



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL

Trabajo de fin de Carrera titulado:

Evaluación de envolvente en fachada multicapa en cuatro salas de cine con la implementación de la metodología BIM, Rol: Líder Estructural

Realizado por

Gustavo Eduardo Ávila Castro

Director del proyecto:

Violeta Carolina Rangel Rodríguez

Como requisito para la obtención del título de:

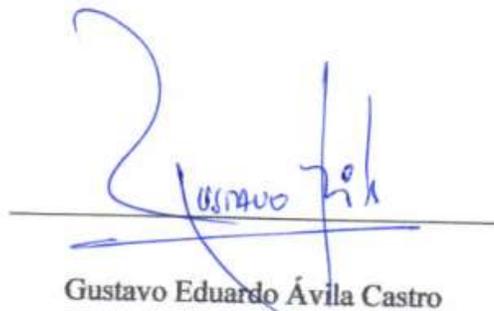
MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

QUITO, abril del 2025

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Gustavo Eduardo Ávila Castro, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 1708024177, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



Gustavo Eduardo Ávila Castro

C.I.: 1708024177

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Mgr. Violeta Carolina Rangel Rodríguez

LOS PROFESORES INFORMANTES:

PABLO TIBERIO VÁSQUEZ QUIROZ

MANUEL DEL VILLAR ALBUQUERQUE

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

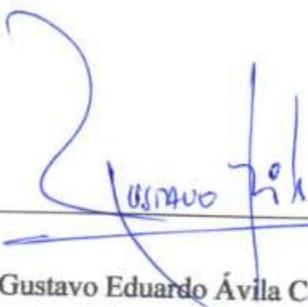
Ing. Pablo Tiberio Vásquez Quiroz

Arq. Manuel de Villar Albuquerque

Quito, abril de 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



Gustavo Eduardo Ávila Castro

C.I.: 1708024177

Dedicatoria

A mi amada esposa, Margarita, quien ha sido mi mayor soporte en este proceso. Gracias por estar siempre a mi lado, por cubrirme y asumir responsabilidades mientras yo me dedicaba a mis estudios. Tu comprensión, paciencia y apoyo incondicional fueron fundamentales para alcanzar esta meta. Este logro es también tuyo y nunca podré expresar lo agradecido que estoy por tenerte en mi vida.

Agradecimiento

A mis compañeros de grupo de trabajo: Paola, Alejandro, Cristina y Andrea, quienes con su dedicación, esfuerzo y compromiso contribuyeron decisivamente al éxito de este proyecto. Su apoyo y trabajo en equipo fueron fundamentales para alcanzar esta meta. También quiero agradecer a mis profesores que nos brindaron sus conocimientos y sobre todo su disposición para ayudarnos en todo momento.

Resumen

Este trabajo propone evaluar las diferentes capas envolventes que componen las salas de cine bajo implementación BIM (Building Information Modeling), a través de los diferentes usos y herramientas disponibles dentro de la metodología para garantizar una experiencia óptima para los usuarios.

En base a esta implementación también se busca demostrar la optimización de recursos y tiempo en las fases tempranas del proyecto. La integración de información de diseño, análisis, simulación - planificación facilitaran y clarificaran las decisiones del proyecto promoviendo la toma de decisiones informadas y ajustadas a las expectativas del cliente. De esta forma, se prioriza la detección de temprana de conflictos reduciendo la cantidad de errores durante la ejecución, asegurando la precisión en la estimación de costos y cronogramas, maximizando la eficiencia del sistema constructivo seleccionado con relación a los requerimientos técnicos-funcionales de las salas de cine, garantizando los requerimientos estéticos y económicos establecidos por el cliente.

El objetivo del líder estructural es asegurar la integridad, seguridad y funcionalidad de los elementos que conforman la estructura de la edificación. Se garantiza que el diseño cumpla con las normativas vigentes y los estándares de calidad, además de coordinar y gestionar el diseño utilizando la metodología BIM. Esto optimiza los recursos y facilita la colaboración entre los diferentes equipos de trabajo.

Palabras clave: BIM, eficiencia, gestión, optimización, colaboración.

Abstract

This work proposes evaluating the different envelope layers that compose cinema halls through the implementation of BIM (Building Information Modeling), utilizing the various applications and tools available within the methodology to ensure optimal user experience.

Based on this implementation, it also aims to demonstrate the optimization of resources and time during the early stages of the project. The integration of design information, analysis, simulation, and planning will facilitate and clarify project decisions, promoting informed decision-making aligned with the client's expectations. In this context, early conflict detection is prioritized, reducing the number of errors during execution, ensuring accuracy in cost and schedule estimations and maximizing the efficiency of the selected construction system in relation to the technical-functional requirements of cinema halls ensuring the aesthetic and economic requirements established by the client.

The objective of the structural leader is to ensure the integrity, safety and functionality of the elements that make up the building structure. It is guaranteed that the design complies with current regulations and quality standards, in addition to coordinating and managing the design using the BIM methodology. This optimizes resources and facilitates collaboration between different work teams.

Keywords: BIM, efficiency, management, optimization, collaboration

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURAMENTADA.....	2
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE	5
1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	18
1.1 Modelado de información de la construcción	18
1.2 Descripción del proyecto	19
1.3 Descripción de la ubicación de la propuesta	19
1.4 Argumentación y alcance	20
1.5 Justificación.....	21
1.6 Planteamiento del problema	22
2 CAPÍTULO 2: OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS.....	23
2.1 Objetivo General	23
2.2 Objetivos Específicos	23
2.3 Resultados esperados.....	23
3 CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM.....	25
3.1 Protocolos y documentación.....	25
3.1.1 Control de cumplimiento y plazos de entrega	25
3.1.2 Seguridad de datos y transparencia.....	25
3.1.3 Alcance de las actividades	26
3.2 EIR (Requisitos de información del empleador) y usos BIM	26
3.2.1 Usos BIM aplicados según EIR	28
3.3 Plan de ejecución BIM (BEP) y alcance del equipo de trabajo VisionBIM	29
3.3.1 Información del Proyecto.....	29
3.3.2 Hitos relevantes.....	30

3.3.3	Organigrama del equipo de trabajo.....	30
3.3.4	Roles y Responsabilidades.....	31
	Gerente BIM:	31
	Coordinador BIM:	31
	Líder de Arquitectura:.....	32
	Líder Estructural:.....	32
	Líder MEP:	33
3.3.5	¿Nivel de detalle por elementos arquitectónicos, estructurales y MEP	
(LOD)	33	
	Arquitectura	34
	Estructura.....	34
	MEP (Mecánica, Eléctrica e Hidrosanitaria):.....	35
3.3.6	Nomenclatura de archivos	35
3.3.7	Coordinación de modelos	36
3.3.8	Entregables.....	37
	Documentos Iniciales.....	37
	Documentación Técnico - Económica.....	37
3.3.9	Hitos de entregables.....	38
3.4	Auditoria y aseguramiento de calidad de los modelos	39
3.5	Selección de Herramientas tecnológicas	39
3.5.1	Revit 2024 (Modelado de disciplinas y producción de entregables): ...	39
3.5.2	Presto 2024 (Costos y presupuestos de obra 5D):	40
3.6	Archivo de protocolo interno y estilos	40
3.7	Entorno Común de datos	41
3.8	Medidas emergentes para garantizar la continuidad del trabajo	42

3.9	Gestión de la información	43
4	CAPITULO 4.....	47
4.1	Rol Líder Estructural 	47
4.2	Objetivos de Rol.....	47
4.2.1	Objetivo general.....	47
4.2.2	Objetivos específicos	47
4.3	Flujo de trabajo del modelador estructural	48
4.3.1	Referencias para el trabajo del modelador estructural.....	50
4.3.2	Modelado en Revit.....	52
4.3.3	Auditoría disciplinar con el uso del Model Checker de Revit.....	58
4.3.4	Auditoria de interferencias disciplinar con el uso de Navisworks.....	60
4.4	Entrega del archivo auditado a la coordinación	62
4.5	Resolución de conflictos interdisciplinarios.....	62
	63
4.6	Elaboración de entregables del proyecto.....	63
4.7	Planificación 4D de la disciplina.....	64
4.7.1	Creación de un EDT	65
4.7.2	Definición de precedencias y relaciones.....	66
4.7.3	Estimación de duración de las tareas.	67
4.7.4	Creación de un diagrama Gantt	68
4.7.5	Integración de la programación en Navisworks	69
4.8	Cuantificación 5D.....	70
4.8.1	Exportar el modelo a Presto.....	71
4.8.2	Programación de los rubros en Presto.....	71
4.8.3	Asignación de unidades y precios unitarios a los rubros	71

4.8.4	Generación del presupuesto estructural	72
5	CONCLUSIONES	73
6	RECOMENDACIONES	74
7	ANEXOS	76
	Cuadro de anexos:	76
	BIBLIOGRAFÍA	1

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Lista de Abreviaturas BIM.....	17
Tabla 2. Tabla de puntos georreferenciados.....	20
Tabla 3. Información del proyecto	30
Tabla 4. Hitos relevantes del proyecto	30
Tabla 5. LOD recomendado por la Penn State University para cada Uso Bim.....	34
Tabla 6. Estructura nomenclatura de archivos	35
Tabla 7. Lista de entregables	38
Tabla 8. Hitos de entregarles de coordinación	38
Tabla 9. Anexos.....	76

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. (Mapa predial DMQ, 2024) Ubicación del lote del proyecto.....	19
Ilustración 2. Organigrama del equipo de trabajo- Oficina VisionBIM.....	31
Ilustración 3. Matriz de Interferencias.....	36
A continuación, en la Ilustración 4 se presenta la organización de la información:	42
Ilustración 5. Organización de carpetas dentro de ACC	42
Ilustración 6. Formato de minuta de reunión.....	43
Ilustración 7. Incidencia 148	45
Ilustración 8. Documento de control de avance en tiempo real	46
Ilustración 9 Flujo del lider estructural	48
Ilustración 10 Flujo de trabajo del modelador estructural.....	49
Ilustración 11 Referencias en el flujo del modelador estructural	50
Ilustración 12 Protocolo de modelado de elementos.....	53
Ilustración 13 Edición de elementos cimentación estructural	53
Ilustración 14 Modelado de cimentación en Revit.....	54
Ilustración 15 Modelado de contrapiso con Revit.....	55
Ilustración 16 Modelado de columnas y vigas en Revit.....	56
Ilustración 17 Modelado cerchas y correas de cubierta.....	57
Ilustración 18 Modelado de graderíos para butacas	58
Ilustración 19 Configuración de reglas dentro del Model Checker.....	59
Ilustración 20 Resultados del Model Checker.....	59
Ilustración 21 Exportación de archivos	60
Ilustración 22 Pruebas realizadas en Clash Detective de Navisworks	61
Ilustración 23 Informe de transmisión.....	62
Ilustración 24 Informe de colisiones	63

Ilustración 25	Modelo terminado y auditado.....	63
Ilustración 26	Planos de detalle.....	64
Ilustración 27	Flujo de planificación del líder estructural.....	65
Ilustración 28	Estructura de desglose del trabajo EDT	66
Ilustración 29	Diagrama de red	66
Ilustración 30	Estimación de tiempos en actividades estructurales.....	67
Ilustración 31	Diagrama de Gantt.....	68
Ilustración 32	Importación de información de MS Project	69
Ilustración 33	Enlace de elementos a la programación de obra	69
Ilustración 34	Flujo cuantificación de costos 5D	70
Ilustración 35	Exportación de elementos a través de Cost-it	71
Ilustración 36	Asignación de precios unitarios en Presto.....	72
Ilustración 37	Presupuesto estructural generado en Presto	72

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	DISCIPLINA
4D	Gestión de la programación (análisis de tiempos)
5D	Gestión de costos
6D	Evaluación de sostenibilidad
BEP	Plan de ejecución BIM
EIR	Requisitos de información del empleador
LOD	Nivel de desarrollo
LOI	Nivel de información
RVT	Extensión de archivo de Revit
RFA	Extensión de familia de Revit
RTE	Extensión de plantilla de Revit
CDE	Entorno común de datos
IFC	Formato de intercambio de datos
RCI	Instalaciones de red contra incendio
APP	Instalaciones de agua potable
ALL	Instalaciones de aguas lluvias
ASS	Instalaciones de aguas servidas
ACU	Acústico
AMB	Ambiental
ARQ	Arquitectura
EST	Estructura
DAT	Instalaciones de datos/telecomunicaciones
BIM	Building Information Modeling
WIP	Trabajo en progreso
DM	Control documental
EII	Instalaciones eléctricas
MEP	Mecánica, electricidad y plomería

*Tabla 1. Lista de Abreviaturas BIM
Realizado por: Elaboración propia*

1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Modelado de información de la construcción

“La idea de crear modelos digitales para la construcción se remonta a la década de 1960, cuando surgió la necesidad de desarrollar representaciones digitales flexibles de edificaciones.” (Guevara, 2020)

“BIM es una metodología de trabajo colaborativo aplicada al sector de la construcción, una colección de datos de un edificio organizados para facilitar la gestión de proyectos de ingeniería, arquitectura y construcción consiguiendo mejoras en el resultado y eficacia en los procesos. Todos los profesionales implicados en un proyecto de construcción pueden trabajar sobre un único proyecto en tiempo real con acceso a la misma información.” (Gimenez, 2019)

En la actualidad BIM continúa expandiéndose gracias a tecnologías como la nube, que facilitan el trabajo remoto y la colaboración en tiempo real. Su futuro está vinculado al SIG. (Sistema de Información Geográfica).

La adopción de BIM ha permitido una mayor colaboración entre arquitectos, ingenieros y constructores, facilitando la detección anticipada de conflictos y reduciendo errores en la fase de construcción. Por otro lado, también ha mejorado el desarrollo y gestión de recursos, además ha proporcionado una visión más integral del ciclo de vida de los proyectos de construcción, es por eso que la implementación de la metodología es adecuada para este proyecto tomando en cuenta el avance y aporte que permite tener durante el desarrollo de proyecto tomando en cuenta un flujo adecuado de trabajo bajo un protocolo pensado para este proyecto.

1.2 Descripción del proyecto

La propuesta de proyecto “Plaza cine” se ubica en la ciudad de Quito sobre la avenida de Los Granados una de las principales arterias de acceso a la ciudad, el sector además cuenta con varios equipamientos cercanos como una universidad, un centro comercial, supermercados y tiendas comerciales. Al estar ubicado en esta zona, el proyecto “Plaza Cine” se integra al equipamiento existente previamente mencionado, aportando un espacio de esparcimiento que beneficia tanto a los usuarios locales como a aquellos provenientes de áreas más alejadas de la ciudad.

En principio, la propuesta deberá incluir un programa complementario al uso principal, representado por las salas de cine. Este proyecto estará conformado por zonas de descanso y restaurantes, diseñados para garantizar una experiencia integral y fomentar la afluencia constante de usuarios al conjunto. Dadas estas condicionantes del proyecto arquitectónico además de la complejidad técnica de implementar las salas de cine y sus materiales constructivos, la adopción de la metodología BIM (Building Information Modeling) se presenta como una herramienta esencial para el desarrollo, optimización y evaluación del proyecto, cuyos detalles se abordarán a continuación.

1.3 Descripción de la ubicación de la propuesta



Ilustración 1. (Mapa predial DMQ, 2024) Ubicación del lote del proyecto
Fuente: Google Earth

La ilustración 1 demuestra la conformación del entorno inmediato al proyecto además de la vía de acceso principal sobre la avenida De los Granados, dentro de los registros prediales municipales encontramos la siguiente información relacionada al lote:

- Barrio/sector: El Batan
- Parroquia: Iñaquito
- Área grafica (según levantamiento topográfico): 9.888,51 m²
- Frente total: 73,64 m
- Forma de ocupación: Aislada
- Clasificación del suelo: (SU) Suelo urbano
- Uso suelo específico: (M) Múltiple
- COS PB: 40 %
- Retiros: Frontal=5m Lateral=3m Posterior=3m
- Número de pisos: 4

La tabla 2 a continuación muestra los puntos limite georreferenciados para el terreno donde se desarrollará la propuesta.

