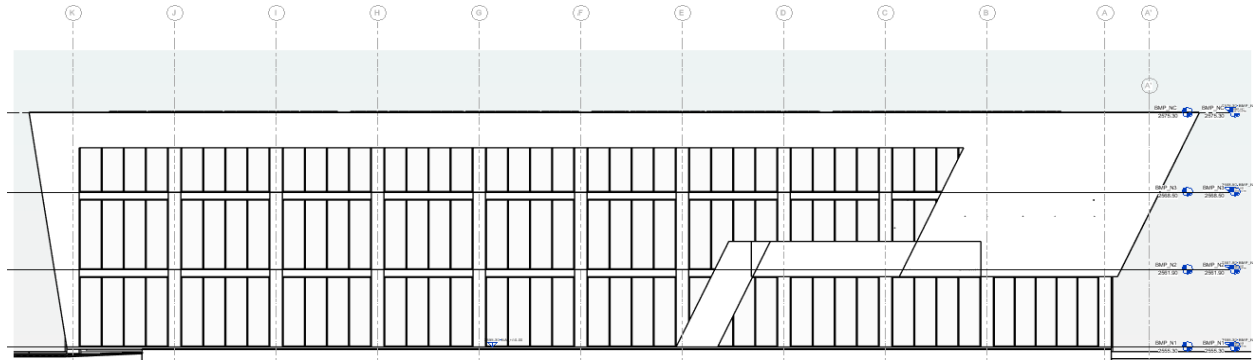
*Nota. Elaboración propia. Planta de primer piso.*

**Figura 10**  
*Fachada frontal, muelles de carga.*



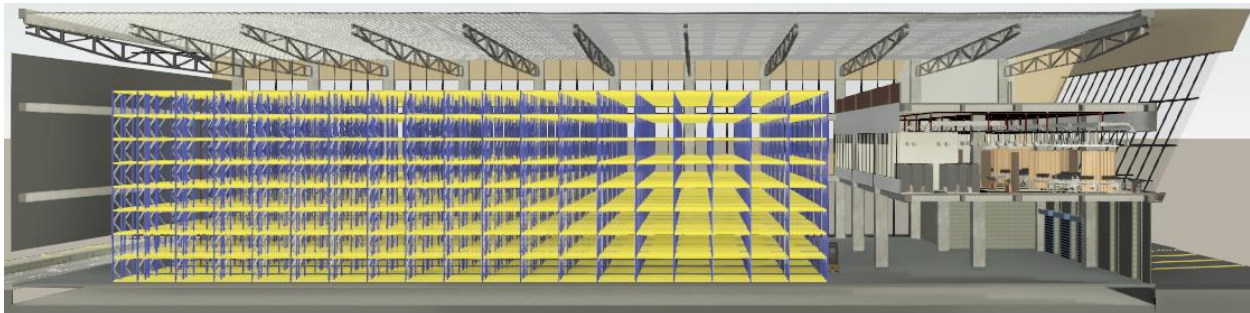
Nota. Elaboración propia. Fachada frontal, muelles de carga.

**Figura 11**  
*Fachada lateral, hacia plantas de producción.*



Nota. Elaboración propia. Fachada lateral, hacia plantas de producción.

**Figura 12**  
*Perspectiva interna de la bodega*



Nota. Elaboración propia. Perspectiva interna de la bodega.

**Figura 13**  
*Axonometría 3D*



*Nota.* Elaboración propia. Axonometría 3D

**Figura 14**  
*Perspectiva externa de fachada principal de la bodega.*

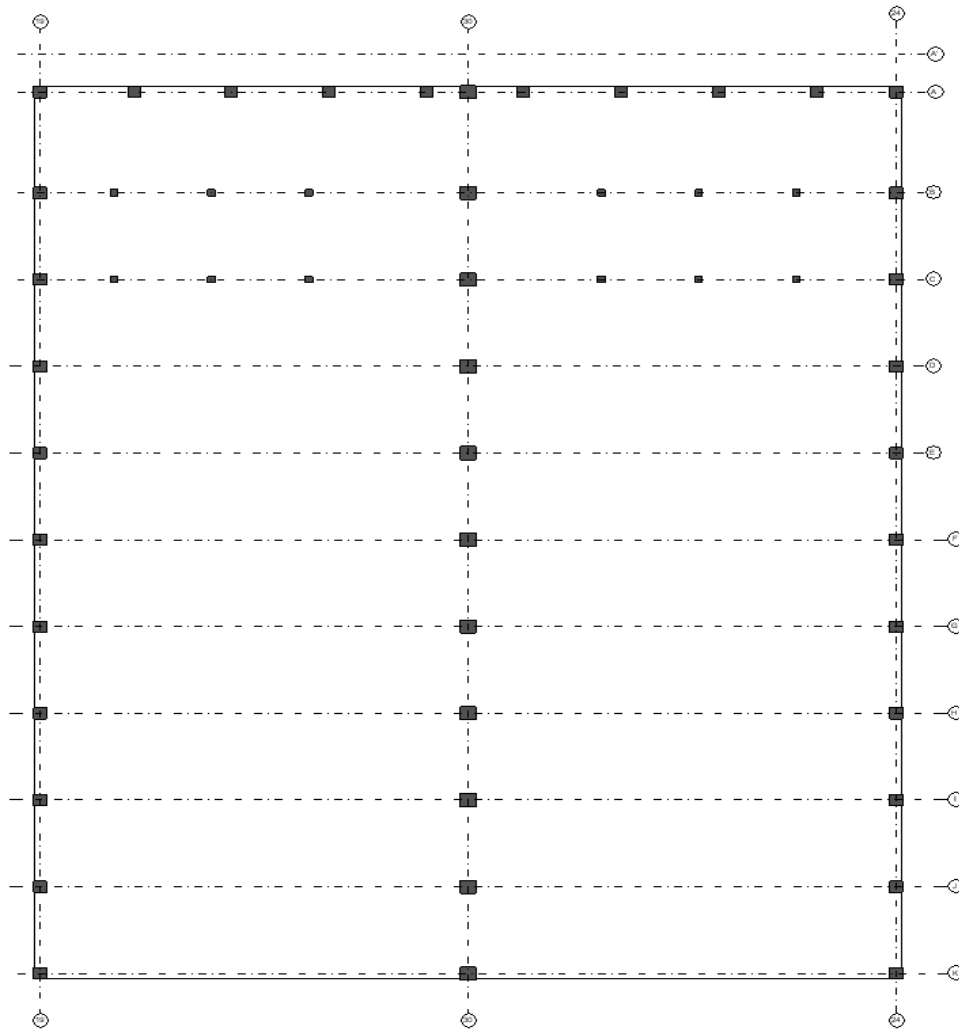


*Nota.* Elaboración propia. Perspectiva externa de fachada principal de la bodega.

### Proyecto estructural de la bodega

Diseñada siguiendo los lineamientos establecidos por la norma colombiana NSR-10, que define los requisitos fundamentales para el diseño y construcción de estructuras de concreto, garantizando tanto la seguridad como la eficiencia estructural. En este caso, la bodega se caracteriza por columnas de 1 metro por 1 metro, un sistema de piso postensado y cerchas de 2 metros de altura, elementos que se integran para garantizar una respuesta adecuada ante cargas estáticas y dinámicas.

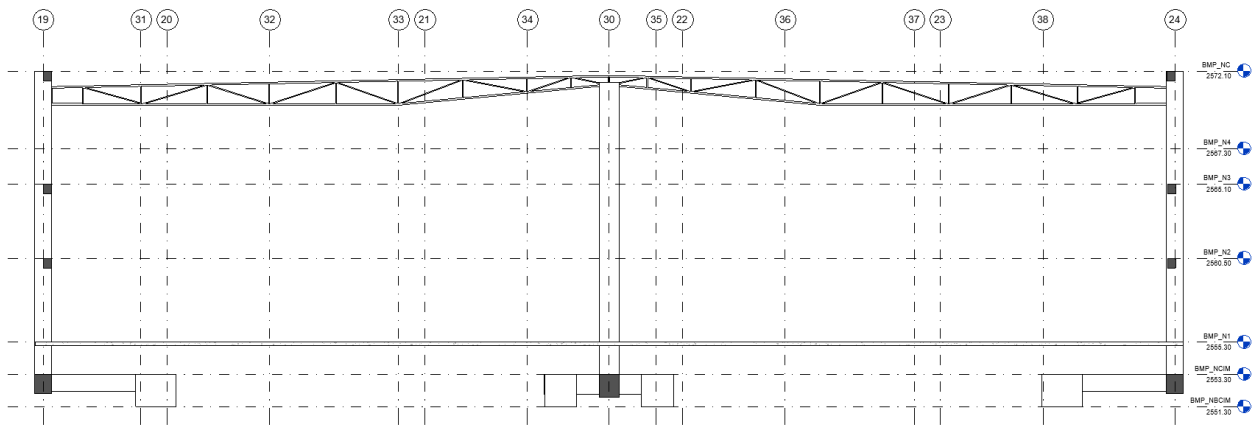
**Figura 15**  
*Planta estructural – Nivel 1*



*Nota.* Elaboración propia. Planta de estructura.

**Figura 16**

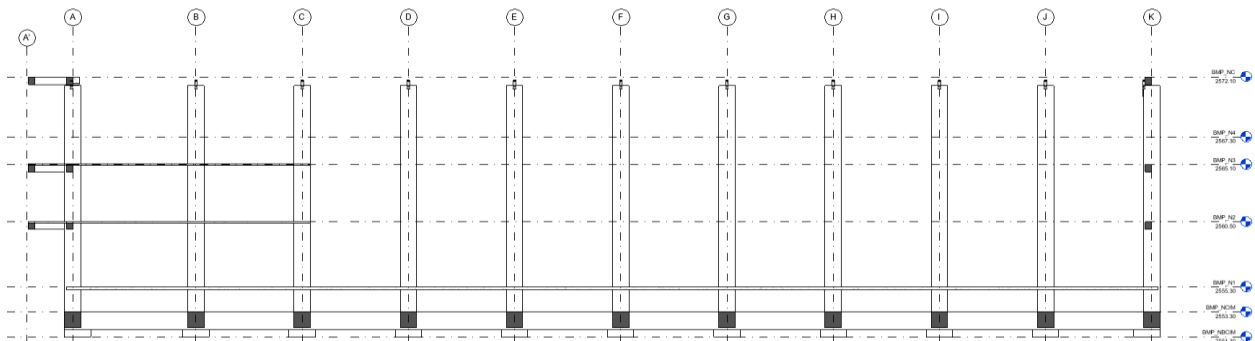
Corte trasversal, mostrando elementos de cubierta y cimentación



*Nota.* Elaboración propia. Corte trasversal, mostrando elementos de cubierta y cimentación.

**Figura 17**

Corte longitudinal, mostrando elementos de cubierta y cimentación.