COORDENADAS WGS-84 UTM-17S		
PUNTOS	NORTE	ESTE
P1	9981355.3277	781204.8640
P2	9981352.3307	781279.5317
P3	9981213.8810	781276.8525
P4	9981216.9428	781204.9589

Tabla 2. Tabla de puntos georreferenciados
Fuente: Elaboración Propia

1.4 Argumentación y alcance

El cliente propietario del terreno con el objetivo de abrir una nueva línea de negocios en el área de entretenimiento ha planteado la necesidad de la construcción de salas de cine. Para el cumplimiento de este objetivo el cliente tiene varias necesidades

básicas descritas a través de un programa arquitectónico básico donde se resumen las siguientes áreas:

- Por lo menos 4 salas de cine completamente equipadas, con una capacidad de entre 140 a 150 usuarios por sala.
- Área de descanso y estadía media, semiabierta con áreas de cocina para restaurantes o cafeterías.
- Zona de parqueaderos según número de usuarios y normativa vigente.
- Área administrativa y de boleterías para 12 empleados.
- Áreas exclusivas y acceso independiente para empleados.
- Áreas técnicas necesarias para el correcto funcionamiento del establecimiento.

1.5 Justificación

Como parte de su planificación estratégica de nuevos proyectos, el cliente ha decidido contratar el diseño y construcción bajo metodología BIM (Building Information Modeling), con el objetivo de optimizar recursos y tiempo. Este enfoque permitirá mejorar el diseño, la coordinación y planificación del proyecto de manera más eficiente a través del uso de modelos integrados donde se podrá identificar y resolver interferencias entre disciplinas evitando así la mayor cantidad de contratiempos en la etapa de ejecución.

Otro de sus objetivos es minimizar el riesgo de afectación a los plazos y presupuestos a través de simulaciones avanzadas que vinculen las diferentes disciplinas con el cronograma de ejecución (4D) y el presupuesto (5D) asegurando el control de la ejecución y alineada con los objetivos del cliente. Los cuales de manera general son:

- Diseño y modelado de todas las especialidades y subespecialidades (Arquitectura, estructura y MEP).

- Propuesta para el uso y aplicación de materiales que optimicen tiempos de ejecución y costo.
- Elaboración de cronograma de ejecución y presupuesto.
- Coordinación general de la etapa de diseño.
- Transmisión de entregables finales.

Esta información se encuentra desplegada en el Anexo 1 correspondiente al EIR (Requisitos de información del empleador).

1.6 Planteamiento del problema

A partir de la información entregada por el cliente y sus requerimientos EIR (Requisitos de información del empleador) se da respuesta a través de la elaboración del BEP (Plan de ejecución BIM) donde se detallará:

- Objetivos de proyecto en relación con los usos BIM.
- Roles y responsabilidades del equipo desarrollador.
- Protocolos y estándares.
- Procesos y flujos de trabajo.
- Alcance de modelos BIM (LOD).
- Herramientas tecnológicas.
- Entregables.

Otro requerimiento del cliente es la evaluación de la envolvente y la propuesta de materialidad que deberá tener dicha envolvente de manera que justifique tanto en tiempo de ejecución como costo. En este apartado se planea la simulación constructiva y la evaluación de costos. Esta información se encuentra desplegada en el Anexo 2 correspondiente al BEP (Plan de ejecución BIM).

2 CAPÍTULO 2: OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

2.1 Objetivo General

El objetivo es evaluar la implementación de las diferentes envolventes que conformarán las 4 salas de cine a través de la metodología BIM para determinar la eficiencia del sistema constructivo, su costo y tiempo de ejecución.

2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollo de modelos por disciplinas y subdisciplinas con niveles de desarrollo desde LOD 200 hasta LOD 350.
- Coordinación de modelos federados, auditados los cuales permitan identificar conflictos y asegurar la precisión del sistema constructivo.
- Detallar el modelo del sistema constructivo de la envolvente con el nivel de detalle adecuado para realizar los estudios de planificación temporal (4D) y control de costos (5D).

2.3 Resultados esperados

Los principales resultados deberán estar alineados con los requisitos de información del cliente EIR y los usos BIM a desarrollar. El documento de respuesta a estos requisitos, conocido como BEP, contemplará todos los procesos y protocolos de información que llevará a cabo la parte contratada.

La información de salida generada por la parte contratada deberá contar también con el nivel de desarrollo necesario para su ejecución además de la trazabilidad de dicha información y los medios digitales utilizados para este fin. La generación del componente administrativo relacionado con dichos entregables deberá estar sustentada con las simulaciones o corridas de coordinación especificadas dentro del BEP, por último, se deberá liberar los entregables finales a satisfacción del cliente en formato digital.

De esta forma permitirá optimizar el diseño, coordinar y planificar del proyecto de una forma más eficiente ya que a través de los modelos integrados, se pueden detectar y resolver interferencias entre disciplinas para garantizar que en el proceso de construcción no haya afectaciones ni de tiempo ni de presupuesto a causa de estas interferencias, garantizar la coherencia entre las especialidades y generar simulaciones que vinculen el modelo federado con el cronograma (4D) y el presupuesto (5D).

3 CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

La aplicación de la metodología en el proyecto Plaza Cine llega a ser una solución ante la necesidad de tener mayor control tanto de tiempo como presupuesto por el tipo de proyecto y complejidad de este ya que se tiene la opción de modelarlo digitalmente antes de construirlo con el fin de corregir y dar soluciones a tiempo en la etapa de anteproyecto según las directrices presentadas por el cliente.

3.1 Protocolos y documentación

En lo referente a protocolos y usos exigidos por el cliente, se estableció un marco en base a la norma ISO19650 en donde la información de entrada sea lo más completa posible estructurando los procesos de implementación, calidad, colaboración, objetivos, tiempos y presupuestos.

Para el desarrollo del protocolo del proyecto los contratos del equipo BIM con funciones y alcances claramente especificados, EIR y usos BIM estipulados dentro de el mismo, archivo de protocolos y estilos a utilizar y el BEP con información clara y flujos de trabajo bien establecidos.

3.1.1 Control de cumplimiento y plazos de entrega

Al establecer los principales hitos del proyecto con los estándares de calidad deseados para cada modelo como son su formato, niveles de información y detalle (LOD) se establecerán los mecanismos que garanticen el cumplimiento como son auditorias de modelo, flujos de revisión y transmisiones.

3.1.2 Seguridad de datos y transparencia

De acuerdo con lo establecido en el contrato con el cliente y en cumplimiento con la norma ISO19650, se garantiza la seguridad de la información compartida. Toda la documentación deberá ser almacenada y ordenada dentro del entorno común de datos (CDE) el cual como mínimo deberá regular los niveles de acceso, gestionar el control de

usuarios y sus roles, transparentar información entre las partes, registros de uso y trazabilidad del movimiento de información.

3.1.3 Alcance de las actividades

Los hitos establecidos por la gerencia darán la ruta a seguir en conjunto con la documentación oficial del proyecto. La delimitación del trabajo mediante estos mecanismos de control tiene como objetivo que las actividades realizadas sean lo más eficiente posible, disminuyendo los retrasos en el cronograma y enfocadas en los objetivos principales y específicos del proyecto.

3.2 EIR (Requisitos de información del empleador) y usos BIM

“Este documento se establece como un método de comunicación de la parte contratante para definir los requisitos de información especificando las actividades y medios digitales necesarios durante la fase de entrega de un activo” (BibLus, s.f.).

Para dar inicio al proyecto fue de vital importancia la interpretación del EIR y definir claramente las solicitudes que nuestro cliente requería.

Se establecen los siguientes puntos clave dentro de los requerimientos, para dar cumplimiento efectivo a las necesidades del cliente y alcanzar los objetivos del proyecto:

- Descripción básica del proyecto
- Equipo de trabajo y roles a ejecutar
- Objetivo general
- Objetivos específicos
- Usos BIM
- Plan de entrega de información
- Requisitos de información
- Plantillas de proyecto BIM
- Nivel de detalle (LOD)

- Nivel de información (LOIN) requerido
- Requisitos de responsabilidad
- Protocolo de coordinación BIM
- Estándares de calidad y auditoría de modelos
- Protocolo de clasificación y nomenclatura
- Programas y licencias
- Entregables
- Conclusiones de la propuesta

El EIR (Anexo 1) fue realizado en función de la necesidad del propietario del terreno cuyo objetivo era abrir una nueva línea de negocios en el área de entretenimiento. Para el efecto, el cliente solicitó por lo menos 450 asientos para recuperar su inversión, por lo que se distribuyeron en 4 salas de cine con 120 butacas cada una. Asimismo, el cliente indicó la necesidad de diversificar el negocio implementando restaurantes un patio de comidas y oficinas administrativas.

Durante el proceso de diseño de especialidades, se determinó la necesidad de implementar por lo menos 20 baterías sanitarias, 2 baños para personas discapacitadas, y áreas de servicio para el personal.

El cliente proporcionó un diseño esquemático en 2D del proyecto, así como las especificaciones técnicas propias como lo son: tipo de aislamiento acústico y de iluminación, estructura para pasillo de proyección y detalle de pantalla. Además, el cliente menciona que le gustaría contar con un buen archivo de la información para etapas futuras de mantenimiento o remodelación del proyecto, también enfatizó en que construcción se debe realizar sin contratiempos con un presupuesto preciso.

Con estos elementos, se determinaron los usos BIM necesarios y los equipos de las disciplinas elaboraron la propuesta que se presenta en este trabajo.

3.2.1 Usos BIM aplicados según EIR

Análisis de requerimientos del programa de arquitectura: Es el proceso en el cual se pueden plasmar los requerimientos del Cliente, este proceso permitió la toma de decisiones de diseño estructural, arquitectónico y MEP en la cual se determinó la posición de las salas de cine, restaurante, oficinas, baños y patio de comidas. Asimismo, se recomendó la fachada y las mejores opciones de para la cubierta del patio de comidas.

Obtención de documentación: Generar documentación gráfica y no gráfica que permita el entendimiento claro del proyecto para su construcción mediante el uso del entorno común de datos, en este caso Autocad Construction Cloud. Entregar un archivo de documentación que sirva para las etapas posteriores de mantenimiento o remodelación del proyecto.

Diseño de especialidades: Se deberá crear de los modelos necesarios para el correcto desarrollo del diseño y entregables tomando en cuenta el objetivo general y específicos del proyecto. Los modelos deberán contar con la información necesaria transferible a la base de datos inteligente la cual se puedan extraer la información relacionada a propiedades, cantidades, costos y programación.

Coordinación 3D: Incluirá el proceso de comparación, cruce y resolución de colisiones entre los distintos modelos desarrollados el uso N.7, el coordinador/a deberá encargarse de desarrollar un cronograma de hitos para las corridas de coordinación, elaborar diseño de la prueba y matriz específica de interferencias. Después de lo cual se deberán entregar los informes/archivos correspondientes que evidencien la realización de la coordinación.

Modela 4D / Planificación de fases: Deberá contar con gestión y simulación de los diferentes modelos 3D para la elaboración de un cronograma o simulación 4D (tiempo) el cual reflejará la secuencia constructiva lógica del proyecto. También deberá

incluir con especial atención la simulación constructiva de las capas que conformaran la capa de envolvente de las salas de cine.

Estimación de cantidades y costos: Este uso procesara la información contenida en uno o todos los modelos BIM creados, los cuales deberán estar listos para extraer cantidades de componentes y materiales de estos, en base a esta información se deberá presupuestar todos los rubros de construcción inherentes al proyecto. La extracción, gestión y desarrollo del presupuesto deberá ser elaborado con una herramienta externa la cual certifique la calidad del entregable final.

Revisión de modelos de diseño: Revisión periódica de los modelos de arquitectura, estructura y MEP, de tal forma en la que se puedan llegar a las versiones definitivas alineadas a las preferencias del cliente.

3.3 Plan de ejecución BIM (BEP) y alcance del equipo de trabajo VisionBIM

La elaboración del BEP está alineado a las necesidades, objetivos y usos estipulados anteriormente por el EIR. Para dicho documento se debe tener en cuenta buenas prácticas y cumplimiento de la norma ISO 19650, también se ha tomado en cuenta la referencia de el plan BIM Chile y su referencia de cómo desarrollar un pre BEP y un BEP definitivo adaptados al proyecto y necesarios para las actividades internas del equipo de trabajo. En general el BEP ahonda en los requisitos de información del cliente en relación con los procesos, flujos y actividades establecidas por VisionBIM para la correcta entrega del proyecto. Este archivo se encuentra como Anexo 2.

3.3.1 Información del Proyecto

A continuación, en la tabla 3 se detalla la información primordial del proyecto.

Promotor	UISEK
Nombre del proyecto	“PLAZA CINE”

Ubicación del proyecto	Av. De Los Granados 3677506, Sector Iñaquito, Parroquia El Batán, en la ciudad de Quito.
Descripción breve del proyecto	Complejo que consta de una plaza con patio de comidas, 4 salas de cine y evaluación de envolvente de estas, boletería, baños, bodega, pasillos de circulación, área de parqueaderos.
Área del predio	10147,22m2
Área de construcción	8555,72m2
Numero de predio	3677527

Tabla 3. Información del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Hitos relevantes

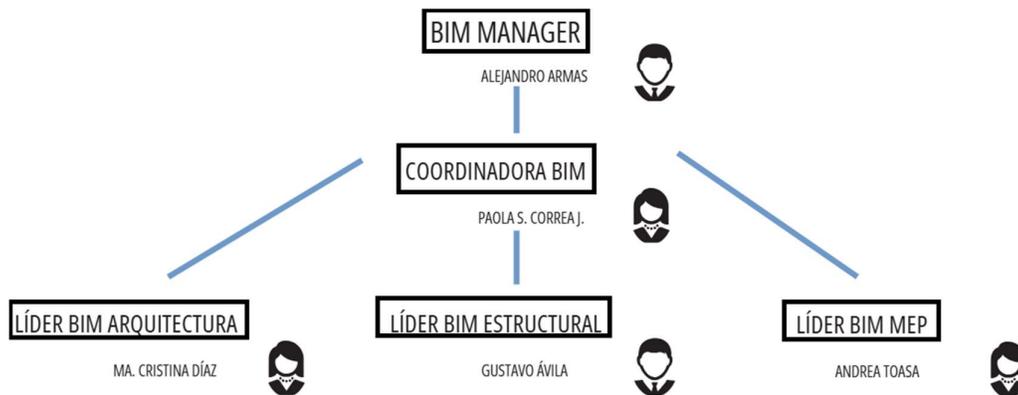
No.	HITO	FORMATO	RESPONSABLE
1	EIR	.pdf	Gerente BIM
2	PRE BEP	.pdf	Gerente BIM
3	BEP	.pdf	Gerente BIM
4	Anteproyecto volumétrico	.pdf	Coordinador BIM
5	Plantillas de trabajo	.rfa	Coordinador BIM
6	Modelo arquitectónico	.rvt	Líder arquitectura
7	Modelo estructural	.rvt	Líder estructura
8	Modelo MEP	.rvt	Líder MEP
9	Coordinación de interferencias	.nwd	Coordinador BIM
10	Planos arquitectónicos	.pdf	Líder arquitectura
11	Planos estructurales	.pdf	Líder estructura
12	Planos MEP	.pdf	Líder MEP
13	Simulación Constructiva	.nwd	Coordinador BIM
14	Presupuesto de obra	.presto	Gerente/Coordinador BIM

Tabla 4. Hitos relevantes del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Organigrama del equipo de trabajo

Dentro de la estructura de trabajo y el equipo que conforma VisionBIM se planifica la contratación de 4 plazas de trabajo para el desarrollo de las principales

diciplinas del proyecto. Dicho alcance de los trabajos a desarrollar se establece a través del contrato de cada uno de los integrantes del equipo



*Ilustración 2. Organigrama del equipo de trabajo- Oficina VisionBIM
Fuente: Elaboración Propia*

3.3.4 Roles y Responsabilidades

Gerente BIM:

- Coordinación de diseño arquitectónico base
- Supervisar y coordinar todas las actividades relacionadas con BIM en el proyecto.
- Asegurar la integración y colaboración entre todas las disciplinas.
- Gestionar la implementación de BIM y garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Análisis de costos y presupuestación general de la Obra
- Planificación del cronograma de Obra

Coordinador BIM:

- Entrega de Plantillas de vista de cada disciplina y libro de estilos.
- Coordinar el flujo de información entre los diferentes equipos y disciplinas.
- Asegurar la correcta implementación de los estándares y protocolos BIM.