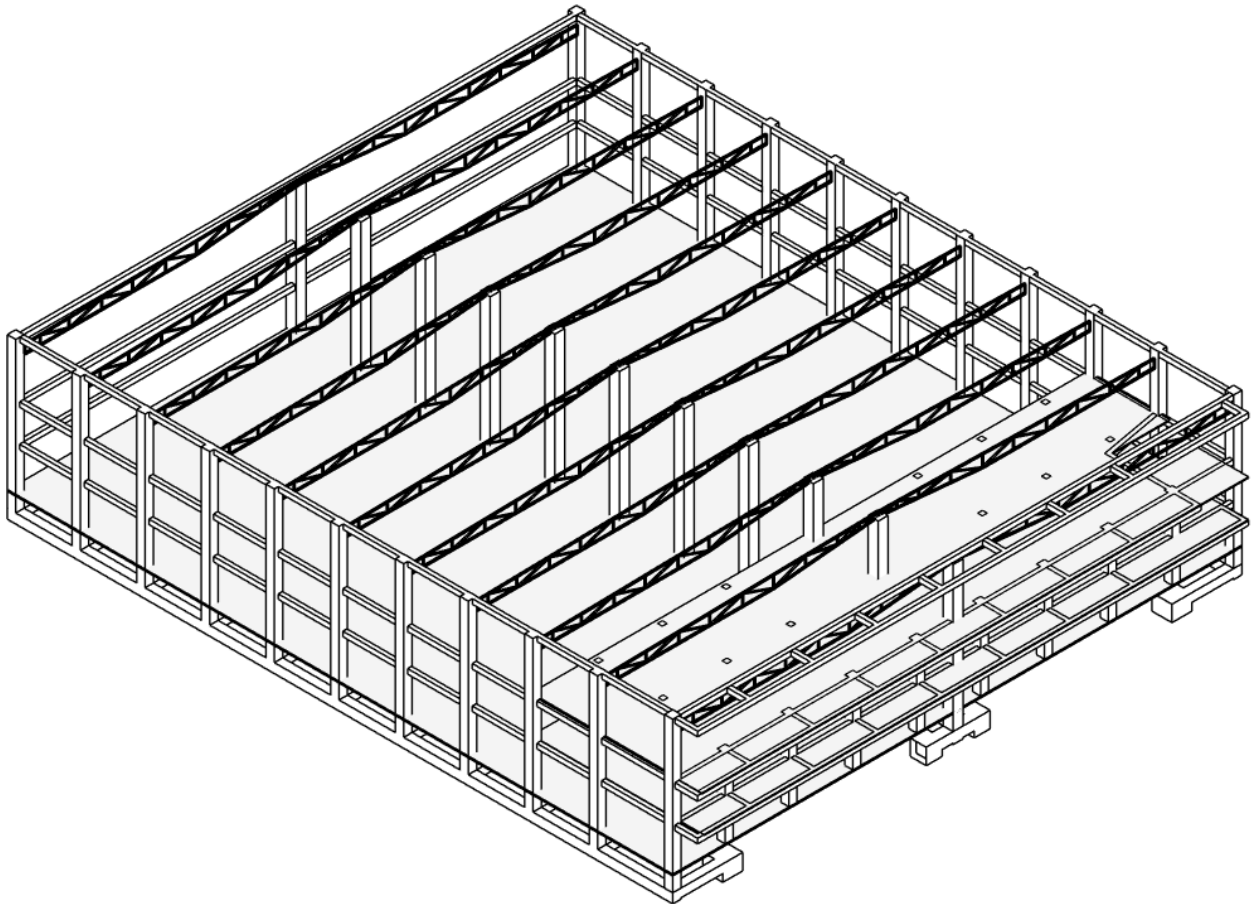
*Nota.* Elaboración propia. Corte longitudinal, mostrando elementos de cubierta y cimentación.

Las columnas de 1 metro por 1 metro se diseñan para soportar las cargas verticales de la estructura, así como las cargas laterales debidas a fuerzas sísmicas y de viento, conforme a las directrices de la NSR-10. Estas dimensiones permiten una distribución eficiente de las cargas, minimizando el pandeo y asegurando una resistencia adecuada. El uso de concreto de alta resistencia, como se estipula en la norma, es esencial para garantizar la durabilidad y estabilidad de las columnas a lo largo del tiempo, considerando las condiciones ambientales de la región.

El sistema de piso postensado se elige por su capacidad para cubrir grandes luces sin necesidad de apoyos intermedios, lo que optimiza el espacio útil de la bodega. Este tipo de piso se caracteriza por su alta resistencia y rigidez, lo que reduce el riesgo de fisuración y permite un mejor desempeño frente a las cargas de almacenamiento. Según la NSR-10, el diseño del piso debe contemplar los efectos del postensado y el uso de fibras en el concreto, lo cual contribuye a la sostenibilidad de la estructura y mejora su comportamiento a largo plazo.

**Figura 18**

*Axonometría de la estructura de la Bodega.*



*Nota.* Elaboración propia. Axonometría de la estructura de la Bodega.

El análisis estructural de la bodega se realiza mediante métodos numéricos que cumplen con lo establecido en la NSR-10, considerando cargas muertas, cargas vivas, y factores de seguridad apropiados. Se emplea software especializado para modelar la estructura y evaluar su comportamiento ante diferentes escenarios de carga, incluyendo condiciones sísmicas. Este análisis permite identificar posibles vulnerabilidades y optimizar el diseño para garantizar la integridad estructural a lo largo de la vida útil del edificio.

### **Figura 19**

*Perspectiva de la estructura de la Bodega.*



*Nota.* Elaboración propia. Perspectiva de la estructura de la Bodega.

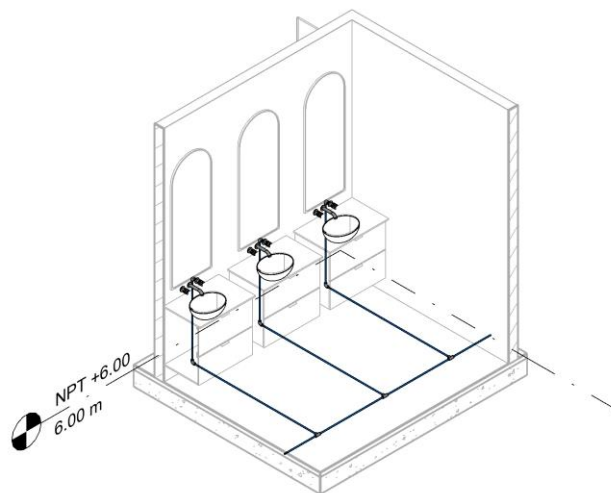
El diseño de la bodega de almacenamiento de materias primas, fundamentado en las normativas de la NSR-10, demuestra un enfoque integral que combina funcionalidad, seguridad y sostenibilidad. La elección de columnas de gran tamaño, un piso postensado y cerchas adecuadamente dimensionadas se traduce en una estructura robusta y eficiente.

### Proyecto de redes (MEP) de la bodega

El módulo MEP (Mecánicos, Eléctricos y de Plomería) dentro del marco de Building Information Modeling (BIM) juega un papel crucial en la optimización del diseño y gestión de proyectos de construcción. Este capítulo examina cómo la integración efectiva de estos sistemas permite una mejor coordinación entre disciplinas, minimiza conflictos durante la construcción y mejora la sostenibilidad del edificio final. A través del análisis de sus ventajas, procesos de implementación y desafíos asociados, se destacará la relevancia del módulo MEP como una herramienta esencial para los profesionales del sector. Esta herramienta permite a los equipos de diseño y construcción visualizar, analizar y coordinar estos sistemas desde las etapas iniciales del proyecto. La integración temprana de estos componentes es crucial, ya que ayuda a identificar conflictos y mejorar la colaboración entre disciplinas, lo que a su vez puede reducir costos y tiempos de ejecución. Además, el uso del módulo MEP en BIM fomenta una planificación más eficiente y precisa, facilitando la toma de decisiones informadas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

#### Figura 20

*Axonometría redes de agua*



*Nota.* Elaboración propia. Axonometría redes de agua

**Coordinación Multidisciplinaria:** La coordinación multidisciplinaria es esencial para facilitar la colaboración entre diversas disciplinas en un proyecto de construcción. Esta integración no solo minimiza errores y conflictos durante la fase de construcción, sino que también optimiza el flujo de trabajo. Al consolidar todos los sistemas en un solo modelo, los equipos pueden identificar interferencias antes de que se materialicen en el sitio, lo que contribuye a una ejecución más fluida y eficiente del proyecto.

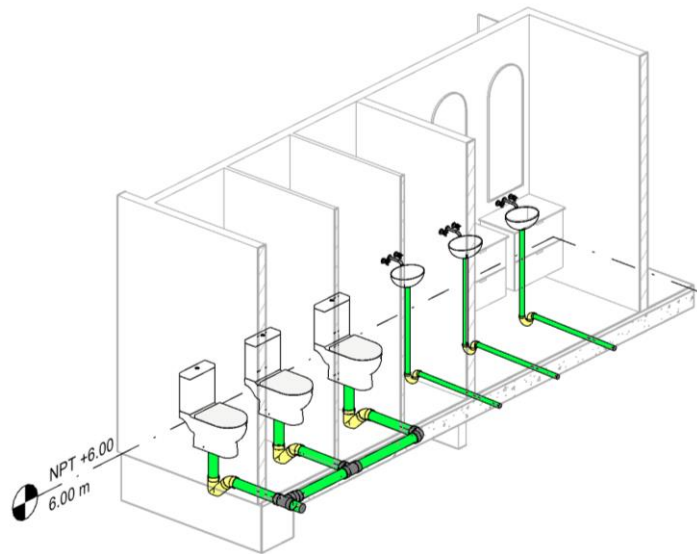
Esta metodología fomenta una colaboración más efectiva entre los equipos de diseño y construcción, contribuyendo a una mejora significativa en la calidad del resultado final. Además, la visualización integral de los sistemas permite tomar decisiones fundamentadas, promoviendo una mayor transparencia y responsabilidad en cada fase del proyecto.

**Simulación y Análisis:** La capacidad de realizar simulaciones y análisis en el contexto del modelado de información de construcción (BIM) es fundamental para evaluar aspectos como el rendimiento energético y la eficiencia operativa, así como otros parámetros críticos del proyecto. Esta herramienta permite a los diseñadores y arquitectos optimizar el diseño antes de la fase de ejecución. Esto resulta en una gestión más eficiente de los recursos y una disminución significativa de los costos operativos a largo plazo. Gracias a las simulaciones, los equipos pueden detectar oportunidades de optimización y ajustar el diseño basándose en datos precisos, lo que mejora el proceso de toma de decisiones y asegura que el resultado final cumpla con los estándares de sostenibilidad y eficiencia energética.

**Documentación Eficiente:** El uso de BIM permite la generación automática de la documentación necesaria para la construcción, lo que no solo ahorra tiempo, Además, reduce significativamente el riesgo de errores humanos al automatizar procesos clave. Esta automatización garantiza que la información se mantenga constantemente actualizada y en sincronía con el modelo digital, mejorando la comunicación y la coordinación entre los equipos participantes en el proyecto.

Además, la documentación generada a través de BIM es más clara y estructurada, lo que mejora la comprensión por parte de todos los actores involucrados y reduce las ambigüedades en las especificaciones.

**Figura 21**  
*axonometría Desagües*



*Nota.* Elaboración propia. Axonometría Desagües

El módulo MEP dentro de la metodología BIM se destaca como una herramienta esencial para mejorar la eficiencia y la productividad en los proyectos de construcción. Su habilidad para integrar diversas disciplinas, realizar simulaciones y generar documentación precisa lo convierte en un elemento crucial para cualquier proyecto contemporáneo. Superar los retos relacionados con su implementación es fundamental para aprovechar al máximo sus ventajas y garantizar el éxito del proyecto.

### **Levantamiento de las condiciones existentes**

El levantamiento de las condiciones existentes es una etapa fundamental en el desarrollo de cualquier proyecto arquitectónico o de ingeniería, ya que proporciona la base de datos necesarios para realizar un diagnóstico preciso y planificar intervenciones adecuadas. Este proceso implica la recopilación y análisis detallado de toda la información sobre el estado actual del lugar o edificación, a incluir aspectos físicos, estructurales y topográficos.

El objetivo del levantamiento de las condiciones existentes es obtener una representación fiel de la situación actual del terreno donde será implantada la bodega. Esto incluye la identificación de elementos arquitectónicos, sistemas constructivos, y la ubicación y estado de las instalaciones técnicas como los sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería existentes.

Levantamiento de información existente: Se llevó a cabo un levantamiento topográfico utilizando una estación total manual, con el objetivo de obtener datos precisos sobre las dimensiones del terreno, los edificios existentes y las variaciones en la topografía a través de las curvas de nivel. Esta metodología de medición permite rectificar la información previa, asegurando que las dimensiones y las características geométricas del sitio se representan con exactitud.

La elección de la estación total manual responde a la necesidad de un alto grado de precisión en la captura de puntos clave del terreno y estructuras existentes, lo cual es esencial para garantizar la confiabilidad de los datos obtenidos.

Una vez finalizado el levantamiento, los datos obtenidos fueron empleados para la modelación georreferenciada, fueron implantados tres puntos para generar una triangulación más precisa.

**Tabla 2**

*Coordenadas planas cartesianas*

<b>TABLA DE COORDENADAS PLANAS CARTECIANAS BOGOTÁ D.C. - BOGOTÁ D.C. - 2011 ITRF14 (2018.0)</b>			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
BM1	100489.174	93228.747	2558.242
GNSS-1	100223.478	93025.955	2557.899
GNSS-2	100460.711	92879.918	2556.969

*Nota.* Adaptado de Levantamiento topográfico en Quala Venecia. Este proceso incluye levantamiento desde mojones existentes, hasta el los elementos en la huella de la futura bodega.

**Figura 22**

*Coordenadas planas cartesianas*



*Nota.* Elaboración propia. Coordenadas planas cartesianas.

**Levantamiento de información existente:** La fotogrametría con drones constituye un método avanzado y eficaz para la obtención de datos topográficos precisos y actualizados, especialmente en proyectos de levantamiento de información existente. En esta fase, se utilizó un dron DJI Mavic 2 Zoom, seleccionado por su capacidad para capturar imágenes de alta resolución y realizar mediciones detalladas del terreno. Este proceso tuvo como propósito

constatar la precisión del levantamiento topográfico inicial y garantizar la exactitud de los datos obtenidos.

**Figura 23**  
*Coordenadas planas cartesianas.*



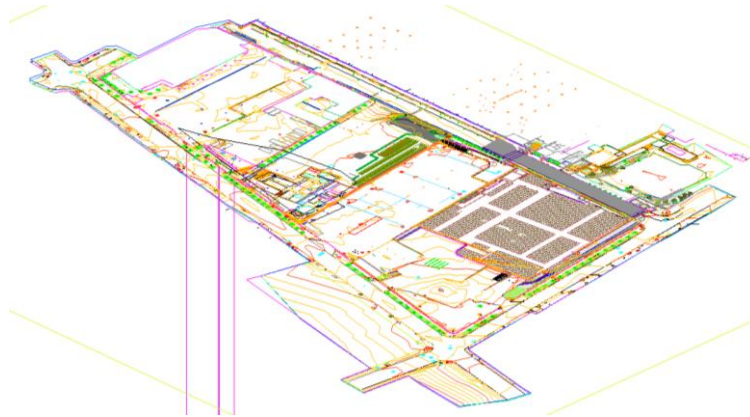
*Nota.* Elaboración propia. Ortografía: Centro productivo Venecia.

La metodología fotogramétrica permite generar un modelo tridimensional detallado del sitio, al combinar múltiples imágenes capturadas desde distintas posiciones y alturas. Estas imágenes son posteriormente procesadas en software especializado, que utiliza técnicas de elevación de puntos para reconstruir una representación tridimensional de la superficie y obtener ortomosaicos y modelos digitales de elevación (MDE). Esto no solo facilita la confirmación de las dimensiones y curvas de nivel registradas en el manual de levantamiento, sino que también proporciona un mayor contexto visual del área, identificando posibles cambios o variaciones.

**Modelado de condiciones existentes:** El proceso de modelado se inicia con el análisis y procesamiento de los datos topográficos recopilados, utilizando elementos como las curvas de nivel, que reflejan las variaciones en altura del terreno, son transformadas en un modelo digital de elevación (MDE), el cual permite visualizar de manera tridimensional las irregularidades y pendientes del sitio.

**Figura 24**

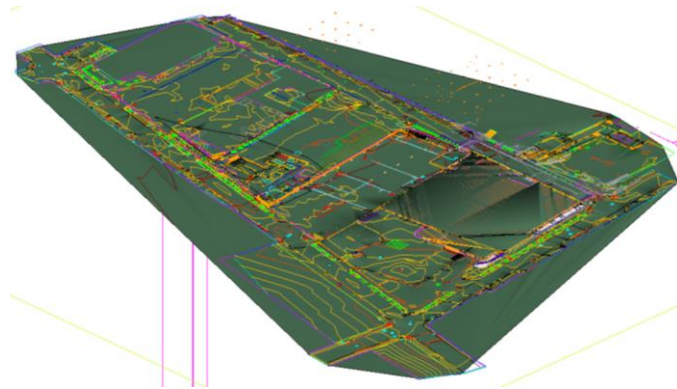
*Plano en AutoCAD resultado del levantamiento topográfico*



*Nota.* Elaboración propia. Plano en AutoCAD resultado del levantamiento topográfico

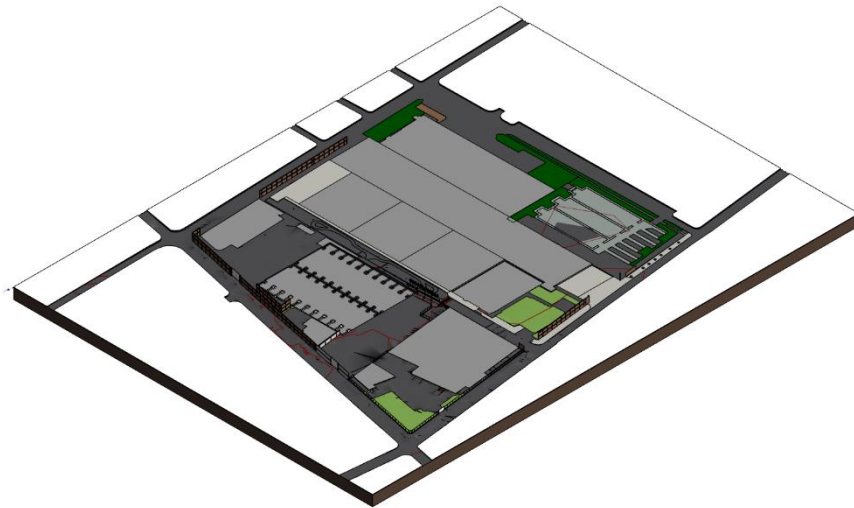
Este modelo es georreferenciado, lo que garantiza que esté alineado con las coordenadas geográficas reales, permitiendo su integración en sistemas de información geográfica (SIG) y su compatibilidad con otras fuentes de datos geoespaciales.

La precisión de esta modelación es clave para asegurar que todas las fases subsiguientes del desarrollo del proyecto, abarcando desde la etapa de diseño hasta la construcción, se basa directamente en un entendimiento exacto de las condiciones preexistentes.

**Figura 25***Importación de curvas de nivel*

*Nota.* Elaboración propia. Importación de curvas de nivel a Revit

Esto incluye la identificación de posibles restricciones del terreno, como pendientes pronunciadas o zonas de difícil acceso, así como la correcta localización de estructuras y elementos clave. Además, la integración de los datos topográficos en un entorno BIM (Building Information Modeling) facilita el análisis y la planificación multidisciplinaria, mejorando la coordinación entre arquitectos, ingenieros y otros actores involucrados en el proyecto.

**Figura 26***Resultado de tratamiento de contexto, urbanismo y topografía*

*Nota.* Elaboración propia. Resultado de tratamiento de contexto, urbanismo y topografía

## **Coordinación de especialidades, documentación e inconsistencias**

### ***Análisis de interferencias e inconsistencias con BIM (clash detective)***

En la industria de la construcción, la detección de interferencias, también conocida como la detección de colisiones en un entorno BIM, es uno de los procesos que se utilizan con más frecuencia para administrar un proyecto. En resumen, se trata de identificar y eliminar problemas o “colisiones” entre estas disciplinas; por ejemplo, en un área determinada hay un acoplamiento entre la arquitectura del edificio, la obra de fundación estructural y las instalaciones mecánicas y eléctricas. Identificar todos estos factores antes de que comience la construcción no solo garantiza que el proyecto se desarrolle dentro de un tiempo razonable, sino que también evita los costos imprevistos asociados con los errores que podrían haber pasado desapercibidos sin una identificación oportuna.

La interferencia contribuye a la capacidad de un equipo de trabajo para anticipar y abordar problemas que surgirán en el futuro, haciendo que la ejecución del proyecto fluya más rápido y ordenada. La capacidad de abordar estos temas en el proceso de diseño es aportar orden y calidad al proyecto a la vez que permite al equipo aprovechar mejor los recursos y ahorra tiempo y dinero.

En la actualidad, Navisworks es una de las herramientas más comunes que se utiliza para detectar interferencias en un entorno BIM. Esta herramienta permite importar modelos de sistemas, disciplinas y analizarlos de cerca para detectar colisiones. Al adjuntarlos, se superponen para obtener una imagen “combinada” de los modelos que muestran los puntos de interferencia potenciales.

Existen diversas herramientas y técnicas para llevar a cabo la detección de interferencias:

- **Navisworks Manage:** Permite realizar análisis avanzados y generar informes sobre las colisiones detectadas.

- **Matriz de interferencias:** Se utiliza para organizar y clasificar los conflictos identificados, facilitando su resolución.
- **Plugins y complementos:** Herramientas adicionales que pueden automatizar el proceso de detección, ahorrando tiempo y esfuerzo.