- Revisión de calidad de los modelos
- Realizar revisiones periódicas del modelo BIM para identificar y resolver posibles conflictos.
- Verificación de cumplimiento de las normativas de los modelos

Líder de Arquitectura:

- Creación y supervisión del modelo 3D
- Colaborar con los equipos estructurales y MEP para asegurar la coherencia del diseño.
- Participar en la elaboración del libro de estilo de arquitectura y plantillas de vistas de arquitectura
- Resolución de las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

Líder Estructural:

- Diseñar, analizar y modelar la estructura del edificio, asegurando su estabilidad y seguridad.
- Coordinar con el equipo de arquitectura para integrar los elementos estructurales en el diseño general.
- Participar en la elaboración del protocolo de estilo y plantillas de vistas
- Resolver las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

Líder MEP:

- Diseñar, planificar y modelar los sistemas mecánicos, eléctricos e hidrosanitarios del proyecto.
- Asegurar que los sistemas MEP cumplan con las normativas vigentes y no interfieran con otros elementos del proyecto.
- Colaborar con los equipos de arquitectura y estructura para integrar los sistemas MEP en el diseño general.
- Participar en la elaboración del protocolo de estilo y plantillas de vistas
- Desarrollo de los flujos de trabajo de la disciplina
- Resolver las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

3.3.5 ¿Nivel de detalle por elementos arquitectónicos, estructurales y MEP (LOD)

la recomendación de LOD de la Penn State University de acuerdo con los usos BIM, los cuales se han tomado como referencia para seleccionar el nivel de detalle de los elementos, respondiendo a los usos BIM aplicados en el proyecto.

USOS BIM	DESCRIPCIÓN	LOD recomendado Penn state Univerity
1 Análisis de requerimientos del programa de arquitectura	Es el proceso en el cual se pueden plasmar los requerimientos del Cliente, este proceso permitió la toma de decisiones de diseño estructural, arquitectónico y MEP en la cual se determinó la posición de las salas de cine, restaurante, oficinas, baños y patio de comidas. Asimismo, se recomendó la fachada y las mejores opciones de para la cubierta del patio de comidas.	200
2 Obtención de documentación	Generar documentación gráfica y no gráfica que permita el entendimiento claro del proyecto para su construcción mediante el uso del entorno común de datos, en este caso Autocad Construction Cloud	200

3	Diseño de especialidades	Desarrollo de los modelos arquitectónico, estructural y MEP, tomando en cuenta las necesidades del proyecto (aislamiento acústico, iluminación en salas, estructura, sistemas MEP, recolección de aguas lluvia)	300
4	Modelado 4D	Planificación de la fase de construcción tomando en cuenta todas especialidades	300-350
5	Revisión de modelos de diseño	Revisión de los modelos de arquitectura, estructura y MEP.	300
6	Estimación de costos y cantidades de obra	Obtener las cantidades de obra a partir de un modelo en 3D que permita realizar un presupuesto exacto	200-300
7	Coordinación de modelo	Detección de interferencias e incompatibilidades con otras especialidades de tal forma que no se presenten conflictos durante la construcción del proyecto.	350

*Tabla 5. LOD recomendado por la Penn State University para cada Uso Bim
Fuente: Elaboración propia.*

Con la finalidad de cumplir los usos Bim antes expuestos, se determinó que los niveles de desarrollo necesarios son los expuestos a continuación:

Arquitectura

LOD 300: Los elementos arquitectónicos como puertas, ventanas, paredes, pisos, mobiliario fijo, estarán modelados con precisión en cuanto a forma, tamaño, ubicación y orientación.

LOD 350: Los elementos arquitectónicos con detalles específicos de construcción, como capas de aislamiento acústico en las paredes, materiales antideslizantes en los pisos y acabados específicos, tendrán mayor detalle

Estructura

LOD 300: La estructura metálica del galpón estará modelada con precisión en cuanto a tamaño, forma, ubicación y orientación se debe Incluir detalles de los perfiles de acero y conexiones básicas.

LOD 350: Se incluyen detalles específicos de las conexiones estructurales, métodos de ensamblaje y cualquier refuerzo necesario

MEP (Mecánica, Eléctrica e Hidrosanitaria):

LOD 200: Los sistemas MEP estarán modelados esquemáticos, con una geometría aproximada en cuanto a tamaño y ubicación.

LOD 300: Los sistemas MEP estarán modelados con precisión en cuanto a tamaño, forma, ubicación y orientación. Incluye detalles de las tuberías de agua potable, sistemas contra incendios y conductos de ventilación y aire acondicionado.

3.3.6 Nomenclatura de archivos

Todos los archivos pertenecientes al proyecto Plaza Cine, tendrá una nomenclatura específica, con la siguiente estructura:

<i>PPP</i>	<i>FFF</i>	<i>AAA</i>	<i>DDD</i>	<i>TTT</i>	<i>ZZ</i>	<i>NNN</i>	<i>SSSS</i>
<i>Tipología del proyecto</i>	<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Fase</i>	<i>Disciplina</i>	<i>Tipo</i>	<i>Zona</i>	<i>Nivel</i>	<i>Número</i>

*Tabla 6. Estructura nomenclatura de archivos
Fuente: Elaboración Propia*

Las abreviaturas para usarse se describen de forma más detallada en el BEP (Anexo 2).

3.3.7 Coordinación de modelos

La coordinadora BIM, es la encargada de combinar los modelos disciplinares individuales (arquitectura, estructura, MEP) en un modelo federado para su revisión con Navisworks con el fin de detectar interferencias geométricas y revisar estándares de calidad del modelo. Las pruebas de interferencias multidisciplinares se realizarán de acuerdo con la matriz de interferencias (imagen) desarrollada por la misma coordinadora BIM.

		MATRIZ DE CHEQUEOS DE INTERFERENCIAS																																						
		SISTEMAS																																						
		ARQUITECTÓNICO						ESTRUCTURAL						HVAC				ELÉCTRICO				HIDROSANITARIO				SCI														
NIVEL DE GRAVEDAD		Tolerancia = 1cm						Tolerancia = 1cm						Tolerancia = 1cm				Tolerancia = 1cm				Tolerancia = 1cm				Tolerancia = 1cm														
NIVEL DE GRAVEDAD		ARQ MUROS	ARQ CIELO FALSO	ARQ VENTANERÍA	ARQ FACHADA	ARQ PISOS	ARQ CUBIERTA	EST CIMENTACIÓN	EST CONTRAPISO	EST COLUMNAS	EST CERCHAS	EST VIGAS	EST LOSAS COLABORANTES	EST GRADERIOS	EST FRISOS	HVAC DUCTOS	HVAC DUCTOS FLEXIBLES / MANGAS	HVAC DIFUSORES Y REJILLAS	HVAC EQUIPOS	HVAC TUBERÍA COBRE	IIEE ILUMINACIÓN (TUBERÍA, LÁMPARAS, INTERRUPTORES)	IIEE DETECCIÓN (TUBERÍA Y EQUIPOS)	IIEE AUDIO Y VIDEO (TUBERÍA Y EQUIPOS)	IIEE TABLEROS ELÉCTRICOS	IIEE BANDEJAS PORTACABLES	IIEE DATOS (TUBERÍA Y RACK)	HID AGUA POTABLE	HID TUBERÍA AGUA LLUVIA	HID TUBERÍA AGUA SERVIDA	HID PIEZAS SANITARIAS	SCI TUBERÍA	SCI ROCIADORES								
ARQUITECTÓNICO	ARQ MUROS	D	1	N	2	N	N	3	1	3	3	3	3	N	N	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N				
	ARQ CIELO FALSO	D	3	N	N	N	N	N	3	1	1	1	3	N	2	2	N	2	2	N	N	N	4	N	3	4	3	3	3	N	3	N	N	N	N	N				
	ARQ VENTANERÍA FACHADA	D	3	N	2	N	N	4	4	2	N	4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	4	N	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N			
	ARQ FACHADA	D	N	3	N	N	N	N	3	N	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
	ARQ PISOS	D	N	1	N	2	N	N	N	N	1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
	ARQ CUBIERTA	D	N	N	1	3	3	N	N	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
ESTRUCTURAL	EST CIMENTACIÓN	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	2	2	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N		
	EST CONTRAPISO	D	4	N	N	N	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
	EST COLUMNAS	D	3	3	4	N	N	N	3	3	N	3	3	N	3	3	N	3	3	N	N	N	N	3	N	4	4	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	
	EST CERCHAS	D	N	N	N	N	N	N	3	3	N	3	3	N	3	3	N	3	3	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	
	EST VIGAS	D	N	N	N	N	N	N	3	3	N	3	3	N	3	3	N	3	3	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	
	EST LOSAS COLABORANTES	D	2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
	EST GRADERIOS	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
	EST FRISOS	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
HVAC	HVAC DUCTOS	D	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	
	HVAC DUCTOS FLEXIBLES / MANGAS	D	N	3	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	
	HVAC DIFUSORES Y REJILLAS	D	N	N	4	N	N	N	4	N	N	4	N	N	N	N	N	4	N	4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	HVAC EQUIPOS	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	
	HVAC TUBERÍA COBRE	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	
ELÉCTRICO	IIEE ILUMINACIÓN (TUBERÍA, LÁMPARAS, INTERRUPTORES)	D	4	4	N	3	4	3	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N
	IIEE DETECCIÓN (TUBERÍA Y EQUIPOS)	D	4	4	N	3	4	3	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N
	IIEE AUDIO Y VIDEO (TUBERÍA Y EQUIPOS)	D	N	3	4	4	4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N
	IIEE TABLEROS ELÉCTRICOS	D	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	IIEE BANDEJAS PORTACABLES	D	N	N	3	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	3	N	3	3	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N	3	N
	IIEE DATOS (TUBERÍA Y RACK)	D	4	4	N	4	N	4	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N	4	N
HIDROSANITARIO	HID AGUA POTABLE	D	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N
	HID TUBERÍA AGUA LLUVIA	D	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N	4	N	2	2	N
	HID TUBERÍA AGUA SERVIDA	D	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	HID PIEZAS SANITARIAS	D	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SCI	SCI TUBERÍA	D	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	SCI ROCIADORES	D	N	N	3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

- N Descartar colisión
- D Chequear duplicados
- 1 Interferencias Críticas
- 2 Interferencias Altas
- 3 Interferencias moderadas
- 4 Interferencias menores

Ilustración 3. Matriz de Interferencias
Fuente: Elaboración propia

3.3.8 Entregables

Documentos Iniciales

- Planos de diseño 2D
- Modelo conceptual 3D
- Modelos BIM por disciplinas
- Modelo arquitectónico: Espacios comerciales, salas de cine, áreas comunes, acabados, detalles constructivos, etc. Formato .rvt
- Modelo estructural: Sistema de soportes, cimentación, vigas y columnas. Formato .rvt
- Modelo MEP: Sistema HVAC, eléctricos e hidrosanitario. Formato .rvt
- Dos renders de fachadas y 2 de espacios interiores

Documentación Técnico - Económica

- Planos constructivos extraídos del modelo BIM en los que incluyen plantas, cortes, detalles y elevaciones.
- Listados de cantidades: Mediciones precisas extraídas del modelo para estimaciones y presupuestos de obra
- Cronograma 4D: Vinculación del modelo con el plan de construcción para simular las etapas del proyecto.
- Planificación 5D: Presupuesto por disciplina y general del proyecto.

Entregable	Fase del Proyecto	Responsable de la entrega	Formato de Entrega
BEP	Diseño	Gerente BIM	.pdf
Modelo Arquitectónico	Diseño	Líder arquitectura	.rvt/.pdf
Modelo Estructural	Diseño	Líder estructura	.rvt/.pdf
Modelo Hidrosanitario	Diseño	Líder MEP	.rvt/.pdf
Modelo Eléctrico	Diseño	Líder MEP	.rvt/.pdf
Modelo Sistema contra incendios	Diseño	Líder MEP	.rvt/.pdf
Modelo Mecánico	Diseño	Líder MEP	.rvt/.pdf

Modelo de coordinación y matriz de interferencias	Diseño	Coordinador BIM	.nwd
Planos	Diseño	Líder arq/est/mep	.pdf/.dwg
Planificación de obra por disciplina	Planificación	Líderes ARQ/EST/MEP	.nwd
Planificación de obra general	Coordinación	Coordinadora	.nwd .mp4
Presupuesto de obra	Planificación	Gerente BIM	.pzh/.pdf

Tabla 7. Lista de entregables

Fuente: Elaboración propia

3.3.9 Hitos de entregables

Para planificación con fecha de los entregables se toma en consideración la fecha en la que se debe ir entregando la información por parte de los líderes de las disciplinas las cuales fueron entregadas por la coordinadora.

Hito de Coordinación	Colocación/Coordinación /Detección	Fecha
Hito 1	Coordinación de disciplinas. Coordinar con estructura según planos arquitectónicos base para resolución de la ingeniería. Definición de Área de cisterna, cuarto eléctrico, equipos HVAC	21/1/2025
Detección H1	Detección de conflicto Hito 1 Arq y Est	28/1/2025
Hito 2	Revisión de arquitectura y estructura para diseño definitivo con acabados	3/1/2025
Hito 3	Coordinación con MEP para definiciones de modelos según los últimos acabados arquitectónicos	3/1/2025
Hito 4	Coordinación con MEP con el modelo arquitectónico aprobado.	3/1/2025
Detección H2	Detección de conflictos Hito 1. Arquitectura 80%, Estructura 80% y MEP Hid 80%	6/1/2025
Hito 5	Entrega de los modelos arquitectónico 95%, estructura 100% y MEP Hid, eléctrico, HVAC 90%	10/2/2025
Detección H3	Detección de conflictos Hito 1 arquitectura, estructura y MEP	11/2/2025
Hito 6	Entrega de modelo arquitectónico, estructura y MEP 100%	15/2/2025
Detección H4	Detección de conflictos Hito 1 Arquitectura 100%, estructura 100% y MEP 100%	16/2/2025

Tabla 8. Hitos de entregarles de coordinación

Fuente: Elaboración propia

3.4 Auditoria y aseguramiento de calidad de los modelos

Para garantizar la calidad e integridad de los modelos se deberá realizar un proceso de auditoría interna de cada modelo por disciplina garantizando cumplimiento de la norma ISO 19650 y del manual de buenas prácticas de Revit 2024, entre los parámetros analizados están: resolución de avisos, desarrollo del modelo, ubicación y georeferenciación, depuración de los modelos y sistemas de familias.

3.5 Selección de Herramientas tecnológicas

Para las fases iniciales de diseño y coordinación, se eligió la suite de Autodesk junto con sus módulos relacionados, debido a que proporciona una herramienta integral para el diseño y la gestión BIM, cumpliendo con normas y protocolos reconocidos a nivel internacional.

3.5.1 Revit 2024 (Modelado de disciplinas y producción de entregables):

Para la etapa de diseño y modelado se utilizará para modelo de arquitectura, estructura, sistema hidrosanitario, HVAC, eléctrico y electrónico (MEP). Con el cual se obtendrá:

- Modelo 3D
- Documentación técnica
- Extracción de cantidades y partidas presupuestarias hacia Presto 2024.

Uso practico aplicado en el proyecto: Modelo de sistema constructivo propuesto en fachada y posterior cuantificación de sus partes básicas: acabados internos aislantes como gypsum, lana de vidrio y tapizón de tela, núcleo de mampostería de bloque prensado macizo de 20cm y al exterior paneles de aluminio compuesto (Alucobond).

Navisworks 2024 (Coordinación y simulación 4D):

Revisión y coordinación y simulación del proyecto, por lo tanto, permitirá:

- Coordinar los modelos de las diferentes disciplinas

- Determinar las interferencias de los modelos
- Revisión y validación de los modelos

Uso practico aplicado en el proyecto: Programación temporal del sistema constructivo de fachada y sus partes. Ayudará a evaluar la ruta crítica de instalación de la fachada.

3.5.2 Presto 2024 (Costos y presupuestos de obra 5D):

Permitirá la gestión económica y financiera del proyecto, por lo que permitirá:

- Presupuestar el proyecto
- Controlar costos

Uso practico aplicado en el proyecto: Dentro de la propuesta elaborada para el análisis de materiales a utilizar en la fachada se realzo un análisis comparativo donde se presentaron tres opciones de fachada para recubrir el núcleo de bloque interno.