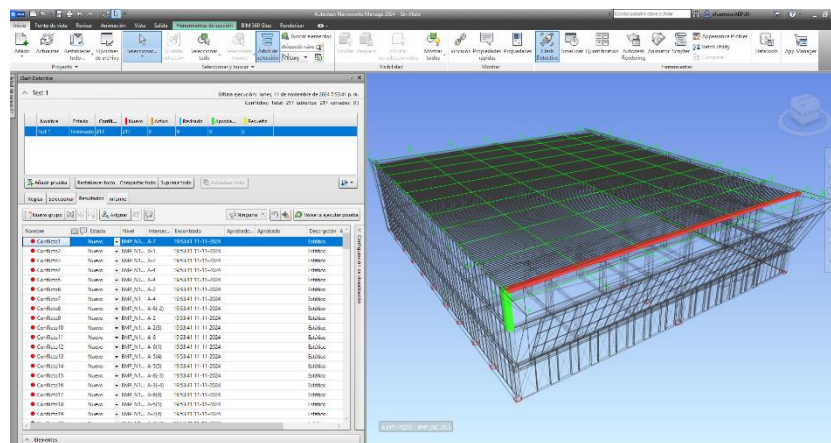
**Interfaz de Usuario:** Navisworks ofrece una interfaz intuitiva que permite la carga y visualización de modelos 3D. Es importante familiarizarse con los elementos básicos como el árbol de selección y las herramientas de navegación

Funciones Clave:

1. **Detección de Colisiones:** Utiliza el módulo "Clash Detective" para identificar interferencias. Permite configurar diferentes tipos de colisiones (por ejemplo, entre estructuras y sistemas MEP).
2. **Simulación Constructiva:** Integración con cronogramas para visualizar el avance del proyecto en el tiempo. Facilita la planificación logística mediante la visualización del flujo de trabajo
3. **Reportes:** Generación automática de informes sobre colisiones detectadas.

Posibilidad de asignar responsabilidades a los equipos correspondientes para su resolución.

**Figura 27**  
*visualización de interferencias.*



Nota. Elaboración propia. visualización de interferencias

**Creación de informes de coordinación**

Por tanto, la creación de informes en Revit es una forma de extraer todas las informaciones pertinentes del modelo BIM y documentarlas. Como ya se ha mencionado, el informe es una parte crucial de la gestión de datos y la toma de decisiones de una empresa de construcción, ya que ayuda en muchos aspectos, incluida la planificación, el presupuesto y la coordinación entre áreas. Cuando todo el equipo puede comunicarse sobre los informes claros y fiables, se puede asegurar de que cada esfuerzo en diferentes aspectos del proyecto esté en línea con el objetivo establecido.

**Tabla 3**  
*tipos de informes en Revit*

TIPOS DE INFORME	DESCRIPCIÓN
<b>Cuantificaciones</b>	Tablas que desglosan elementos del modelo según parámetros específicos, como tipo, cantidad y materiales.
<b>Informes de Progreso</b>	Documentos que detallan el estado actual del proyecto, incluyendo hitos alcanzados y presupuestos.
<b>Informes Personalizados</b>	Informes adaptados a las necesidades específicas del proyecto, utilizando herramientas adicionales.

*Nota.* Elaboración propia. Tipos de informe de Revit .

Estos informes no solo ayudan a entender mejor el modelo, sino que también permiten realizar ajustes en tiempo real a medida que se realizan cambios en el diseño.

**Proceso de creación de informes:** El proceso para crear informes en Revit incluye varios pasos clave:

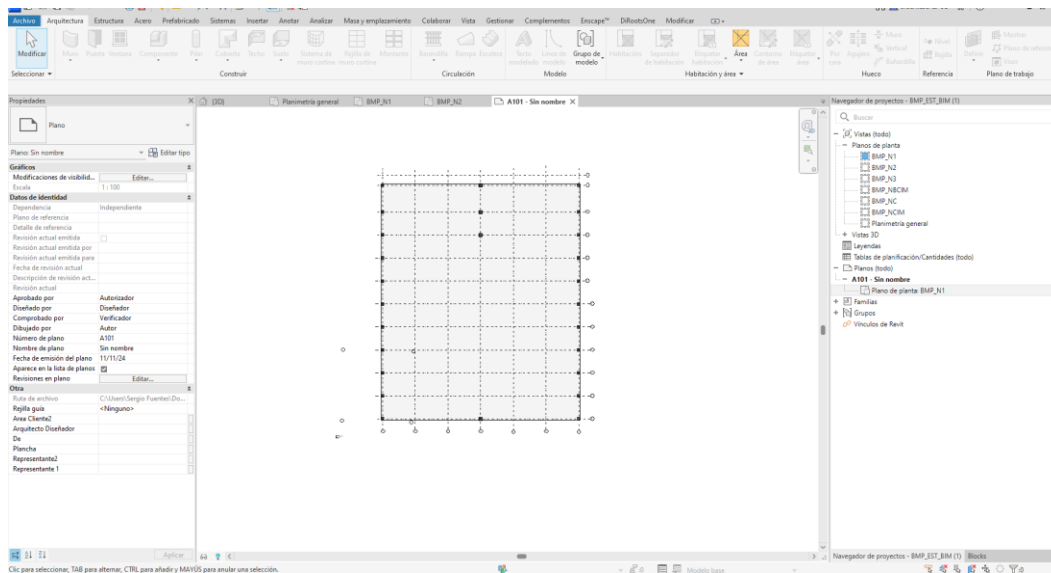
1. Acceso a la herramienta de informes: Desde el navegador del proyecto, se selecciona la opción correspondiente para crear un nuevo informe.

2. Selección del tipo de informe: Dependiendo de las necesidades del proyecto, se elige el tipo adecuado (por ejemplo, un reporte sobre puertas o ventanas).

3. Personalización del informe: Se pueden agregar filtros para seleccionar qué elementos incluir. Es posible agrupar elementos por categorías y definir qué propiedades se desean reportar. Los cambios realizados en el modelo se reflejan automáticamente en los informes, garantizando que siempre estén actualizados.

La creación de informes en Revit es una herramienta poderosa que mejora significativamente la gestión y ejecución de proyectos BIM. Al proporcionar información clara y accesible, estos informes facilitan una mejor coordinación entre disciplinas y optimizan la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

**Figura 28**  
*Creación de informes*



*Nota.* Elaboración propia. Creación de informes

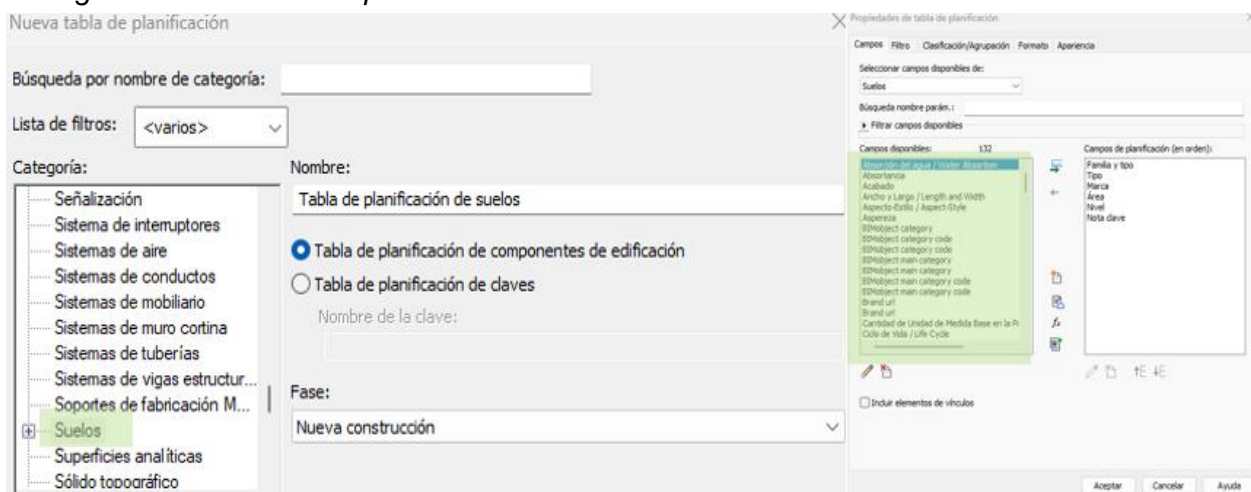
Facilita la comunicación entre equipos al proporcionar datos claros y organizados. Ayuda a optimizar costos y recursos al permitir una mejor planificación y control. Este esquema proporciona una base sólida para desarrollar un subcapítulo informativo sobre la creación de informes en Revit, integrando tanto aspectos teóricos como prácticos que son esenciales para entender su aplicación en proyectos BIM.

### Abstracción y gestión de cantidades

Dentro de las múltiples dimensiones que tiene la metodología BIM, la 5D es la utilizado para generar el control de costos, este proceso implica la extracción precisa de información desde modelo en Revit. Para ello utilizar la función de “Tabla de planificación” va ser fundamental, en esta podemos clasificar el modelo por tipo de elementos, como muros, suelos o techos, o incluso con datos y parámetros más precisos, como material, marca, dimensiones e incluso notas claves, que pueden responder a un ítem dentro de un APU de presupuesto.

Además, la gestión de cantidades desde Revit no solo optimiza la precisión en la planificación de recursos, sino que también facilita la comunicación entre los equipos de diseño y construcción. Al proporcionar datos claros y organizados, este proceso permite prever necesidades de materiales, ajustar presupuestos y programar adquisiciones, asegurando una ejecución más eficiente y alineada con los objetivos del proyecto. Esto resulta especialmente relevante en este proyecto de la bodega de materias primas, donde el diseño y la operación eficiente están directamente ligados al manejo adecuado de los materiales desde la etapa constructiva.

**Figura 29**  
Configuración de tablas de planificación



Nota. Elaboración propia. Configuración de tablas de planificación

**Tabla 4**  
Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades.

<Tabla de planificación de suelos>

A	B	C	D	E	F
Familia y tipo	Tipo	Marca	Área	Nivel	Nota clave
Suelo: ES_PLACA_0.02	ES_PLACA_0.02	CEMEX	36.13 m <sup>2</sup>	BMP_N2	S01
Suelo: ES_PLACA_0.02	ES_PLACA_0.02	CEMEX	36.13 m <sup>2</sup>	BMP_N2	S01
Suelo: SOBREPISO_ALFOMBRA	SOBREPISO_ALFOMBRA	CUPERZ	607.94 m <sup>2</sup>	BMP_N2	S11
Total general: 3			680.19 m <sup>2</sup>		

Nota. Elaboración propia. Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades.

**Tabla 5**  
Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades.

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6
Familia y tipo	Tipo	Marca	Área	Nivel	Nota clave
Suelo: ES_PLACA_0.02	ES_PLACA_0.02	CEMEX	36.13 m <sup>2</sup>	BMP_N2	S01
Suelo: ES_PLACA_0.02	ES_PLACA_0.02	CEMEX	36.13 m <sup>2</sup>	BMP_N2	S01
Suelo: SOBREPISO_ALFOMBRA	SOBREPISO_ALFOMBRA	CUPERZ	607.94 m <sup>2</sup>	BMP_N2	S11
Total general: 3			680.19 m <sup>2</sup>		

Nota. Elaboración propia. Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades.

**Tabla 6**  
Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades.

<Tabla de planificación de muros>

A	B	C	D	E	F	G
Familia y tipo	Tipo	Marca	Área	Nota clave	Anchura	Longitud
Muro básico: MURO_EXTERIOR_0.05_METALICO	MURO_EXTERIOR_0.05_METALICO		22.43 m <sup>2</sup>	ME_02	0.03	35.68
Muro básico: MURO_EXTERIOR_0.05_METALICO	MURO_EXTERIOR_0.05_METALICO		125.28 m <sup>2</sup>	ME_02	0.03	23.93
Muro básico: MURO_EXTERIOR_0.05_METALICO	MURO_EXTERIOR_0.05_METALICO		7.27 m <sup>2</sup>	ME_02	0.03	8.22
Muro básico: MURO_EXTERIOR_0.05_METALICO	MURO_EXTERIOR_0.05_METALICO		21.57 m <sup>2</sup>	ME_02	0.03	2.97
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		11.08 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	11.08
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		19.67 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	5.67
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		19.67 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	5.67
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		19.67 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	5.61
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		19.67 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	5.67
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		19.67 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	5.67
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		11.71 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	11.71
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		11.71 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	11.71
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		19.25 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	5.61
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		19.67 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	5.61
Muro básico: MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C	MURO_INTERIOR_0.11_ACABADO-2C		13.66 m <sup>2</sup>	M1_01	0.12	5.26
Muro cortina: MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01	MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01		238.06 m <sup>2</sup>	MI_02		32.69
Muro cortina: MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01	MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01		42.60 m <sup>2</sup>	MI_02		7.10
Muro cortina: MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01	MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01		38.93 m <sup>2</sup>	MI_02		11.08
Muro cortina: MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01	MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01		41.13 m <sup>2</sup>	MI_02		11.71
Muro cortina: MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01	MURO_INTERNO_VIDRIO_TEMPLADO_01		41.13 m <sup>2</sup>	MI_02		11.71
Muro cortina: MURO_VIDRIO_01	MURO_VIDRIO_01		4.00 m <sup>2</sup>	ME_03		1.00
Muro cortina: MURO_VIDRIO_01	MURO_VIDRIO_01		13.61 m <sup>2</sup>	ME_03		4.01
Muro cortina: MURO_VIDRIO_01	MURO_VIDRIO_01		17.02 m <sup>2</sup>	ME_03		4.98
Muro cortina: MURO_VIDRIO_01	MURO_VIDRIO_01		17.57 m <sup>2</sup>	ME_03		5.14
Muro cortina: MURO_VIDRIO_01	MURO_VIDRIO_01		29.12 m <sup>2</sup>	ME_03		8.44
Total general: 25						247.91

Nota. Elaboración propia. Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades.

### **Configuración de planimetría**

En Revit, la planimetría involucra el proceso de plantar y llevar un registro de una imagen bidimensional de un modelo tridimensional en el entorno de BIM. Para profesionales de diseño y construcción, la planimetría es esencial porque les brinda información precisa sobre la disposición de los objetos en un espacio dado y sus dimensiones. Dichos datos son críticos no solo para la visualización sino también para el plan y la documentación de los proyectos arquitectónicos y de ingeniería civil. Este artículo explora la planimetría y su relevancia en la construcción y el diseño.

**Conceptos Básicos de Planimetría:** Los conceptos básicos de planimetría en Revit incluyen: Niveles: Representan alturas específicas dentro del modelo, sirviendo como referencia para la colocación de elementos verticales. Planos de referencia: Elementos que actúan como guías para la colocación de otros elementos, pero que no tienen volumen.

Estos conceptos son fundamentales para establecer un esqueleto lógico del proyecto, permitiendo una mejor organización y control durante el proceso de diseño.

**Tipos de planos:** En Revit, se pueden generar varios tipos de planos, cada uno con su propósito específico:

**Tabla 8**  
Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades.

<b>Tipo de Plano</b>	<b>Descripción</b>
<b>Planos de Planta</b>	Representan la disposición horizontal de los elementos en un nivel específico.
<b>Planos de Alzado</b>	Muestran las vistas verticales del modelo, permitiendo observar la altura y diseño exterior.
<b>Secciones</b>	Cortes a través del modelo que permiten ver detalles internos y relaciones espaciales.
<b>Planos de Referencia</b>	Ayudan a definir límites o guías dentro del modelo sin ser parte del mismo.

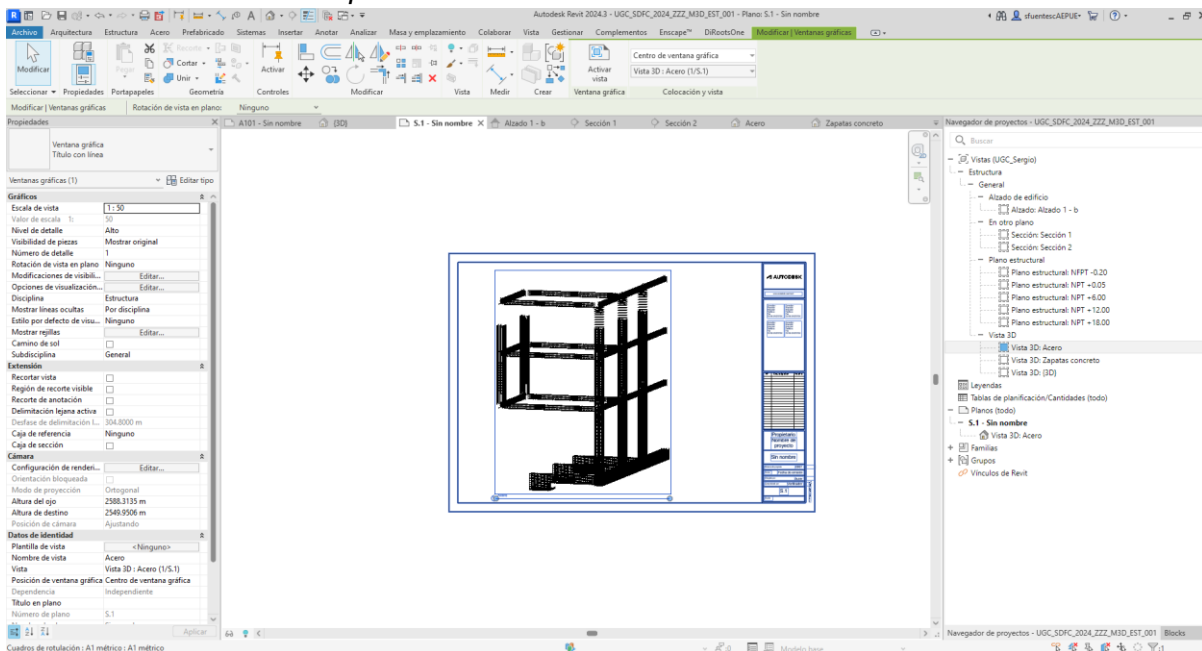
*Nota.* Elaboración propia. Tipos de planimetría y representación de dibujo

Cada tipo de plano tiene características únicas que contribuyen a la comprensión general del proyecto.

**Rangos de visualización:** El rango de visualización en Revit controla qué elementos del modelo son visibles en un plano determinado. Este parámetro es ajustable según los requerimientos del proyecto, permitiendo a los usuarios especificar:

- **Altura del Plano de corte:** Desde el nivel del suelo hasta una altura específica.
- **Profundidad de visualización:** La extensión horizontal desde el plano de corte.

**Figura 30**  
*Visualización creación de planimetría*



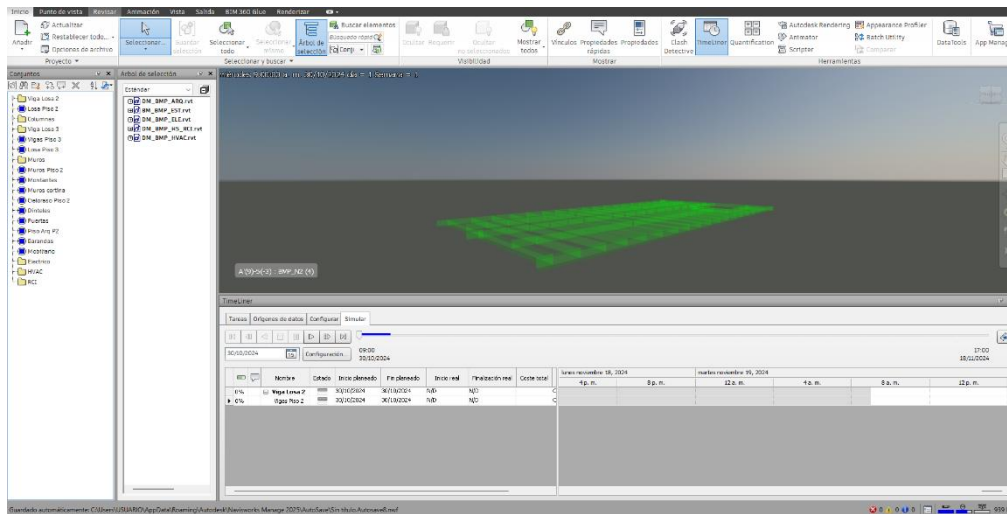
*Nota.* Elaboración propia. Visualización creación de planimetría

### **Simulación de actividades constructivas**

La simulación de actividades constructivas es un componente esencial de la metodología BIM aplicada al proyecto de una bodega de materias primas. Esta técnica utiliza herramientas 4D, como las integraciones de Revit con software especializado, para vincular el modelo tridimensional con la planificación temporal del proyecto, permitiendo visualizar y analizar la secuencia de construcción en un entorno virtual.

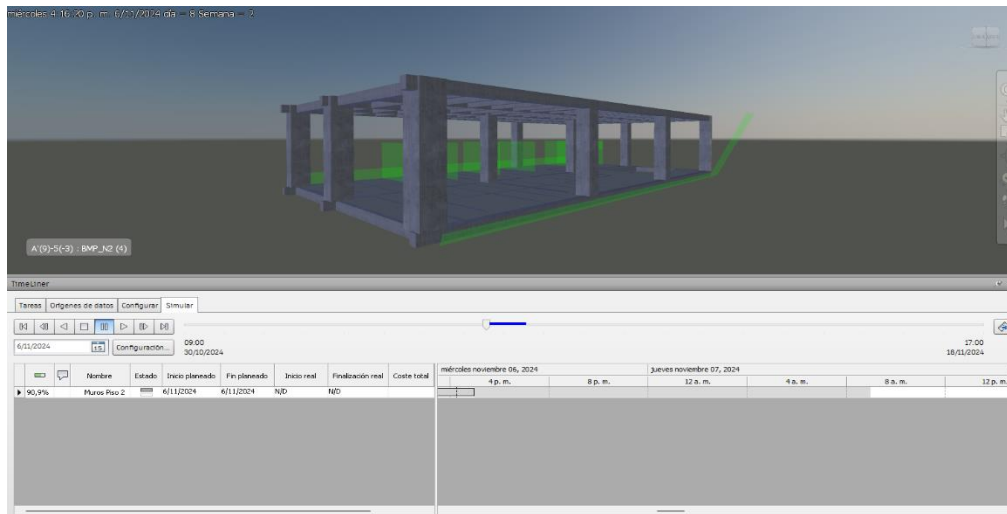
En este proyecto, la simulación se emplea para programar actividades clave, como la instalación de la estructura principal, el montaje de los sistemas técnicos (MEP), y la finalización de los acabados, alineando estas tareas con el cronograma establecido. Esto permite identificar conflictos potenciales entre actividades, optimizar la logística en el uso de equipos y recursos, y prever posibles retrasos antes de que ocurran en la obra real.