3.6 Archivo de protocolo interno y estilos

El gerente BIM junto con la coordinadora BIM, han establecido los parámetros bajo los cuales los modeladores deberán trabajar. Mismos que están descritos en el manual de estilos (Anexo 3), dentro del cual se contemplan los siguientes puntos:

- Criterios específicos y generales de modelado
- Proceso de auditoría de modelos
- Estándares y normas utilizadas
- Organización del árbol de carpetas del entrono común de datos
- Unidades disciplinares a utilizar
- Método de georeferenciación de los modelos
- Abreviaturas
- Métodos de intercambio de información disciplinar
- Granularidad de los modelos

- Nomenclatura de los elementos
- Tipo y tamaño de letra

3.7 Entorno Común de datos

La implementación de un entorno común de datos (CDE) es fundamental en la metodología BIM, ya que establece un sistema de trabajo colaborativo que centraliza la información en un único espacio accesible para todos los participantes del proyecto. Este entorno permite el acceso en tiempo real a un conjunto compartido de datos, optimizando su gestión y facilitando la colaboración. Además, cuenta con mecanismos de seguridad que controlan el acceso, asegurando que cada usuario solo pueda visualizar la información correspondiente a su rol y responsabilidades dentro del proyecto.

La oficina VisionBIM hace uso de la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC) basada en la nube, la cual ofrece herramientas diseñadas para el trabajo colaborativo. Proporcionando un espacio centralizado y seguro para gestionar la información. Además, ACC incluye herramientas avanzadas para el seguimiento de actividades, control de versiones de documentos y gestión de cambios, lo que asegura que el equipo tenga acceso a las versiones más recientes y se eviten errores o confusiones. El gerente BIM junto con la coordinación BIM, han dispuesto un orden de carpetas, además que se han encargado de habilitar los permisos de acuerdo con el rol de cada miembro del equipo.

Dentro del ACC se trabaja con el siguiente orden de carpetas, basado de acuerdo con la ISO 19650:

01-Trabajo en progreso (WIP): Donde se encuentra la información desarrollada por el equipo de trabajo, esta información solo es visible y accesible para el equipo de trabajo creador.

02-Compartido: Información que ha sido aprobada para ser compartida con las demás partes involucradas, esta información es visible y accesible mas no editable, si se requiere de una edición la información debe volver al estado de trabajo en progreso

03-Publicado: Información cuyo uso ha sido autorizado para el diseño o construcción de un nuevo proyecto. La información de un proyecto final solo contiene datos que se encuentren en estado publicado o a su vez archivado.

04-Archivado: Registro completo de toda la información que ha sido compartida y publicada durante el proceso de gestión de la información.

A continuación, en la Ilustración 4 se presenta la organización de la información:

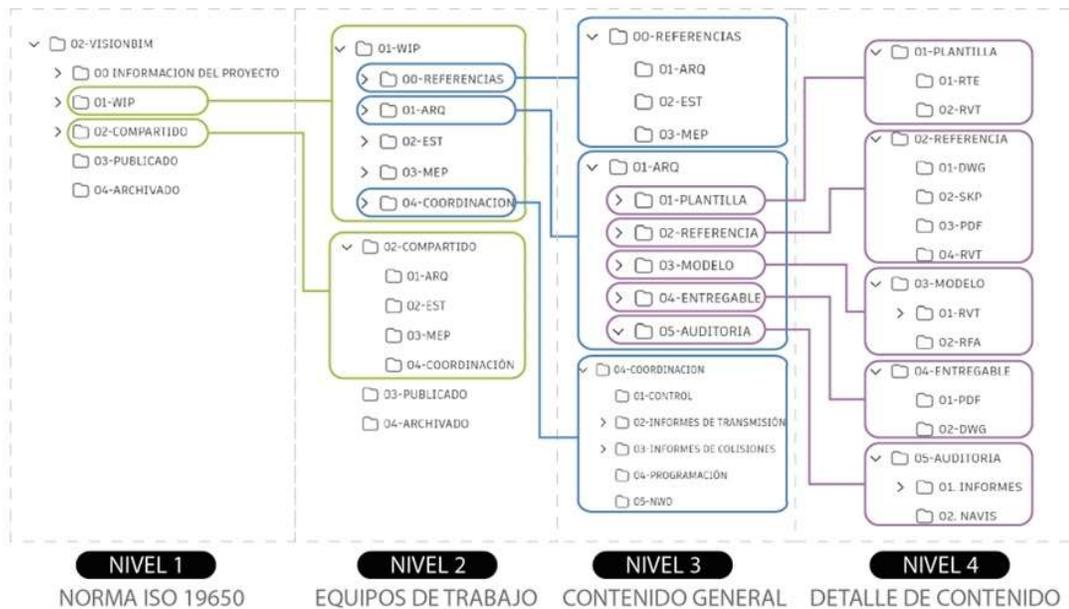


Ilustración 5. Organización de carpetas dentro de ACC
Fuente: Elaboración propia

3.8 Medidas emergentes para garantizar la continuidad del trabajo

Para no perder ningún tipo de información ni continuidad en el trabajo realizado por cualquier eventualidad como la falta de algún integrante del equipo o suspensión repentina del servicio, se prevé el uso de diferentes estrategias emergentes que garanticen la continuidad e integridad el trabajo.

3.9 Gestión de la información

Una comunicación clara, oportuna y asertiva es indispensable en el entorno BIM, el equipo de trabajo de VisionBIM aplicó las siguientes estrategias de comunicación:

Reuniones periódicas: Se mantuvieron reuniones virtuales todos los lunes a las 19h00 para discutir sobre los avances realizados cada semana, así como para resolver cualquier duda o inquietud que se haya presentado. Como resultado se realizaron actas de reunión (Anexo 4) en donde se especificó el desarrollo de la reunión y los compromisos adquiridos por cada miembro del equipo para la siguiente semana.

Para el efecto se utilizó la aplicación de reuniones programadas de Google meets, la cual permite tener un tiempo de reunión ilimitado y compartir pantalla para que la reunión sea lo más productiva posible.

Estructura del acta de reunión:

				ACTA DE REUNIÓN			Proyecto: PLAZA CINE Cliente: UISEK Contratista: VISION BIM		
MINUTA N°	01	CONTENIDO	MINUTA EQUIPO DE TRABAJO	D	M	A			
LUGAR:	Videoconferencia								
HORA:	18:00 hrs.								
OBJETIVO:	Presentación de proyecto								
PARTICIPANTES									
Miembros de equipo presente <ul style="list-style-type: none"> • Alejandro Armas – Gerente – Bim_Vision BIM • Paola Correa – Coordinador Bim_Vision BIM • María Cristina Díaz – Líder Arquitectura BIM • Gustavo Ávila – Líder Estructura Bim – Vision BIM • Andrea Toasa – Líder MEP Bim – Vision BIM 									
RESUMEN									
a. Presentación de equipo de trabajo. b. Presentación de proyecto a implementar al cliente.									

REALIZADO POR
Paola S. Correa J.

Ilustración 6. Formato de minuta de reunión
Fuente: Elaboración propia

Durante la ejecución del proyecto se han mantenido las siguientes reuniones:

No.	Fecha	Tema / Objetivos	Observaciones
1	30-oct-24	Reunión de arranque	
2	7/11/2024	Explicación entorno común de datos	
3	14/11/2024	Lineamientos de modelado inicial, definición de norte real y norte de proyectos a partir de plano georreferenciado.	
4	18/11/2024	Revisión del avance de modelo estructural y arquitectónico	
5	23/11/2024	Establecer flujos de revisión y permisos.	
6	26/11/2024	Revisión del avance de modelo estructural y arquitectónico	
7	27/11/2024	lineamientos para uso de carpeta compartida y entorno colaborativo con Revit	
8	28/11/2024	Automatización de flujos de trabajo en ACC	
9	4/12/2024	Verificación de sistemas de clasificación	
10	9/12/2024	Revisión del avance de modelo estructural y arquitectónico	
11	16/12/2024	Revisión del avance de modelo estructural y arquitectónico	Líder de arquitectura ausente por maternidad.
12	6/1/2025	Revisión de avances de modelo por cada disciplina	
13	13/1/2025	Definición de conjuntos de coordinación en Naviswork para realizar la detección de interferencias por medio de la herramienta “clash detection”.	
14	20/1/2025	Revisión de las incidencias realizadas en el Autocad Construction Cloud	
15	27/1/2025	Entrega de modelos arquitectónico y estructural al 90% de avance mediante un flujo de aprobación en Autocad Construction Cloud	

Tabla 9. Programación Avance de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Reportes: La plataforma Autodesk Construction Cloud permite reportar incidencias y comentarios, indicar observaciones específicas dentro de los modelos de tal forma que sea fácil para los modeladores identificar y corregir; esta herramienta permite poner comentarios, haciendo la comunicación entre los especialistas asertiva. En el Anexo 5 de las incidencias se puede observar un informe con 214 incidencias de todas las especialidades y sus respectivos comentarios, como por ejemplo la incidencia 148 que se muestra a continuación:

Incidencias

The screenshot displays a web interface for managing incidents. On the left, a table lists several incidents, with the one for ID #148 highlighted. On the right, a detailed view of incident #148 is shown, including a 3D architectural rendering of a building interior.

Título	ID	Estado	Tipo	Asignado a
Design	#102	Cerrada	Design	Andrea Toasa
Design	#147	Cerrada	Design	María Díaz
Design	#148	Cerrada	Design	María Díaz
Design	#149	Cerrada	Design	María Díaz
Design	#182	Cerrada	Design	-
Design	#183	Cerrada	Design	María Díaz

Incidencia n.º 148

Detalles Registro de actividad

Anular publicación Suprimir

Miniatura de la incidencia

Título: Design

Estado: Cerrada

Tipo: Design > Design

*Ilustración 7. Incidencia 148
Fuente: Elaboración propia*

Estos comentarios también son notificados mediante correo electrónico para que los miembros del equipo puedan atender la observación oportunamente.

Comunicación directa mediante llamada o mensaje de texto: También se ha utilizado la aplicación WhatsApp como forma de comunicación en caso de no tener acceso a la plataforma Autodesk Construction Cloud, particular que sucedió por la falta de electricidad durante los cortes de luz aplicados en noviembre y diciembre.

Para esto, se creó un grupo de WhatsApp con todos los integrantes de tal forma que cualquiera pueda escribir y conocer las inquietudes del resto del equipo. De todas maneras, en las reuniones semanales se aclaraban los puntos tratados mediante mensajes de texto.

4 CAPITULO 4

4.1 Rol Líder Estructural|

Visión BIM requería un Líder estructural para el proyecto Plaza Cine con el siguiente perfil: experiencia en Ingeniería Estructural con amplio conocimiento de las normativas vigentes en el Ecuador como son la NEC 2015, especificaciones AISC, Norma AWS, Código ACI y sobre todo conocimiento y manejo de herramientas BIM como dominio en programas Revit, Navisworks y Presto, además de la familiaridad con el uso de un Entorno Común de Datos como el Autodesk Construction Cloud, también el uso de herramientas de estructura de desglose de trabajo y manejo de programación y planificación de obra.

4.2 Objetivos de Rol

4.2.1 Objetivo general

El objetivo del Líder Estructural en Visión BIM es diseñar una estructura segura y funcional que cumpla con la normativa vigente en el Ecuador garantizando el diseño, además de coordinar con su equipo de trabajo la metodología BIM, en el modelado del proyecto, la planificación 4D y la cuantificación de costos 5D, optimizando recursos y facilitando la colaboración multidisciplinar, por lo que se requiere un correcto manejo de la gestión documental dentro de un entorno común de datos.

4.2.2 |Objetivos específicos

El líder estructural BIM en el proyecto Plaza Cine su objetivo principal es implementar y controlar el modelo estructural cumpliendo todos los estándares, además, debe facilitar información actualizada y detallada al Coordinador BIM, para garantizar la coherencia y efectividad en la colaboración entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo.

Las funciones y responsabilidades del Líder estructural se encuentran detalladas en siguiente flujo de trabajo representada en la ilustración 9

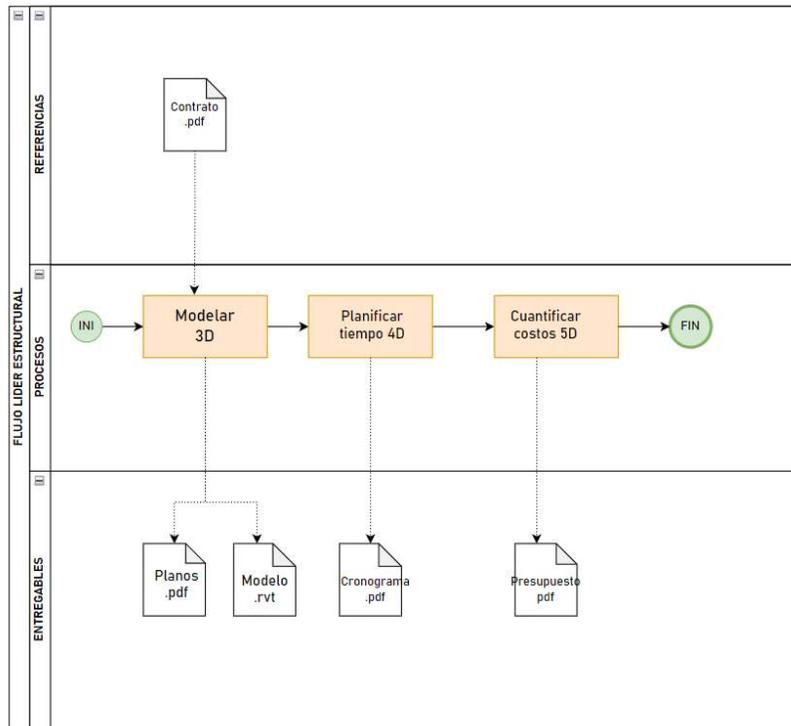


Ilustración 9 Flujo del líder estructural

En este flujo, se observa que las principales actividades a cargo del líder estructural incluyen la entrega de un modelo 3D que contenga toda la información necesaria en los elementos modelados, así como la planificación 4D y la cuantificación de costos 5D del proyecto estructural.

4.3 Flujo de trabajo del modelador estructural

Para la entrega del modelo estructural 3D, el líder estructural estableció el siguiente flujo de trabajo para su modelador, el cual se detalla en la ilustración 10

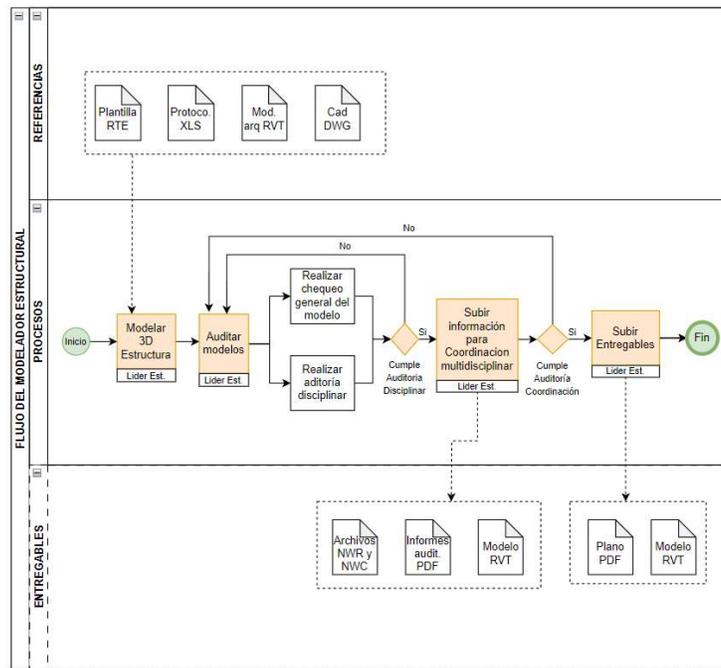


Ilustración 10 Flujo de trabajo del modelador estructural

La línea principal de este flujo establece las siguientes actividades a realizar: modelado en 3D utilizando la información proporcionada por la coordinación, de acuerdo con las directrices de la oficina Visión BIM para este tipo de trabajos. Esto incluye las plantillas de trabajo, donde se especifican el formato del navegador de proyectos, el protocolo que abarca los criterios de modelado, los estándares y normas a utilizar, la organización de carpetas dentro de la plataforma colaborativa Autodesk Construction Cloud, la definición del LOD de cada elemento, y la nomenclatura de cada archivo. Además, se nos proporcionó el modelo arquitectónico 3D, que sirve como referencia para los niveles y los ejes considerados, junto con un archivo de la implantación en CAD como información de referencia.

La manera más eficiente de trabajar es unificando los elementos que vamos a modelar, basándonos en esta premisa, hemos decidido implementar una codificación estandarizada para los elementos en REVIT. La codificación facilita el reconocimiento de los elementos por parte del equipo de trabajo, tanto arquitectos como ingenieros y técnicos en la

elaboración de proyecto, con este tipo de codificación de elementos podemos asegurar que todos hablamos el mismo idioma para llamar a un elemento, para la codificación utilizamos el “Manual de nomenclatura de elementos BIM con Revit de BIM Learnig, edición 1, año 2021”.

Es importante destacar que también se utilizó la clasificación Unifomat para cada elemento modelado. Unifomat es un sistema de clasificación que organiza los elementos de la edificación según su función y ubicación dentro de la estructura, en lugar de basarse en los materiales o métodos de construcción. Este sistema facilita la gestión, análisis y comparación de costos y desempeño de los elementos del proyecto.

4.3.1 Referencias para el trabajo del modelador estructural

Para iniciar el trabajo de modelado estructural, la coordinación proporcionó una plantilla estructural que define el navegador de proyectos con carpetas organizadas en plantas, vistas, alzados y tablas de planificación. Además, se incluyen plantillas de vista específicas para cortes y detalles 3D, como se detalla en la ilustración 11

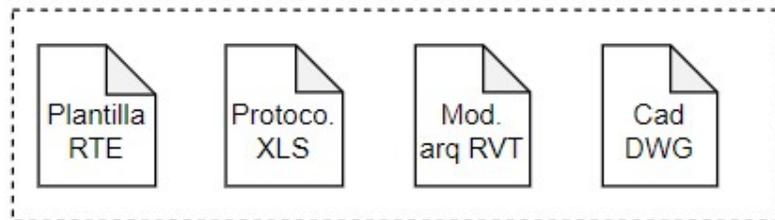


Ilustración 11 Referencias en el flujo del modelador estructural

Además, se incluye el protocolo que define los criterios de modelado que deben considerarse. Entre estos criterios se encuentran: modelar todos los elementos nivel por nivel; referenciar el proyecto estructural con los niveles arquitectónicos; crear un único modelo por disciplina; utilizar plantillas específicas para cada disciplina; aplicar una nomenclatura consistente en archivos, objetos y planos; y, sobre todo, modelar los elementos tal como se construirán.

Además, dentro del protocolo se definen los estándares que se utilizarán en el modelo. Esto incluye la adopción de flujos de trabajo conforme a la norma ISO 19650. También se empleará una nomenclatura consistente según los lineamientos de BuildingSMART ISO 19650, lo que garantizará una comunicación clara y uniforme entre todos los participantes del proyecto. Adicionalmente, se establecerá una clasificación Unifomat para los elementos del proyecto, proporcionando una referencia estandarizada adicional para cada componente.

El Coordinador BIM habilitó una estructura de carpetas dentro del Autodesk Construction Cloud, la cual facilita la gestión de la información y permite el envío y recepción de documentos de manera organizada.

Autodesk Construction Cloud

- **02-VISION BIM** (ingreso autorizado a las siguientes carpetas):
 - **00 Información de Proyecto**
 - **01 WIP**
 - **00 Referencias**
 - **02 EST**

En la información del proyecto, puedo encontrar una carpeta de archivos PDF que contiene los flujos de trabajo de cada disciplina. También hay una carpeta DOCS donde se guardan los contratos de trabajo de los profesionales que lideran cada disciplina. En la carpeta XLS, se encuentra el Protocolo del proyecto con información sobre los criterios generales del modelado, la plantilla por elementos.

Dentro de la carpeta 01-WIP, tengo acceso a la carpeta 02-EST, que contiene cinco subcarpetas:

1. En la carpeta 01-PLANTILLA se encuentra el archivo de la plantilla de trabajo para estructuras en formato RTE.
2. En la carpeta 02-REFERENCIAS hay archivos DWG que incluyen la planta arquitectónica y las elevaciones.
3. En la carpeta 03-MODELO se puede cargar el modelo estructural en formato RVT.
4. En la carpeta 04-ENTREGABLE recibo información de las otras disciplinas.
5. En la carpeta 05-AUDITORÍA guardo los informes de auditoría del modelo, así como los archivos generados en Navisworks en formatos NWF y NWC.

Esta estructura de carpetas nos permite trabajar de una forma organizada y eficiente asegurando que todos los documentos necesarios estén fácilmente accesibles y bien clasificados.

4.3.2 Modelado en Revit

Para iniciar el modelado en Revit, se definieron los elementos a utilizar, tales como replantillos, zapatas, cabezales, vigas de cimiento, contrapisos, columnas, vigas, cordones superiores e inferiores, montantes y diagonales para cerchas, frisos, losas de entepiso, vigas para graderíos, peldaños en graderíos, parantes y marcos para las pantallas. Todos estos elementos fueron detallados conforme a lo indicado en el protocolo, el cual también establece el criterio de nomenclatura. La nomenclatura debe iniciar por la especialidad, seguida de la marca de tipo, material, dimensiones, cualquier vinculación con elementos de referencia o del proyecto, la jerarquía para la coordinación, la estrategia de montaje, Como se obtendrá la volumetría del elemento, el nivel de detalle LOD y la unidad de medición. Este protocolo asegura que todos los elementos estén

claramente definidos y clasificados. Ilustración 12 : Protocolo de modelado de elementos e ilustración 13: Edición de elementos Cimentación Estructural

↓

ZAPATAS DE HORMIGÓN ARMADO			
ZAPATA DE HORMIGÓN ARMADO			
Nomenclatura	ESPECIALIDAD / MARCA DE TIPO / MATERIAL/ LARGO x ANCHO x ALTO EJEMPLO (EST/ZA/HA-240/140 x 140 x 50 cm)		
Criterios Generales	ELEMENTO ZAPATA		
Tipo	Hormigón armado	Detalles	LOD MEDICIÓN
Definición por capas	N/A		
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Zapatas en hormigón armado diferentes dimensiones	
Vinculación elementos del modelo	Cabezas		Exclusiones M3
Jerarquías Acabados	Prioridad 1		
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura	Cubicación	LOD 200
Estrategia	Segun proceso constructivo	Se obtendrán volúmenes de hormigón por cada tipo de zapata	

↑

Ilustración 12 Protocolo de modelado de elementos

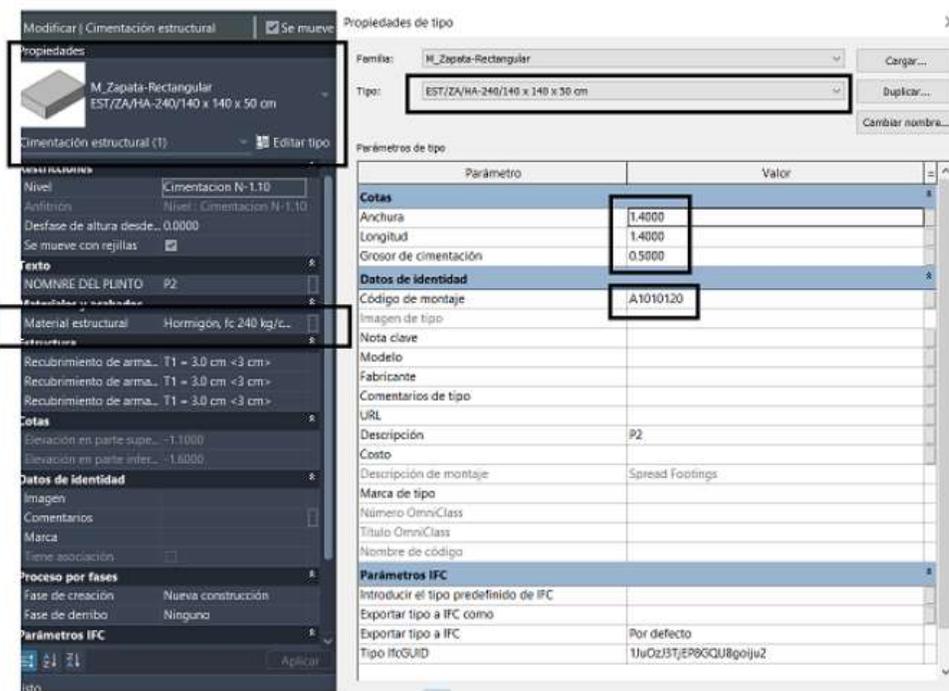


Ilustración 13 Edición de elementos cimentación estructural

Para iniciar el modelado estructural del proyecto en Revit, se procede a cargar la plantilla de trabajo para estructuras de VISION BIM. A continuación, se vincula el archivo CAD de la planta arquitectónica, y se georreferencia el proyecto y definiendo el Norte del proyecto como y de igual forma el norte real. Posteriormente, se define los niveles necesarios para la cimentación, el contrapiso, la cubierta de los locales, la base de vigas de cubierta y la altura de los frisos de cubierta.

En la planta de cimentación, se trazan los ejes longitudinales y transversales, una vez establecida la malla de ejes, se procede a modelar las zapatas. Para ello, se edita la zapata por defecto de Revit, duplicándola para crear nuevos elementos y asignar las características necesarias. Se generaron los tres tipos de zapatas, cada una con sus respectivos nombres definidos según el protocolo de elementos y se incluyen la clasificación Unifomat correspondiente.

Los cabezales fueron arriostrados mediante vigas de hormigón armado, tal como se especifica en el diseño estructural. Estas vigas se modelaron a partir de una viga genérica en Revit, duplicándola para crear nuevos elementos. A cada una de estas vigas se les asignan propiedades específicas de material y dimensiones, así como su clasificación Unifomat. Además, se respetó rigurosamente la codificación de sus nombres establecida previamente. En la ilustración 14 se observa el modelado de la cimentación.

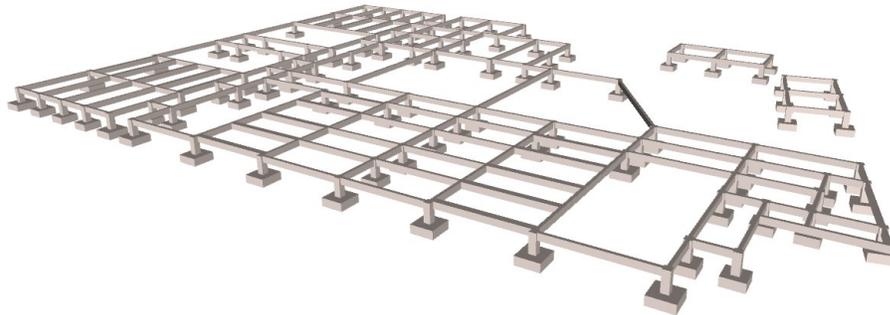


Ilustración 14 Modelado de cimentación en Revit

Con la cimentación finalizada, se procede al modelar la placa de hormigón que sirve como base del piso de las edificaciones, El contrapiso tiene un espesor de 15 cm empleando un hormigón de 240 Kg/cm². En la ilustración 15 se detalla el modelado en Revit de este componente.

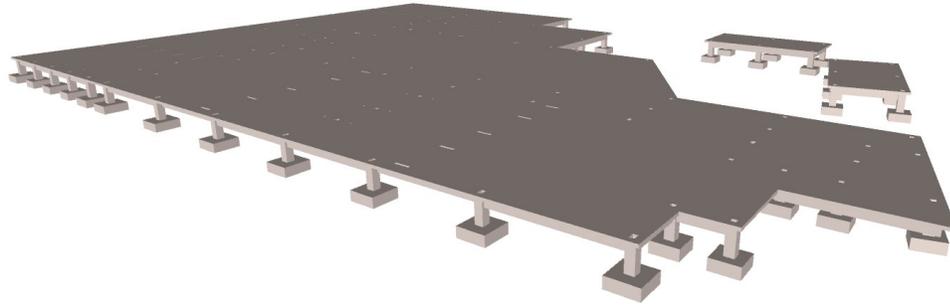


Ilustración 15 Modelado de contrapiso con Revit

A continuación, se definen los tipos de columnas a utilizar en el proyecto. Se utiliza un pilar estructural genérico, duplicándolo para crear los tres tipos de columnas necesarios para el proyecto. A cada una de estas columnas se les asigna sus características específicas y se les nombra siguiendo la misma codificación utilizada para los demás elementos, incluyendo su clasificación Unifomat. El uso de la malla estructural facilita la colocación precisa de las columnas, asegurando su alineación y coordinación con el resto de la estructura.

Teniendo las columnas y los cabezales, se procede a crear la conexión de las bases de las columnas mediante la instalación de placas de anclaje. Estas placas de anclaje, diseñadas con pernos de 40 cm de longitud que se embeben en los cabezales, utilizan una placa de acero de 20 mm de espesor.

Se continúa con el modelado de las vigas metálicas de arriostramiento lateral para las paredes de los galpones, así como de las vigas de carga y secundarias para las losas de cubierta de las oficinas, corredores, locales y batería sanitaria. Además de soportar las losas, estas vigas proporcionan arriostramiento lateral, dando estabilidad estructural a la edificación. En la ilustración 16 se detalla el modelado de columnas además de vigas de arriostramiento lateral y vigas en losas de entre piso y losas de cubierta.

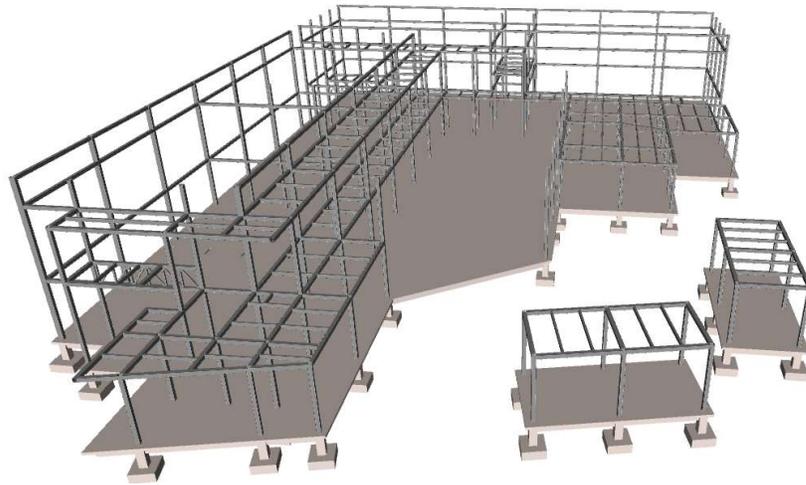


Ilustración 16 Modelado de columnas y vigas en Revit

Las vigas de arriostramiento lateral se modelan para proporcionar estabilidad adicional a las paredes de los galpones, reduciendo el riesgo de deformaciones bajo cargas laterales. Las vigas de carga y secundarias se diseñan para soportar y distribuir las cargas de las losas de entrepiso y cubierta de las diferentes áreas de la construcción, garantizando una transferencia de cargas eficiente y segura. Este enfoque metodológico y detallado en el modelado de las vigas asegura que todos los elementos estructurales estén correctamente integrados y coordinados, cumpliendo con los requisitos de diseño y normativa estructural. Para generar las cerchas de cubierta, se utiliza la función de vigas de celosía, se modela la cercha sobre las columnas y se procede a cargar los elementos de los cordones superiores e inferiores, así como sus parantes y diagonales. Las conexiones entre las vigas y las columnas se realizaron mediante una modificación de corte en el ala del elemento, asegurando que las vigas encajaran perfectamente sobre las columnas. Este método no solo facilita la construcción, sino que también asegura conexiones estructuralmente sólidas y estéticamente limpias. Adicionalmente, se aplica consistentemente la codificación de nombres y la clasificación Uniformat para asegurar que todos los elementos estén correctamente identificados y coordinados dentro del modelo BIM.