**Figura 31**  
*Simulación de actividades constructivas Navisworks*



Nota. Elaboración propia. Simulación de actividades constructivas Navisworks.

**Figura 32**  
*Simulación de actividades constructivas Navisworks.*



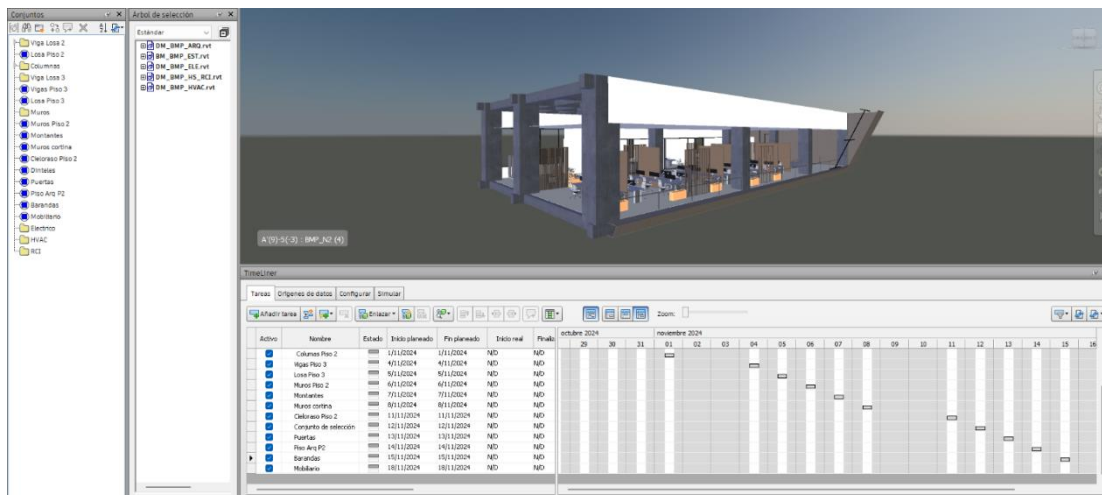
Nota. Elaboración propia. Simulación de actividades constructivas Navisworks.

**Figura 33**  
*Simulación de actividades constructivas Navisworks.*



Nota. Elaboración propia. Simulación de actividades constructivas Navisworks.

**Figura 34**  
*Simulación de actividades constructivas Navisworks.*

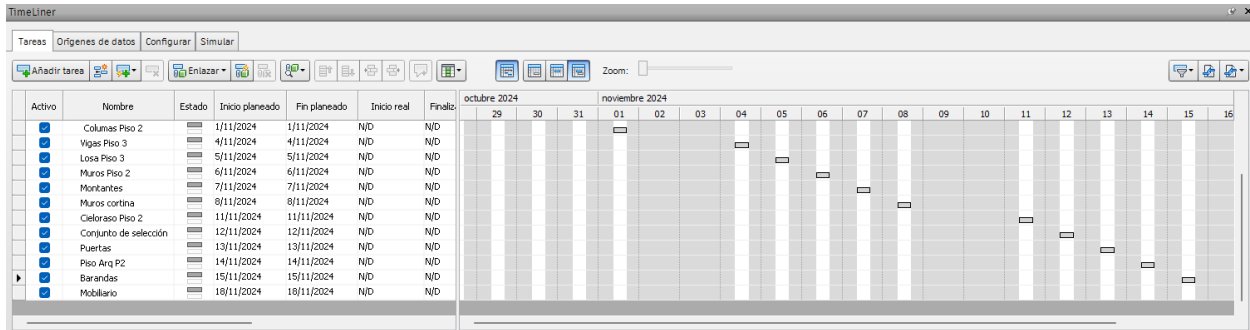


Nota. Elaboración propia. Simulación de actividades constructivas Navisworks.

La visualización temporal de las actividades constructivas no solo mejora la coordinación entre disciplinas, Además, permite una toma de decisiones estratégica al analizar y comparar diferentes escenarios de ejecución. En el caso de la bodega de materias primas, esta simulación asegura que el proceso constructivo sea eficiente y cumpla con los plazos y

costos estipulados, contribuyendo al éxito del proyecto desde su planificación hasta su entrega final.

**Figura 35**  
*Simulación de actividades constructivas Navisworks.*



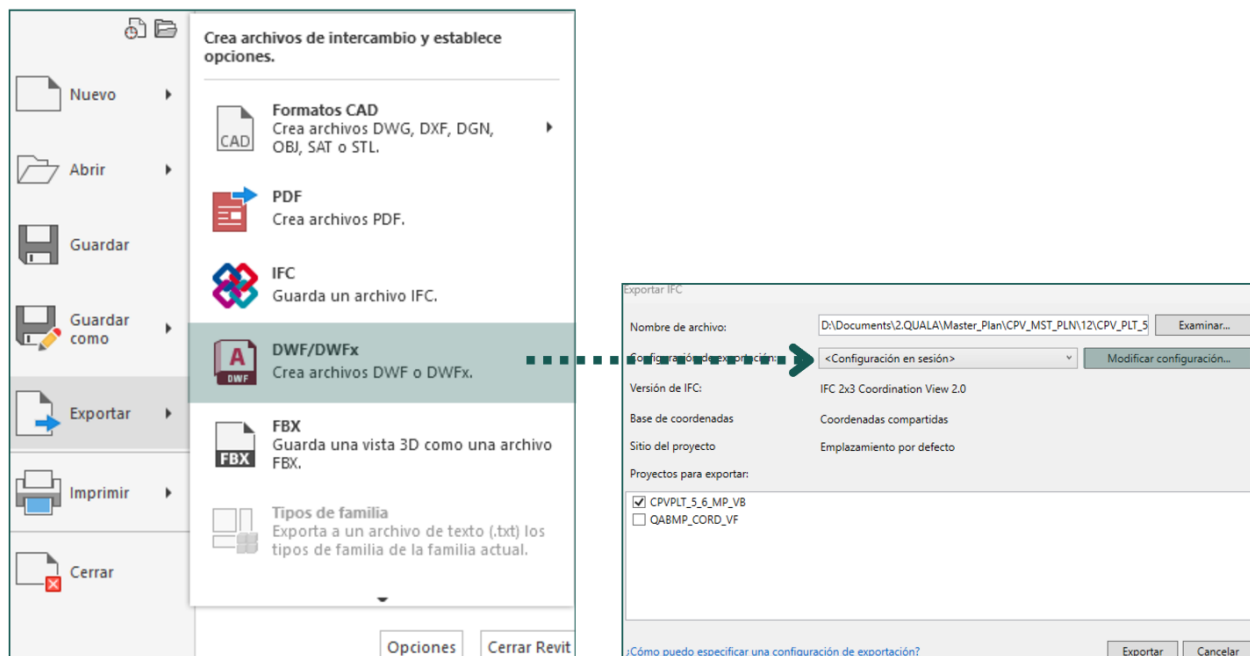
Nota. Elaboración propia. Simulación de actividades constructivas Navisworks.

### Realidad virtual inmersiva

#### Exportación a IFC entre otros

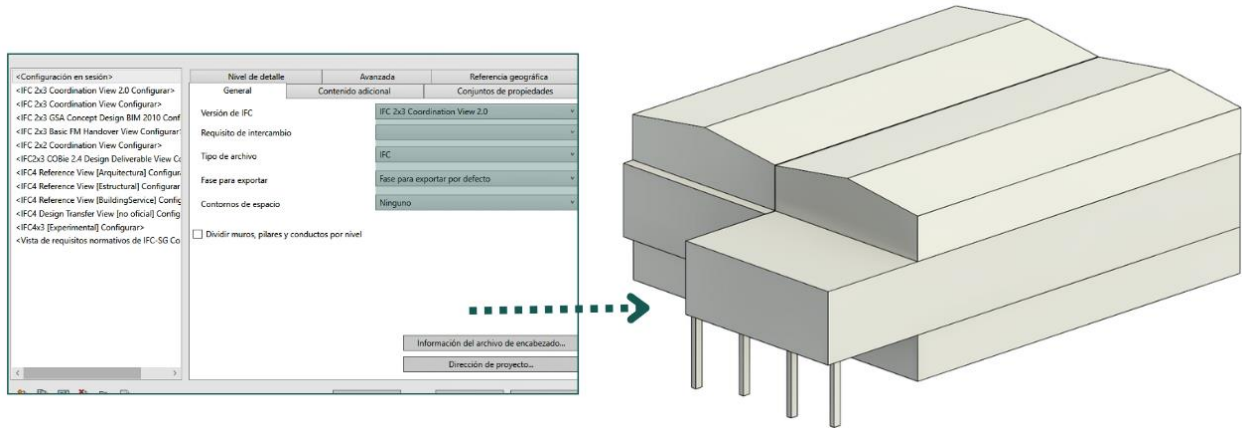
El uso de formatos como IFC (Industry Foundation Classes) es fundamental para la transferencia de modelos 3D desde plataformas de modelado como Revit.

**Figura 36**  
*. Exportación Revit a IFC*



Nota. Elaboración propia. Exportación Revit a IFC

**Figura 37**  
Configuración del modelo para exportación IFC

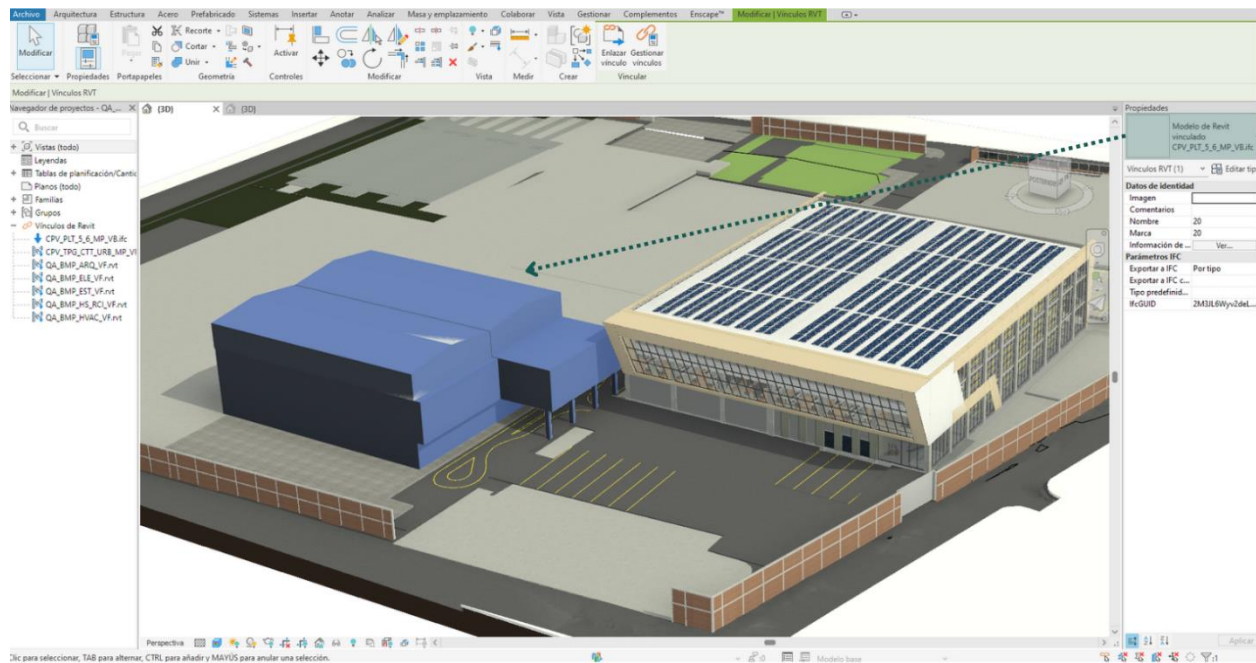


*Nota.* Elaboración propia. Configuración del modelo para exportación IFC

Permite transferir información geométrica y propiedades entre plataformas de diseño y motores de renderizado.

X  
X

**Figura 38**  
Vinculación de IFC a Revit



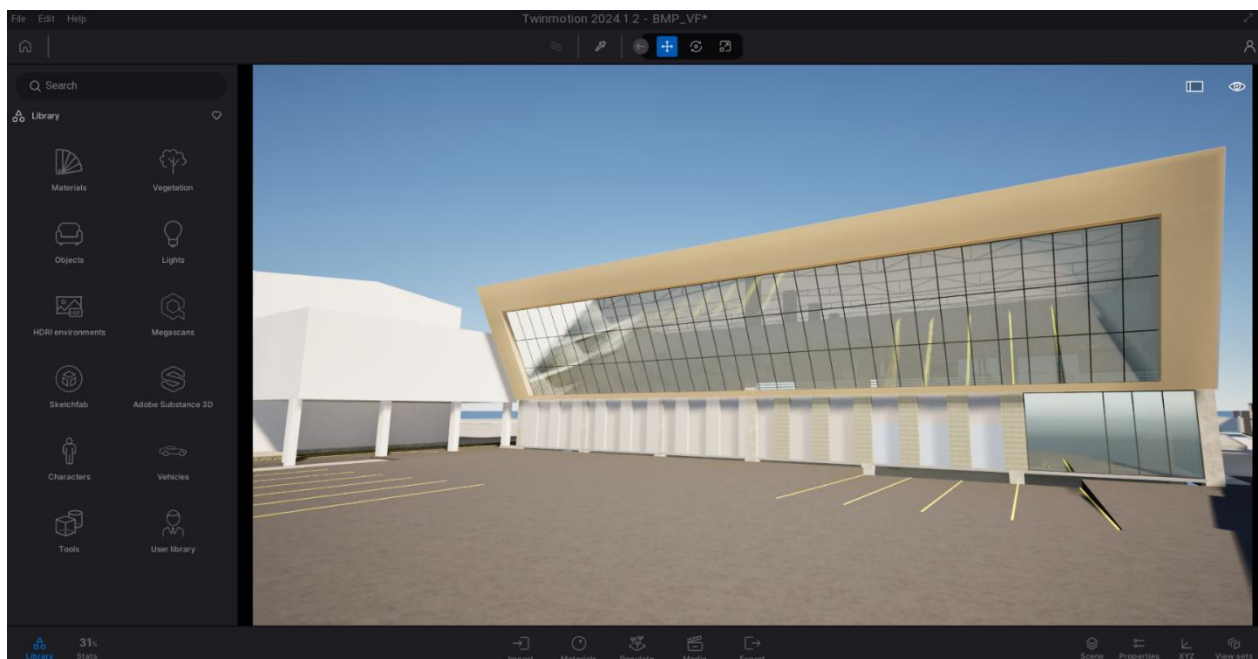
*Nota.* Elaboración propia. Vinculación de IFC a Revit

### ***Renderizado en tiempo real***

Este tipo de renderizado es una técnica que genera visualizaciones digitales de alta calidad de forma inmediata, permitiendo observar en tiempo real cómo se verán los espacios, materiales, luces y texturas de un modelo tridimensional. Se basa en el uso de motores gráficos avanzados que procesan la información en segundos, ofreciendo una experiencia inmersiva inmediata.

Para este proyecto fue utilizado el software Twinmotion, es cual tiene in plugin desde Revit, con el cual es vinculado el modelo, donde pueden ser editados materiales, cielos y elementos del entorno.

**Figura 39**  
*Interfaz de Twinmotion .*



*Nota.* Elaboración propia. Interfaz de programa Twinmotion con vinculación modelo de Revit.

Este tipo de renderización permite la visualización de diseños arquitectónicos, brindando a los profesionales la posibilidad de explorar diferentes posibilidades de visualización iluminación y entorno.

**Figura 40**  
*Opciones de materialidad.*



*Nota.* Elaboración propia. Opciones y aplicación para le contexto en Twinmotion, materiales, cielos, luces, vegetación y bloques

**Fondos climáticos: manejo de luces, sombras y reflejos**

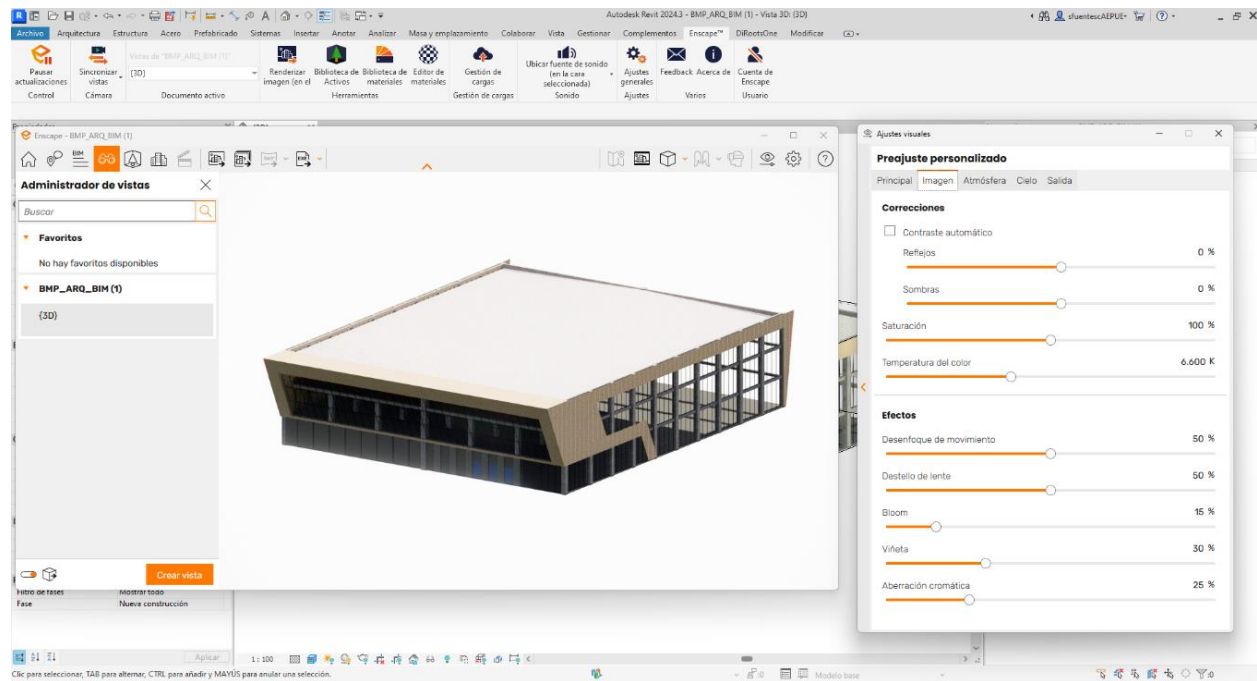
Enscape permite manejar luces, sombras y reflejos de manera que los proyectos arquitectónicos se vean visualmente atractivos y realistas. Como software de renderizado en tiempo real, Enscape ayuda a los usuarios a ver sus modelos en 3D con alta calidad, simulando tanto luz natural como artificial para crear entornos inmersivos. Ajustar correctamente la iluminación y las sombras no solo mejora la apariencia del render, sino que también influye en cómo se percibe el espacio y su ambiente. Con este control, los diseñadores pueden explorar cómo se vería el proyecto en diferentes condiciones climáticas y momentos del día, logrando una comprensión más cercana y realista de su trabajo.

- Explorar las diferentes fuentes de luz disponibles en Enscape: Se discutirán las diversas opciones de iluminación, incluyendo luces artificiales, naturales y materiales emisivos, así como su aplicación en el entorno de diseño.
- Analizar la importancia de las sombras en la representación visual: Se abordará cómo las sombras afectan la percepción del espacio y cómo su correcta implementación puede añadir profundidad y realismo a los renders.
- Examinar el papel de los reflejos en la calidad visual: Se explorará cómo los reflejos contribuyen a la autenticidad del renderizado, especialmente en superficies como vidrio y agua, y se darán pautas para optimizar su uso.

- Presentar ejemplos prácticos de configuraciones de luces, sombras y reflejos:

Se proporcionarán casos concretos que demuestran cómo estos elementos pueden ser manipulados para mejorar la calidad visual de un proyecto en Enscape.

**Figura 41**  
*manejo de luces y sombras*



*Nota.* Elaboración propia. Configuración manejo de luces y sombras en ENSCAPE .

### **Manejo de luces, sombras y reflejos**

**Luces:** Configuración de Iluminación Natural: Enscape permite ajustar la iluminación natural mediante la configuración del sol, Incluye la ubicación geográfica y la posición del sol en función de la hora del día, lo cual afecta directamente la forma en que la luz interactúa con el modelo.

**Luces Artificiales:** Se pueden agregar luces artificiales dentro del modelo para simular diferentes tipos de iluminación (puntos, focos, etc.), lo que es esencial para mostrar cómo se verá el espacio en diferentes momentos del día.

**Sombras:**

- **Generación de Sombras Realistas:** Las sombras se generan automáticamente en función de la posición de las luces. Enscape ofrece opciones para ajustar la suavidad y la intensidad de las sombras, lo que ayuda a crear una atmósfera más realista.
- **Efecto de Sombras en el Espacio:** Las sombras no solo afectan la estética, sino que también influyen en la percepción del espacio y pueden resaltar o minimizar características arquitectónicas.

**Reflejos:**

- **Superficies Reflectantes:** Enscape permite configurar materiales con propiedades reflectantes, como vidrio o agua. Los reflejos se generan dinámicamente según la posición del observador y las fuentes de luz.
- **Ajustes de Calidad:** Es posible ajustar la calidad de los reflejos para optimizar el rendimiento visual sin sacrificar demasiado detalle.