Para el modelado de las correas de cubierta, se definen los planos de trabajo inclinados y mediante un sistema de vigas, se generan automáticamente las correas. Este método permite definir el patrón de espaciado y el tipo de viga a utilizar, asegurando que las correas se ajusten perfectamente a la estructura inclinada del techo. Cada una de las correas se modela con sus propiedades específicas de material y dimensiones, siguiendo la codificación de nombres y la clasificación Unifomat previamente establecidas. Este enfoque garantiza que todas las correas estén adecuadamente identificadas y sean fáciles de gestionar dentro del modelo BIM. Para asegurar la estabilidad estructural y evitar el pandeo en los vanos medios de las correas, se modelaron elementos corta pandeo estratégicamente colocados a lo largo de las correas para proporcionar soporte lateral y mantener la integridad estructural. Es fundamental destacar que todos estos elementos fueron modelados siguiendo una codificación rigurosa de nombres y su correspondiente clasificación Unifomat. En la ilustración 17 se detalla el modelado de cerchas y correas de cubierta de cubierta

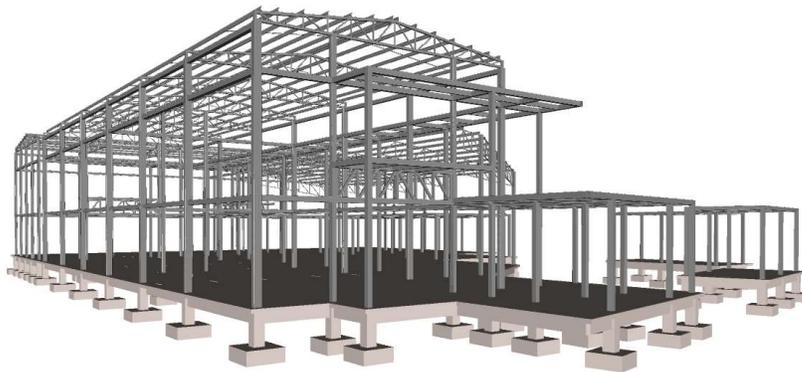


Ilustración 17 Modelado cerchas y correas de cubierta

El modelado de las losas de entre piso y cubierta se realiza seleccionando un modelo genérico de placa de hormigón con chapa grecada, al cual se le asignaron características específicas de geometría, material y espesor de plancha de acero. La placa de compresión de hormigón tendrá un espesor de 6 cm sobre la cresta de la placa colaborante.

Para prevenir fisuras por contracción del hormigón, se utilizará una malla electrosoldada de 15x15x6 mm, reforzando la placa de compresión y asegurando su integridad a lo largo del tiempo. Los frisos se modelan utilizando elementos tipo celosía, empleando una familia de viga reticulada recta estándar con información detallada del cordón superior e inferior, parantes y diagonales. Para los graderíos, se utiliza vigas de acero conformadas con la forma de la grada, generando vigas tipo cajón en plancha de acero de 10 mm. Las vigas especiales están conectadas mediante elementos de arriostramiento lateral, que también sirven de base para las losetas que soportan las butacas. En la ilustración 18 se visualiza las vigas de los graderíos para butacas.

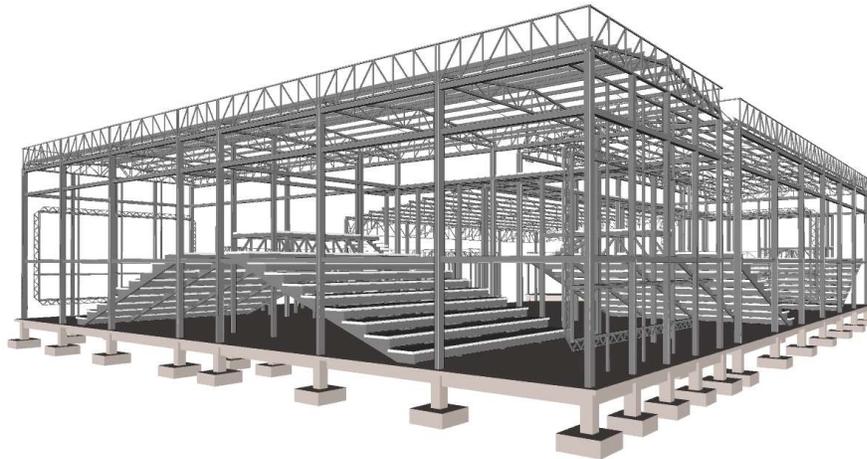


Ilustración 18 Modelado de graderíos para butacas

4.3.3 Auditoría disciplinar con el uso del Model Checker de Revit

Revit incluye entre sus herramientas de interoperabilidad el Autodesk Model Checker. Este módulo permite revisar la salud del proyecto, verificar el desempeño del modelo, comprobar si se han resuelto los avisos generados, detectar problemas en el modelado y asegurar que se haya purgado el archivo. Además, el Model Checker realiza revisiones de duplicidades, identifica colisiones entre elementos de la disciplina estructural y garantiza que el modelo cumpla con las normativas y estándares establecidos. También ayuda a verificar la consistencia y precisión de los datos introducidos, asegurando que

los modelos sean coherentes y estén libres de errores comunes que podrían afectar la construcción. En la ilustración 19 se configura las reglas de las mejores prácticas para modelar en Revit.

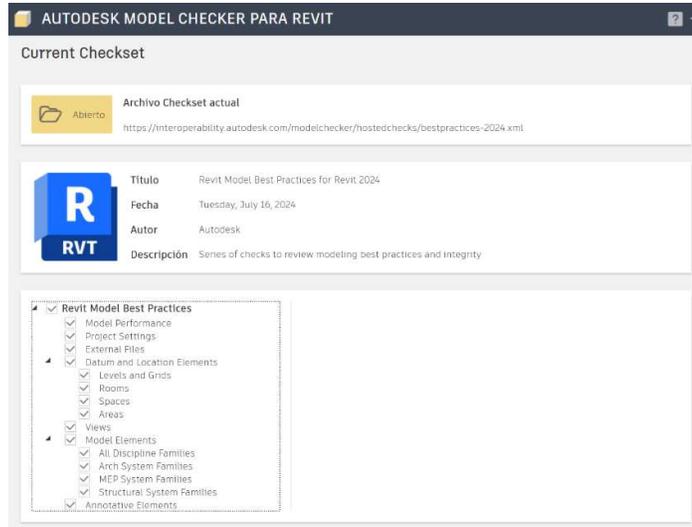


Ilustración 19 Configuración de reglas dentro del Model Checker

Los resultados de los chequeos se presentan en un informe el cual se lo puede descargar en un archivo HTML, en la ilustración 20 se muestra el porcentaje de salud del modelo, el número de chequeos realizados, cuantos fallas, cuantos fueron ejecutados y cuantos no fueron ejecutados.

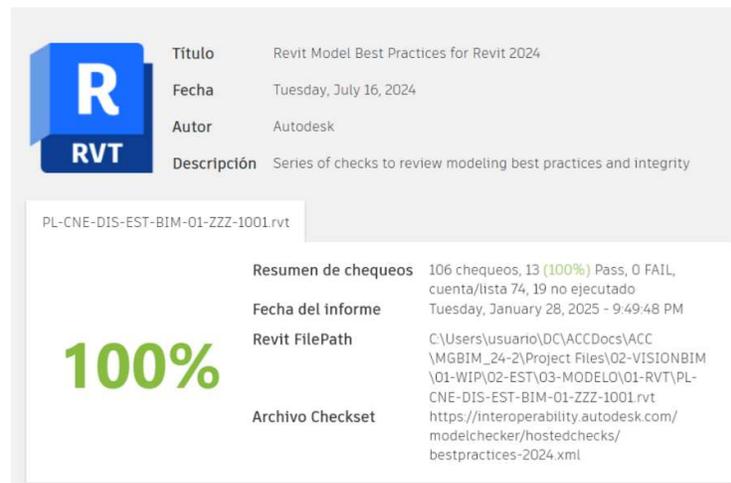


Ilustración 20 Resultados del Model Checker

4.3.4 Auditoria de interferencias disciplinar con el uso de Navisworks

Con el objetivo de realizar una búsqueda exhaustiva de posibles interferencias entre los elementos de la estructura, se utiliza el programa Navisworks. Esta herramienta nos permite llevar a cabo pruebas de interferencias entre grupos de elementos, asegurando la detección de cualquier conflicto. Para ello, es necesario exportar nuestro archivo en un formato Navisworks Cache (NWC), incluyendo únicamente la información requerida para realizar este trabajo de manera eficiente. Además de detectar interferencias, Navisworks nos proporciona una visualización integral del modelo, facilitando su revisión.

Es fundamental que nuestro archivo en Revit contenga una vista en 3D en el navegador de proyectos denominada "NAVIS", la cual debe estar ubicada dentro de una carpeta de coordinación. Esto garantiza que el proceso de exportación se realice correctamente y que el modelo sea preciso y funcional para la detección de interferencias.

En Navisworks iniciamos creando grupos de búsqueda los cuales estarán definidos en la Matriz de Interferencias provista para la coordinación.

Para exportar un archivo de Revit a Navisworks y asegurar que toda la información se transfiera correctamente, el archivo debe estar en formato 'cache'. Este formato permite que todos los datos y detalles del modelo se incluyan en la exportación. En ilustración 21 se detalla los conjuntos de búsqueda conformados en Navisworks

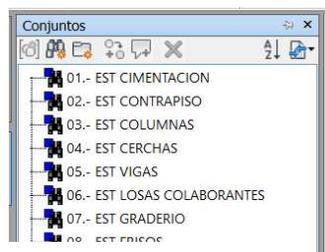


Ilustración 21 Exportación de archivos

Una vez que el archivo se ha importado a Navisworks y se han creado los conjuntos de búsqueda, el siguiente paso es definir una matriz de interferencias para realizar pruebas de posibles colisiones entre los elementos del proyecto estructural. Estas pruebas se realizan utilizando el módulo Clash Detective, donde se especifican los test para identificar conflictos entre los grupos de elementos previamente definidos.

Si se detectan conflictos de colisiones entre los elementos del modelo, es necesario corregirlos en Revit y repetir la secuencia de auditoría para asegurarse de que todos los problemas hayan sido resueltos. Este proceso iterativo garantiza que el modelo esté libre de interferencias antes de avanzar a la siguiente etapa del proyecto.

Las pruebas que se ejecutaron son las siguientes:

- 1.- Contrapisos Vs. Columnas
- 2.- Columnas Vs. Losas Colaborantes
- 3.- Gradass salas Vs Columnas

Como resultado de estas pruebas se puede ver que no existe colisiones, lo que confirma que el modelo se encuentra en perfectas condiciones para ser entregado a la coordinación.

En la ilustración 22 se aprecia el interfaz del Clash detective de Navisworks con los test de pruebas ejecutadas.

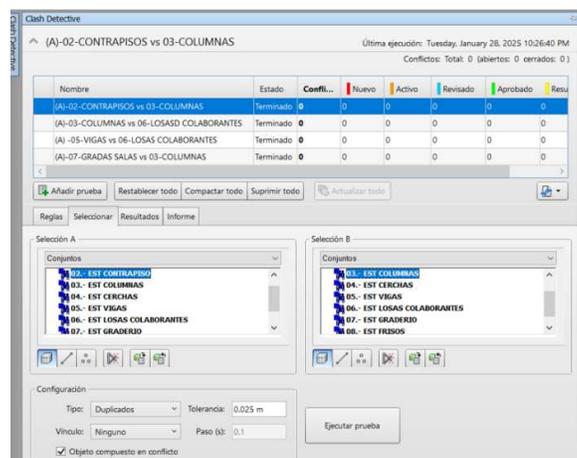


Ilustración 22 Pruebas realizadas en Clash Detective de Navisworks

4.4 Entrega del archivo auditado a la coordinación

Después de completar todas las auditorías internas, es importante generar un Informe de Transmisión a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud para enviar los archivos a la coordinación. Se enviará el modelo en formato RVT, junto con los archivos de Navisworks en las extensiones NVC y NVF. Además, se incluirán los informes del Autodesk Model Checker y los resultados de las pruebas del Clash Detective. Este proceso garantiza que todos los aspectos del modelo fueron rigurosamente revisados y coordinados antes de avanzar, asegurando así la calidad y precisión del proyecto estructural. En la ilustración 23 se detalla un informe de transmisión

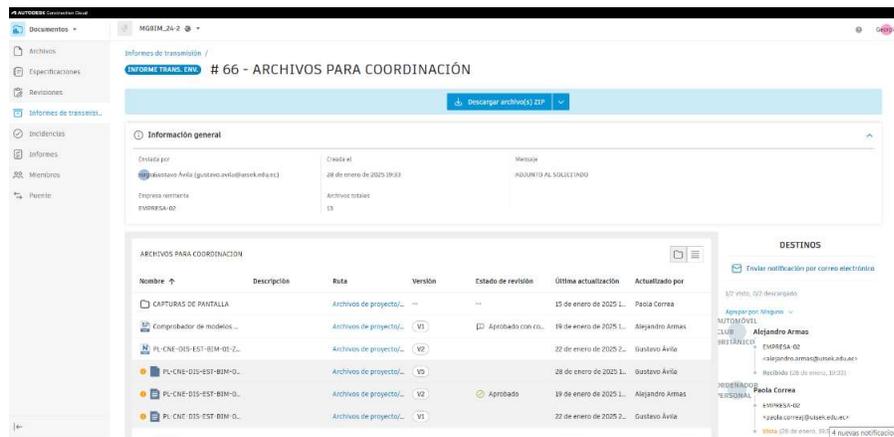


Ilustración 23 Informe de transmisión

4.5 Resolución de conflictos interdisciplinarios

Una vez que el archivo auditado se comparte con el equipo de coordinación, se ejecutan pruebas entre varias disciplinas. Si se detectan conflictos por colisiones entre los elementos de estas disciplinas, se generará un informe de transmisión detallado que describe todas las interferencias detectadas. A continuación, se realizarán las correcciones pertinentes y el proceso se repetirá. El modelo será auditado nuevamente antes de generar un segundo informe de transmisión con las modificaciones realizadas. En la Ilustración 24 se detalla un informe de colisiones emitido por la coordinación.

ARQ PISOS VS EST GRADERIO	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0,080m	30	0	10	0	10	10	Estático	Aceptar

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1		Elemento 2	
								ID de elemento	Capa	ID de elemento	Capa
	Conflicto34	Activo	-0.133	L-5 : Plano Arquitectónico Planta baja	Estático	2025/2/14 03:09	x:781248.419, y:9981235.318, z:0.203	ID de elemento: 876712	Plano Arquitectónico Planta baja	ID de elemento: 1571967	<Sin nivel>
	Conflicto35	Activo	-0.133	D-5 : Plano Arquitectónico Planta baja	Estático	2025/2/14 03:09	x:781223.925, y:9981235.318, z:0.203	ID de elemento: 876712	Plano Arquitectónico Planta baja	ID de elemento: 1562211	<Sin nivel>
	Conflicto36	Activo	-0.133	D-4 : Plano Arquitectónico Planta baja	Estático	2025/2/14 03:09	x:781223.925, y:9981232.718, z:0.203	ID de elemento: 876712	Plano Arquitectónico Planta baja	ID de elemento: 1561773	<Sin nivel>
	Conflicto37	Activo	-0.133	D-3 : Plano Arquitectónico Planta baja	Estático	2025/2/14 03:09	x:781223.925, y:9981229.848, z:0.203	ID de elemento: 876712	Plano Arquitectónico Planta baja	ID de elemento: 1561316	<Sin nivel>

Ilustración 24 Informe de colisiones

4.6 Elaboración de entregables del proyecto

Una vez que el proyecto se encuentre completamente saneado, se procederá a subir los planos en PDF y el modelo en RVT a la carpeta correspondiente en Autodesk Construction Cloud (ACC). Al subir los entregables, también es importante organizar los archivos de manera estructurada y etiquetarlos adecuadamente para facilitar su búsqueda y referencia. En la ilustración 25 se muestra el modelo terminado y en la ilustración 26 los planos de detalle del proyecto.

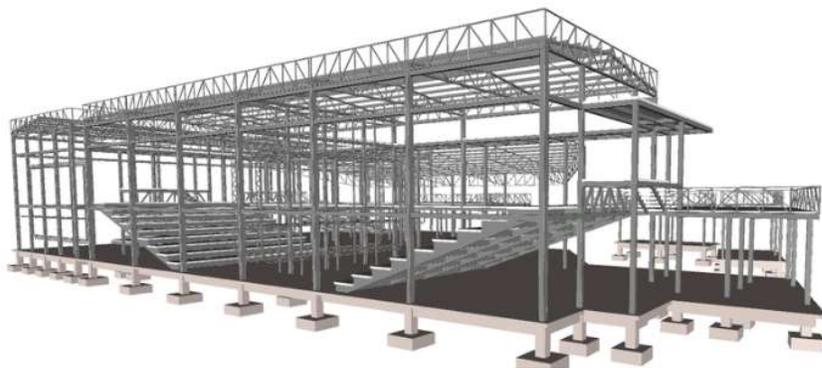


Ilustración 25 Modelo terminado y auditado

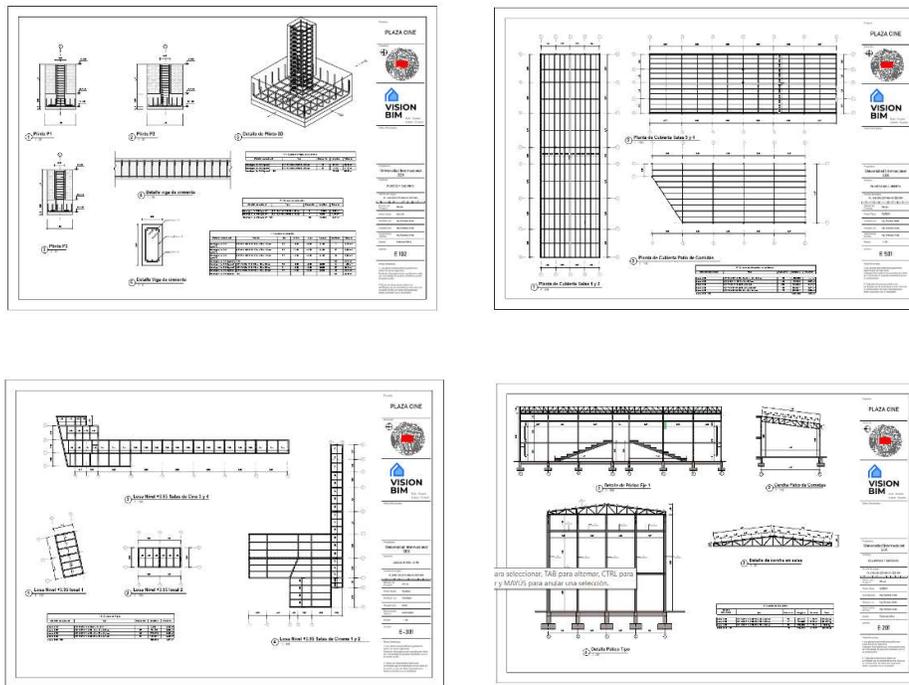


Ilustración 26 Planos de detalle

4.7 Planificación 4D de la disciplina

Las actividades que el líder estructural debe realizar incluyen la planificación de los rubros que intervienen en el modelo estructural. Para ello, se ha elaborado una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), donde se definen las precedencias y relaciones entre tareas. Luego, se estima el tiempo necesario para cada actividad y se crea un diagrama de Gantt que visualiza la secuencia y duración de las tareas. Finalmente, se realiza la integración del modelo con Navisworks para asegurar una correcta coordinación y detección de posibles conflictos. Las referencias con las se cuenta para esta actividad es el modelo estructural y el alcance del proyecto descrito en el BEP, Como entregables se espera un cronograma en la ilustración 27 se refleja el flujo de trabajo para la planificación 4D del líder estructural.

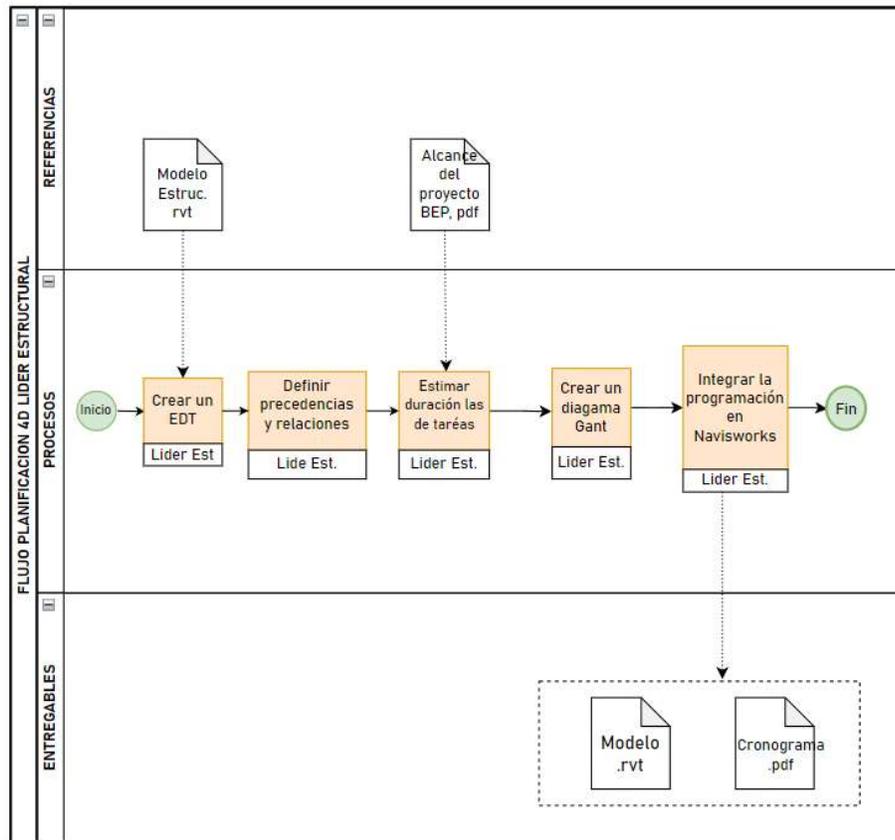


Ilustración 27 Flujo de planificación del líder estructural

4.7.1 Creación de un EDT

Un EDT, o Estructura de Desglose del trabajo, es una herramienta para la gestión de proyectos puesto que descompone en componentes más pequeños y manejables, Esto facilita la planificación, ejecución y control de todas las actividades involucradas en el proyecto. El EDT nos proporciona una visión clara y estructurada del proyecto.

El proyecto estructural se compone de pocos rubros, los cuales se han dividido en las siguientes categorías: cimentación, columnas para las cerchas, columnas para la losa de entepiso, vigas de carga y secundarias, cerchas de cubiertas, estructura para graderíos, frisos exteriores y pantallas, y de cada una de ellas se desprende sus tareas. En la ilustración 28 se detalla un EDT del proyecto estructural.



Ilustración 28 Estructura de desglose del trabajo EDT

4.7.2 Definición de precedencias y relaciones

Luego de tener la Estructura de Desglose de trabajo es importante definir las precedencias de las actividades y las relaciones que existen entre estas, existen actividades que son imprescindibles ejecutarlas antes de iniciar otra actividad y de igual forma existen actividades que se pueden ejecutar al mismo tiempo, o actividades que deben obligatoriamente terminar en paralelo para poder iniciar la siguiente, el poder identificar estas relaciones y la secuencia lógica a seguir en el proyecto garantiza que se eviten retrasos o se produzcan conflictos. Una de las herramientas útiles para identificar este tipo de relaciones es uso de un diagrama de red, en la ilustración 29 se visualiza el diagrama de red de las actividades del proyecto estructural.

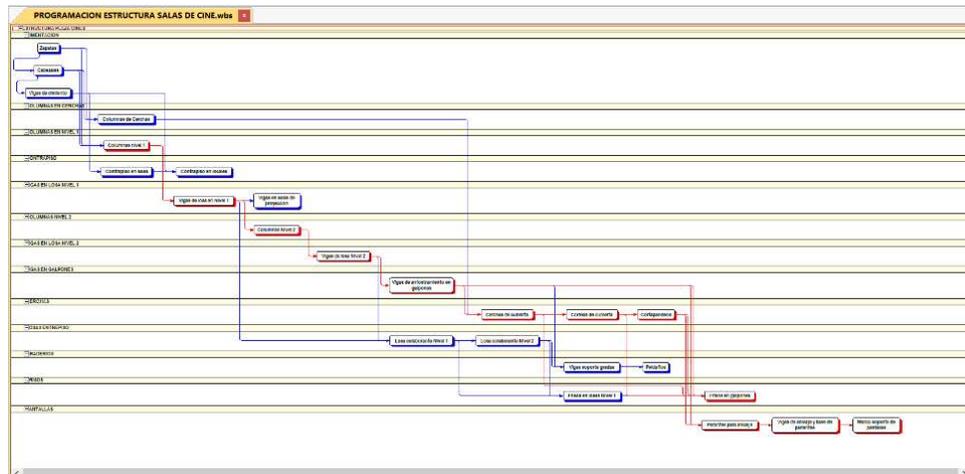


Ilustración 29 Diagrama de red

4.7.3 Estimación de duración de las tareas.

Definida las actividades que conlleva el proyecto, además de sus precedencias y relaciones el siguiente punto es determinar o estimar las duraciones de cada tarea para poder determinar el tiempo de ejecución del proyecto. Para estimar las duraciones de las actividades se pueden recurrir en primera instancia a la experiencia profesional de cada uno, también se puede recurrir a consultar a expertos o profesionales con experiencia quienes nos pueden proporcionar información basada en sus conocimientos, y por último podemos utilizar el método Pert el cual se basa en la media ponderada de tres estimaciones de tiempo, el tiempo optimista (O), el tiempo más probable (M) y el tiempo pesimista (P). La fórmula utilizada es $TE = (O + 4M + P) / 6$

Es importante considerar factores como la ubicación de la obra, la logística para la provisión de materiales, el clima y la destreza de la mano de obra para ejecutar ciertas actividades. También se debe considerar los riesgos y contingencias ante eventuales imprevistos que se generen en la ejecución de la obra. En la ilustración 30 se detalla una estimación de tiempos por cada actividad en el proyecto estructural

Modo de	Nombre de tarea	Duración
	ESTRUCTURA PLAZA CINES	49 días?
	CIMENTACION	19 días
	Zapatatas	8 días
	Cabezales	8 días
	Vigas de cimientto	15 días
	COLUMNAS EN CERCHAS	5 días
	Columnas de Cerchas	5 días
	COLUMNAS EN NIVEL 1	5 días
	Columnas nivel 1	5 días
	CONTRAPISO	5 días
	Contrapiso en salas	3 días
	Contrapiso en locales	2 días
	VIGAS EN LOSA NIVEL 1	7 días
	Vigas de losa en Nivel 1	5 días
	Vigas en salas de proyección	2 días
	COLUMNAS NIVEL 2	2 días
	Columnas Nivel 2	2 días
	VIGAS EN LOSA NIVEL 2	3 días
	Vigas de losa Nivel 2	3 días
	VIGAS EN GALPONES	5 días
	Vigas de arriostamiento en galpones	5 días

Ilustración 30 Estimación de tiempos en actividades estructurales

4.7.4 Creación de un diagrama Gantt

Con la información de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), las precedencias y relaciones definidas, y las estimaciones de la duración de las tareas, se puede elaborar un diagrama de Gantt en Microsoft Project el cual puede ser exportado a Navisworks lo que facilita la integración de la programación BIM y la generación de una simulación constructiva, que nos ayuda a visualizar la secuencia lógica e identificar posibles errores en la programación. En Ilustración 31 se visualiza la programación generada en Microsoft Project de las actividades estructurales en el proyecto Plaza Cine

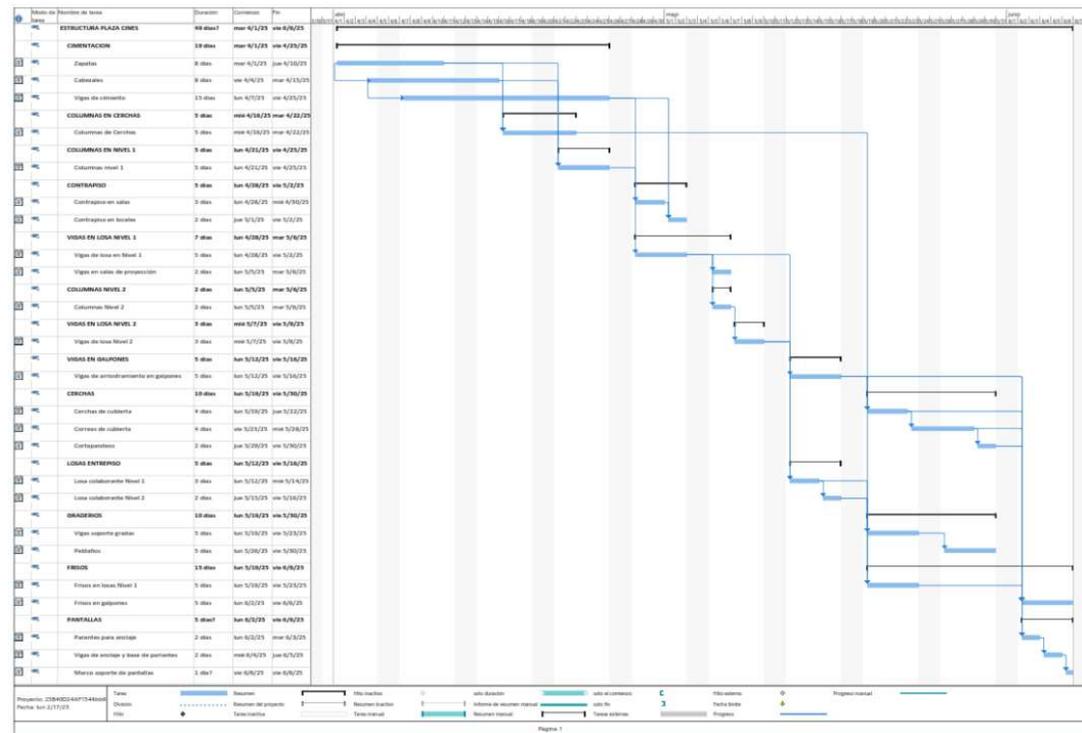


Ilustración 31 Diagrama de Gantt

4.7.5 Integración de la programación en Navisworks

Navisworks nos permite integrar datos de programación de diversas fuentes a través del módulo “Time Liner”. En la subcarpeta “Orígenes de datos”, podemos importar información de Microsoft Project. Como se puede ver en la ilustración 32

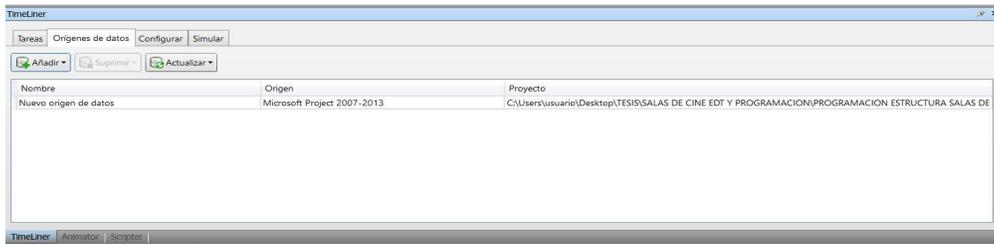


Ilustración 32 Importación de información de MS Project

De la información exportada a Navisworks de Microsoft Project se incorporan las fechas de “Inicio Planeado” y “Fin Planeado” dentro del Time Liner. Los conjuntos de búsqueda en Navisworks permiten agrupar elementos del modelo según criterios de selección, lo que facilita el enlace entre la programación y el proyecto. Es importante también definir el tipo de tarea si es de construcción o tarea temporal. Una vez vinculada la programación con los elementos del modelo, como se muestra en la ilustración 33, se puede proceder a la simulación constructiva, lo que nos permite visualizar si existen errores en la secuencia lógica de la programación.