## Visualización en Modelos 3D con Enscape

## 1. Interfaz de Usuario:

- La interfaz intuitiva de Enscape permite a los usuarios navegar fácilmente por el modelo 3D, ofreciendo herramientas para explorar diferentes ángulos y perspectivas.

## 2. Renderizado en Tiempo Real:

- Enscape proporciona renderizado en tiempo real, lo que permite ver cambios instantáneos al modificar luces, materiales o geometría. Esto es fundamental para iteraciones rápidas durante el proceso de diseño.

## 3. Exportación de Imágenes y Videos:

- Los usuarios pueden exportar imágenes fijas o videos del modelo 3D con configuraciones personalizadas de luz y sombra, lo que facilita la presentación a clientes o partes interesadas.

## Realidad Virtual Inmersiva en AUGIN

### 1. Introducción a AUGIN:

- AUGIN es una plataforma que permite experiencias inmersivas mediante realidad virtual. Integrar modelos 3D desde Enscape a AUGIN proporciona una comprensión más profunda del espacio diseñado.

### 2. Experiencia Inmersiva:

- La realidad virtual permite a los usuarios "caminar" dentro del modelo, interactuando con el entorno de manera intuitiva. Esto ayuda a identificar problemas potenciales y mejorar el diseño antes de la construcción.

### 3. Beneficios de Usar Realidad Virtual:

- **Feedback Inmediato:** Los usuarios pueden proporcionar retroalimentación instantánea sobre el diseño basado en su experiencia inmersiva.

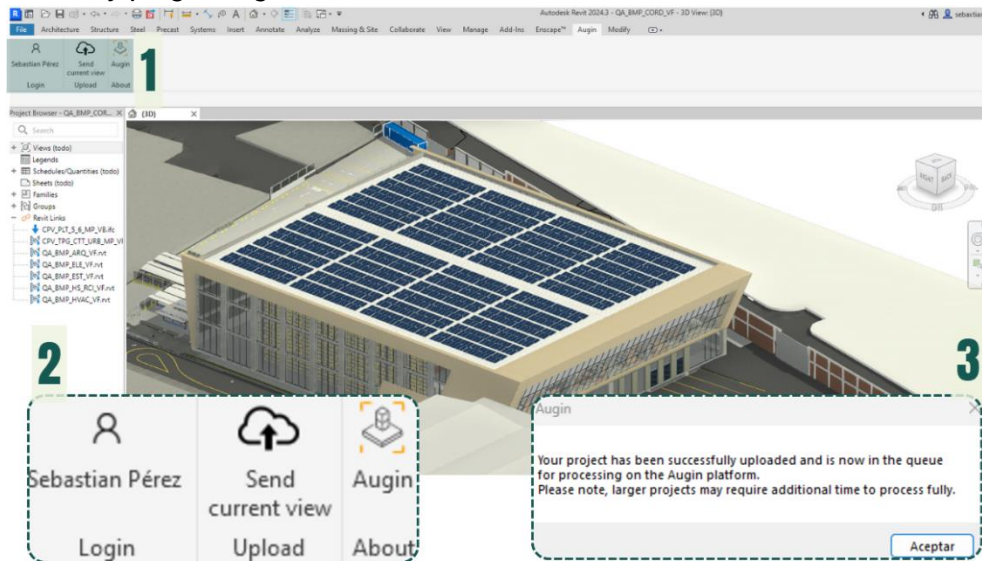
La combinación de fondos climáticos, la disposición de luces, sombras y reflejos en Enscape y la visualización inmersiva de AUGIN tiene un gran potencial para enriquecer el proceso de diseño arquitectónico. Nos producen imágenes muy atractivas visualmente, pero también nos ayudan a que el resto de los participantes del proyecto comprendan mejor el espacio. Usando estas herramientas juntas, el diseño se entiende mejor y es más satisfactorio tanto para diseñadores como para clientes.

### ***Realidad virtual inmersiva***

La realidad virtual o entorno simulado que permite al usuario sentirse completamente inmerso, a través del uso de dispositivos como gafas VR o plataformas móviles compatibles, como lo es la aplicación Augin, así las personas pueden explorar y experimentar espacios virtuales como si estuvieran presentes en ellos. Esta tecnología combina gráficos de alta calidad con interactividad, ofreciendo una percepción realista y envolvente de los entornos simulados.

Esta aplicación es posible descargar, utilizarla como un plugin desde Revit, vinculando el modelo, a una nube, y así ser transmitida a otros dispositivos.

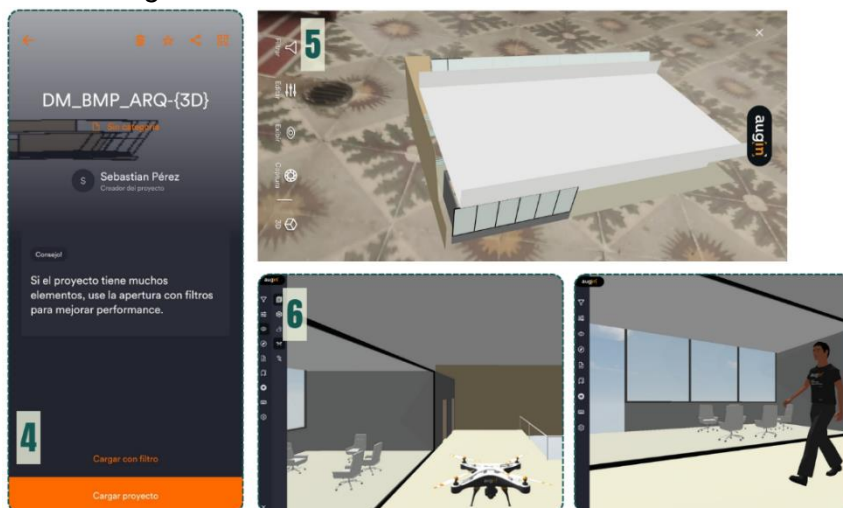
**Figura 42**  
*Interfaz de Revit y plugin Augin.*



*Nota.* Elaboración propia. Interfaz de Revit, con plugin de Augin para vinculación de modelos y su visualización externa.

Augin dentro de sus múltiples funciones tiene el poder traer el modelo a la vida real, por medio de los dispositivos. En el ámbito de la arquitectura, facilite la evaluación de diseños, la detección de errores y la optimización de espacios antes de la construcción. Tiene opciones de visualización en modo dron o por medio de un avatar.

**Figura 43**  
*Aplicación para móvil Augin*



*Nota.* Elaboración propia. Interfaz de aplicación para celular, modelo cargado, visualización en contexto real, y modos de usos de dron y avatar.

### **Conclusiones y Recomendaciones**

En primer lugar, se reconoce que la capacitación del personal es fundamental para garantizar el éxito de la adopción de BIM. La formación adecuada en esta metodología no solo mejora las habilidades técnicas, sino que también fomenta una comprensión más profunda de los beneficios potenciales de BIM.

Además, se ha identificado que la gestión del cambio organizacional juega un papel crucial en el proceso de implementación de BIM. Es fundamental establecer estrategias efectivas para comunicar los beneficios de BIM a todos los niveles de la organización, así como para gestionar las resistencias y preocupaciones que puedan surgir durante el proceso de cambio.

Por último, se destaca la importancia de promover una cultura de colaboración multidisciplinaria dentro de Quala S.A. La implementación exitosa de BIM requiere un enfoque integrado que fomente la comunicación y la colaboración entre diferentes áreas y equipos. Esto no solo facilita la adopción de BIM, sino que también puede conducir a una mejora significativa en la eficiencia y la calidad de los proyectos.

En términos de recomendaciones, se sugiere que el Área de Infraestructura de Quala S.A. invierta en programas de capacitación continua en BIM para su personal, con énfasis en la comprensión de los beneficios y la aplicación práctica de esta metodología en sus funciones específicas. Además, se insta a la empresa a desarrollar e implementar un plan integral de gestión del cambio.

Por otra parte, la implementación de la guía BIM, se puede probar con el proyecto piloto de la bodega de Master Plan.

### Lista de Referencia

- Angulo, A. M. (2011). La Pensión de Invalidez en Colombia. *La Pensión de Invalidez en Colombia*. Bogotá D.C., Cundinamarca., Colombia.: Universidad Libre de Colombia.
- Autodesk. (s.f.). ¿Qué es BIM? <https://www.autodesk.mx/solutions/bim/overview>
- BibLus. (s.f.). BIM 4D: Planificación de obra y simulación 4D.  
<https://biblus.accasoftware.com/es/bim-4d-planificacion-de-obra-y-simulacion-4d/>
- BuildingSMARTspain. (2021). *INTRODUCCIÓN A LA SERIE EN ISO 19650*. Publicado.  
[ES\\_Introducción a la ISO 19650 Mayo 2021.pdf](ES_Introducción_a_la_ISO_19650_Mayo_2021.pdf).
- Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). (2020). *BEP: Plan de Ejecución BIM*.  
<https://www.camacol.co/proyectos-estrategicos/bim-forum-colombia>
- Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol). (s.f.). *BIM Forum Colombia*.  
<https://www.camacol.co/proyectos-estrategicos/bim-forum-colombia>
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>
- Eastman, C. (1974, Septiembre). An outline of the building description system. *Institute of Physical Planning*, Pittsburgh, Pennsylvania,  
E.E.U.U..<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED113833.pdf>
- Giel, B., Issa, R. (2013). Return on investment analysis of using Building Information Modeling in construction. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 27(5), 511-521.  
[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000164](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000164)
- Hardin, B., McCool, D. (2015). BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows. 404 (1). 266-270.  
<http://iibimsolutions.ir/files/BIM/Ebook/BIM%20and%20Construction%20Management-2nd%20edition.pdf>

- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2018). *ISO 19650-1: Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil, incluyendo BIM — Gestión de la información mediante modelado de información de la construcción — Parte 1: Conceptos y principios*. ISO. <https://www.iso.org/standard/68078.html>
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2018). *Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil, incluyendo BIM — Gestión de la información mediante modelado de información de la construcción — Parte 1: Conceptos y principios* (ISO 19650-1:2018). <https://www.iso.org/standard/68078.html>
- Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. (2023). *Revista Chilena de Ingeniería*, 13(1), 11-25. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052013000100011&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052013000100011&script=sci_arttext)
- Ramírez, M. (2022). *Análisis de la implementación BIM en Colombia: Caso de estudio y diagnóstico de industria de la construcción*, Trabajo de grado – Pregrado, Universidad de los Andes. Seneca Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/1992/59246>
- Sánchez, J. (2013, 20 de marzo). *Sketchpad cumple 50 años: Cuando Sutherland soñó con el diseño asistido por ordenador*. Xataka. <https://www.xataka.com/otros/sketchpad-cumple-50-anos-cuando-sutherland-sono-con-el-diseno-asistido-por-ordenador>
- Segredo Pérez, A. M. (2013). Clima organizacional en la gestión del cambio para el desarrollo de la organización. *Revista Cubana de Salud Pública*, 39(2), 385-393. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662013000200017](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662013000200017)
- Zimmermann, A. (2000). *Gestión del cambio organizacional: Caminos y herramientas*. FLACSO Andes. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/>