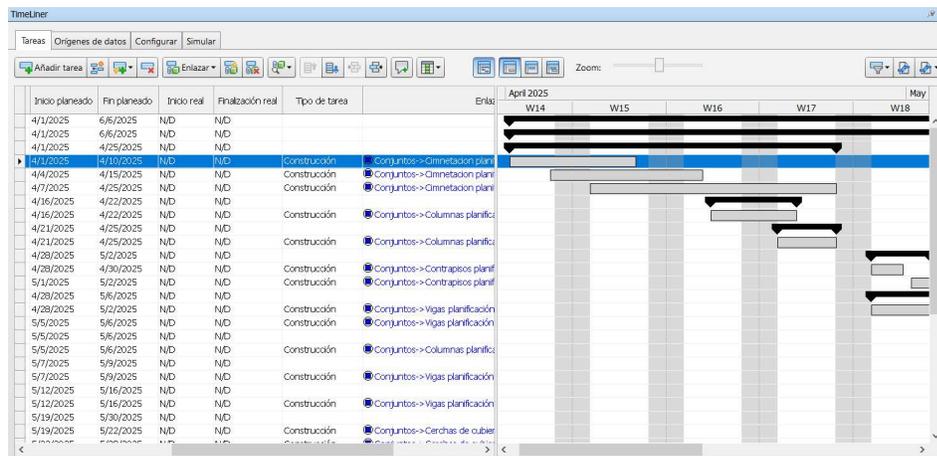


Ilustración 33 Enlace de elementos a la programación de obra

4.8 Cuantificación 5D

La estimación de costos 5D del proyecto estructural es otra actividad que están dentro del flujo de trabajo del líder estructural, para lo cual es importante contar con la información que el modelo nos puede proveer, de la programación 4D y contar con una base de datos de análisis de precios unitarios segura, para lo cual se ha definido un flujo de trabajo que se detalla en la ilustración 34.

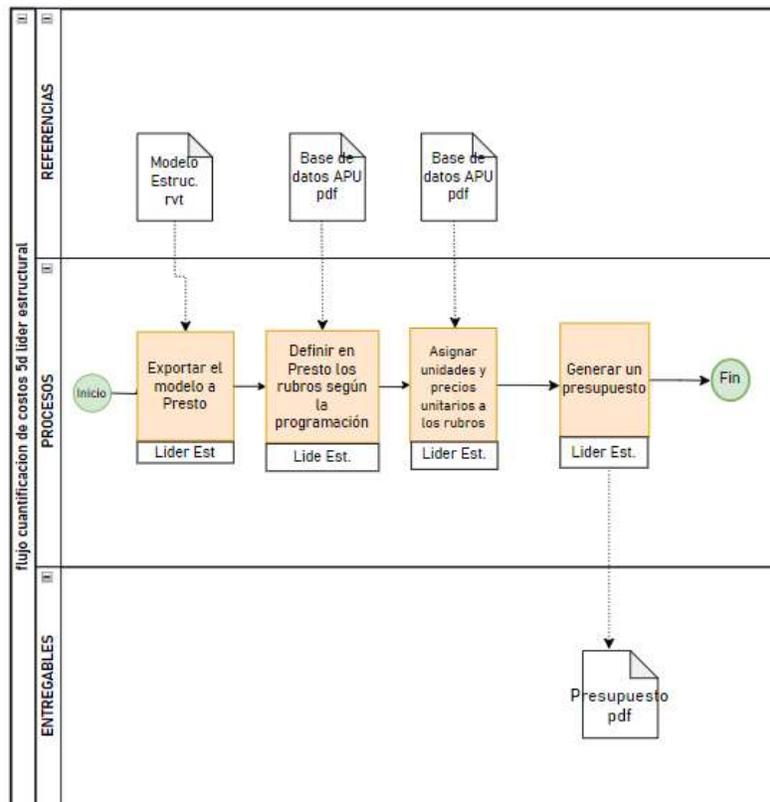


Ilustración 34 Flujo cuantificación de costos 5D

El flujo de trabajo del modelo 5D inicia exportando el modelo a Presto; luego, definir los rubros conforme a la programación y los niveles en los que se encuentra cada elemento; a continuación, asignar las unidades de medición correspondientes a cada elemento junto con su análisis de precios unitarios. Finalmente, la generación del presupuesto del proyecto estructural.

4.8.1 Exportar el modelo a Presto

Para exportar el modelo a Presto, se utiliza el complemento Cost-it de Revit, que nos ayuda a exportar los volúmenes de obra de los elementos del proyecto. En la ilustración 35 se visualizan los elementos escogidos del proyecto antes de ser exportados de Revit a Presto.

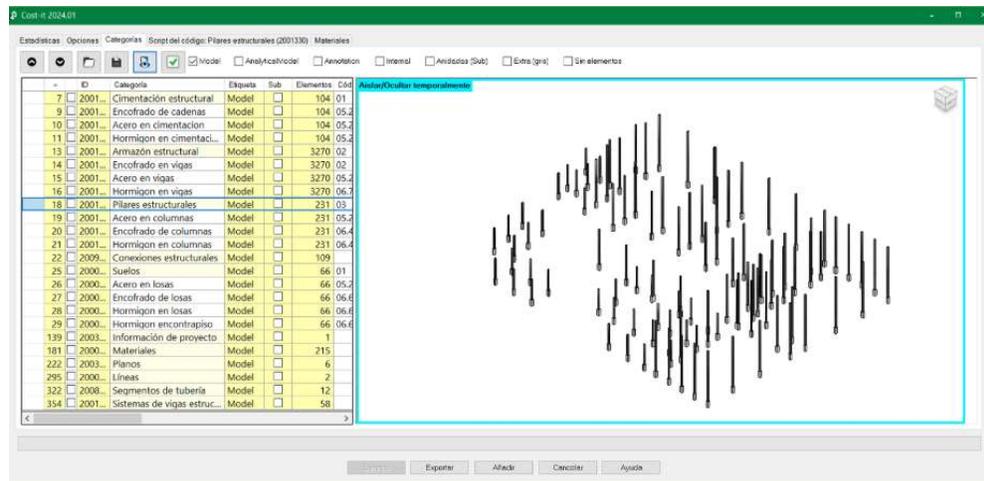


Ilustración 35 Exportación de elementos a través de Cost-it

4.8.2 Programación de los rubros en Presto

Con la información del 4D, podemos establecer una programación de obra en Presto de manera estructurada, dividiendo las tareas en grupos. Por ejemplo, agrupamos las tareas de zapatas, cabezales y vigas de cimiento bajo el nombre 'Cimentación estructural'. Esto nos permite visualizar un presupuesto de forma más ordenada, siguiendo una secuencia lógica de construcción. Además, si empleamos el criterio de modelar como se construye.

4.8.3 Asignación de unidades y precios unitarios a los rubros

Presto facilita la asignación de recursos a los rubros, como materiales, mano de obra, equipos, costos indirectos y otros, permitiendo así generar un análisis de precios unitarios a cada rubro, además se puede definir las unidades de medida, así como la divisa en la que se requiera elaborar el presupuesto, la ilustración 36 se visualiza la asignación de materiales, mano de obra y equipos al rubro Hormigón en zapata.

EDT	Código	NatC	Resumen	CanPres	Ud	Divisa	Pres	ImpPres
7	MA0003		Maestro Mayor (C1)	0.100		USD	4.01	0.49
8	1.012		Replanteo de hormigón 180 Kg/cm3 espesor 10 cm	21.70	m3	USD	111.40	2,417.38
9	1.013		Aceero de refuerzo en zapatas	21,700.83	kg	USD	1.02	35,155.51
10	1.01		Hormigón en zapata 100 x 100 x 50 cm	1.50	m3	USD	121.40	182.10
11	MA0001		Hormoneta menor (5% M.O.)	1.181	USD	1.00	1.18	
12	MA0022		Vibrador	2.000	USD	4.30	5.59	
13	MA0019		Pedón (E29)	6.000	USD	3.58	13.90	
14	MA0002		Albanil (D2)	2.000	USD	3.62	4.71	
15	MA0010		Operador de equipo liviano (D2)	1.000	USD	3.62	2.36	
16	MA0003		Maestro Mayor (C1)	1.000	USD	4.01	2.01	
17	MA1030		Hormigón premezclado f'c=240 kg/cm2	1.000	m3	USD	91.00	91.00
18	1.02		Hormigón en zapata 120 x 120 x 50 cm	48.24	m3	USD	121.40	5,850.34
19	1.03		Hormigón en zapata 140 x 140 x 50 cm	33.32	m3	USD	121.40	4,045.05

Ilustración 36 Asignación de precios unitarios en Presto

4.8.4 Generación del presupuesto estructural

Presto es una herramienta BIM que facilita la generación de presupuestos basados en la información extraída de modelos creados en Revit, permitiendo una integración directa entre el modelo y la planificación económica.

Con una programación estructurada de los rubros, las cantidades o volumetrías generadas por Presto al importar información de un modelo y los costos ingresados o cargados desde una base de datos de precios unitarios, se puede obtener un presupuesto de obra, tal como el que obtuvimos del modelo estructural. La base de datos de precios unitarios fue extraída de la Cámara de la Construcción de Pichincha, complementada con información proporcionada por proveedores. En ilustración 37 se visualiza el presupuesto de obra del proyecto estructural.

Código	NatC	Resumen	F...	CanPres	Ud	Divisa	Pres	ImpPres
Revit		PLAZA CINE			1	USD	536,047.12	536,047.12
1	200100	Cimentación estructural		0	1	USD	78,927.66	78,927.66
2	200200	Columnas en cerchas		0	1	USD	67,575.87	67,575.87
3	200300	Columnas para losas		0	1	USD	35,523.95	35,523.95
4	200400	Contrapisos		0	1	USD	53,455.00	53,455.00
5	200500	Vigas de carga y secundarias		0	1	USD	113,048.76	113,048.76
6	200600	Cerchas de cubierta		0	1	USD	55,193.10	55,193.10
7	200700	Losas colaborantes		0	1	USD	32,227.20	32,227.20
8	200800	Graderios		0	1	USD	83,536.86	83,536.86
9	200900	Frisos		0	1	USD	16,558.72	16,558.72

Ilustración 37 Presupuesto estructural generado en Presto

5 CONCLUSIONES

- Al modelar la estructura del proyecto Plaza Cine, pude comprobar que, teniendo el modelo en tres dimensiones con toda la información cargada de cada elemento, se vuelve más fácil extraer datos para los entregables finales, en las tablas de cantidades, así como las plantas por niveles, detalles específicos, vistas, cortes, elevaciones, etc.
- Cuando se tiene un modelo tridimensional, es mucho más comprensible trabajar con él, es más fácil tomar decisiones, y ayuda a visualizar posibles conflictos, en nuestro proyecto Plaza Cine el modelo BIM evidenció como la ubicación de las losas de las salas de proyección acortaban las columnas generando un problema de “Columna Corta” y se solucionó al implementar una viga tipo cercha en los puntos críticos evitando tener columnas cortadas garantizando la estabilidad.
- La experiencia ganada con la interoperabilidad de BIM, a inicios del proyecto teníamos una reunión de trabajo pero enfrenté dificultades para cargar el programa Revit en mi computadora debido a la capacidad de memoria de mi equipo, pero tenía que llegar a esta reunión con un avance del proyecto, por esta razón decidí trabajar en Sketchup una propuesta volumétrica y estructural inicial, estos archivos exporte en formato IFC, los cuales pude compartir y visualizar en la reunión, demostrando la flexibilidad y el potencial de las herramientas BIM para adaptarse a diversas circunstancias.
- El uso de un Entorno Común de Datos, como el Autodesk Construction Cloud, me permitió tener carpetas de acceso para guardar y recibir información en forma ordenada, así como enviar y recibir archivos, además de que exista una trazabilidad de lo entregado, de igual forma el versionado del modelo me permitió monitorear mi avance y poder regresar a versiones anteriores cuando requería

información que pensaba que lo había perdido. Estas características representan algunas de las múltiples ventajas que ofrece BIM transformando la forma de trabajar con proyectos estructurados y colaborativos.

- Con la metodología tradicional la programación de obra se limitaba a un diagrama Gantt, en la que la información es plana y es muy probable cometer errores de secuenciamiento, en el proyecto estructural de Plaza Cine, la programación Gantt la exportamos a Navisworks y a través del TimeLiner logramos hacer una simulación constructiva de los elementos estructurales lo que nos permitió verificar y optimizar su secuenciamiento lógico
- El modelo estructural de plaza Cine, no solo es un modelo 3D, cada elemento guarda información, características del material, dimensiones y volúmenes de cada elemento, información que la utilicé para cubicar cantidades de obra que me permitieron exportar a Presto en donde ordenando la información pude obtener un presupuesto de obra, esta es otra de las características de trabajar bajo la metodología BIM, destacando su capacidad para integrar y optimizar información.

6 RECOMENDACIONES

- En mi Rol de líder estructural generé varios flujos de trabajo, el primero que destaca las tareas de mi contrato, mi segundo flujo define el procedimiento a seguir para el modelado, mi tercer flujo describe paso a paso la cuantificación 4D y mi cuarto flujo desarrolla el procedimiento para la programación 5D, el desarrollar mi actividad con flujos de trabajo y tener una línea guía facilitó la organización y ejecución de las actividades.
- Luego de terminado el modelo estructural siempre es importante realizar las auditorias disciplinares, tanto dentro del Revit con el Model Checker así como el

uso de Navisworks para verificar las interferencias de elementos de la misma disciplina, estas auditorías permiten identificar y corregir errores comunes como la sobre escritura involuntaria de elemento o cruce de componentes estructurales.

- La adopción de BIM represento un desafío personal significativo a afrontar, especialmente debido a la resistencia natural al cambio, pero la capacitación fue fundamental para superar las barreras y ver todos los beneficios que ofrece esta metodología.

7 ANEXOS

Cuadro de anexos:

Anexo	ARCHIVO	NOMBRE	ENLACE (Nombre de carpeta)
Anexo 1	Requerimientos del Cliente	PL-CNE-ANT-PLA-CON-00-XXX-1001	
Anexo 2	Plan de Ejecución BIM	PL-CNE-DIS-GEN-PLA-00-XXX-1001	
Anexo 3	Libro de Estilos	PL-CNE-DIS-GEN-00-XXX-1001	
Anexo 4	Minutas de Reunión	PL-CNE-DIS-PLA-MIN-00-XXX-1001	
Anexo 5	Reporte de Incidencias		
Anexo 5	Modelado Revit ESTRUCTURA		
Anexo 6	Planos ESTRUCTURA		
Anexo 7	Cronograma ESTRUCTURA		
Anexo 8	Análisis de costos ESTRUCTURA		

*Tabla 9. Anexos
Fuente: Elaboración Propia*

BIBLIOGRAFÍA

- BIMnD, E. (11 de 2023). *Building New Dimensions*. Obtenido de <https://www.bimnd.es/plan-de-ejecucion-bim-bep-y-como-funciona-nuestra-experiencia/>
- buildingSMART Spanish Chapter. (2021). *Introducción a la serie EN ISO 19650*. España.
- Construcción, R. N. (2023). *Revista Negocio & Construcción*. Obtenido de <https://blog.negocioyconstruccion.cl/modelos-federados-y-algunos-programas-utilizados-para-su-integraci%C3%B3n-y-gesti%C3%B3n>
- Eseverri, A. E. (2017). *Espacio BIM*. Obtenido de <https://www.espaciobim.com/eir-bim>
- Gimenez, M. (2019). *Hiberus*. Obtenido de <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-bim-construccion/#:~:text=BIM%20es%20una%20metodolog%C3%ADa%20de,y%20eficacia%20en%20los%20procesos>.
- Guevara, I. (28 de Abril de 2020). *INFINEON*. Obtenido de https://www.ingegeek.site/2020/04/28/que-es-la-metodologia-bim/?utm_source
- Lledó, P., & Rivarola, G. (2007). *Gestión de Proyectos*. Buenos Aires: Pearson Education S.A.
- ORG, B. (s.f.). *PLAN BIM CHILE*. Obtenido de <https://bim.org.es/plan-bim-chile/>
- Rondón Avellano, J. (s.f.). *Empresarial y Laboral*. Obtenido de <https://revistaempresarial.com/industria/que-es-la-metodologia-bim>
- Sisternes García, Á. (11 de 05 de 2023). *Reto Kommerling*. Obtenido de https://retokommerling.com/programas-bim-mas-usados/?utm_source=chatgpt.com

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de Building information modeling:

https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling