



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA 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 de arquitectura

Realizado por:

María Cristina Díaz Villamarín

Director del Proyecto:

Violeta Carolina Rangel Rodríguez

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

Quito, de abril de 2025

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, María Cristina Díaz, ecuatoriana con cédula de identidad #1718405440 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.

.

D. M. Quito, abril de 2025

María Cristina Díaz Villamarín

Correo electrónico: mcdiaz509@gmail.com

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.

Mgtr. 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

Ing. Manuel Del Villar Albuquerque

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.

María Cristina Díaz
C.I.: 1718405440

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mis hijos Felipe y Agustín, quiero ser para ellos ejemplo de esfuerzo y dedicación. A mi esposo Andrés, este trabajo no hubiera sido posible sin su ayuda y a mi querida hermana Estefanía.

Agradecimiento

Agradezco a todos quienes formaron parte de este logro, a mis compañeros de grupo Vision BIM y profesores por su apoyo en un momento crucial en mi vida personal y profesional. A mis hijos y mi esposo quienes fueron mi motivación. Finalmente, no tengo palabras suficientes para agradecer a mi madre por su apoyo incondicional no solo en este momento, si no en cada paso que doy.

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 las decisiones del proyecto promoviendo la toma de decisiones informadas y ajustadas a las expectativas del cliente. De esta forma, se prioriza la detección 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 principal papel del líder de arquitectura en este proyecto será realizar un modelo arquitectónico coordinado, coherente y alineado con las necesidades del cliente aplicando la metodología BIM y cumpliendo con las especificaciones indicadas en el EIR y BEP.

Palabras clave: BIM, eficiencia, gestión, comunicación, restricciones.

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 primary role of the architecture leader in this project is to create an architectural model coordinated, consistent and aligned with the client requirements applying BIM methodology and complying specifications indicated at the EIR and BEP.

Keywords: BIM, efficiency, management, communication, constraints.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	16
1.1. Modelado de información de la construcción	16
1.2. Descripción del proyecto	17
1.3. Descripción de la ubicación de la propuesta	17
1.4. Argumentación y alcance	18
1.5. Justificación	19
1.6. Planteamiento del problema	20
CAPÍTULO 2: OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS.....	21
2.1. Objetivo General	21
2.2. Objetivos Específicos	21
2.3. Resultados esperados.....	21
CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM.....	1
3.1. Protocolos y documentación.....	1
Control de cumplimiento y plazos de entrega	1
Seguridad de datos y transparencia.....	1
Alcance de las actividades	2
3.2. EIR (Requisitos de información del empleador) y usos BIM	2
Usos BIM aplicados según EIR.....	4
3.3. Plan de ejecución BIM (BEP) y alcance del equipo de trabajo VisionBIM	5
Información del Proyecto	5
Hitos relevantes.....	6
Organigrama del equipo de trabajo.....	6
Roles y Responsabilidades	7
Gerente BIM:	7

	Coordinador BIM:	7
	Líder de Arquitectura:	8
	Líder Estructural:	8
	Líder MEP:	8
	Nivel de detalle por elementos arquitectónicos, estructurales y MEP (LOD).....	9
	Arquitectura	10
	Estructura	10
	MEP (Mecánica, Eléctrica e Hidrosanitaria):	10
	Nomenclatura de archivos	11
3.4.	Coordinación de modelos	11
	Entregables	12
	Documentos Iniciales	12
	Documentación Técnico - Económica	13
	Hitos de entregables.....	14
3.5.	Auditoria y aseguramiento de calidad de los modelos	14
3.6.	Selección de Herramientas tecnológicas	15
	Revit 2024 (Modelado de disciplinas y producción de entregables:	15
	Presto 2024 (Costos y presupuestos de obra 5D):	16
3.7.	Archivo de protocolo interno y estilos	16
3.8.	Entorno Común de datos	16
3.9.	Medidas emergentes para garantizar la continuidad del trabajo	18
3.10.	Gestión de la información	18
3.11.	Matriz de control de actividades:	21
	CAPÍTULO 4: ROL LÍDER DE ARQUITECTURA	22
4.1	Descripción del Rol:	22

4.2	Desarrollo del Rol:	23
4.2.1	Flujo de trabajo:	23
4.2.2	Criterios Generales de modelado:.....	25
4.2.3	Nivel de desarrollo (LOD).....	25
4.2.4	Criterios específicos de modelado para la especialidad de Arquitectura: 26	
4.2.5	Nomenclatura de objetos y elementos:	31
4.2.6	Plantilla de modelado de arquitectura:.....	32
4.2.7	Navegador de proyectos:	33
4.2.8	Sistemas de clasificación	34
4.2.9	Nivel de información LOIN.....	36
4.3	Entorno Común de datos:	37
4.4	Auditoría de modelo	37
4.4.1	Coordinación disciplinar:.....	38
4.5	Entrega de planos:	40
4.6	Planificación 4D y 5D de la disciplina de arquitectura:	41
5.	CONCLUSIONES	42
6.	RECOMENDACIONES	44
7.	ANEXOS	44
8.	BIBLIOGRAFÍA	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de puntos georreferenciados.....	18
<i>Tabla 2. Información del proyecto</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3. Hitos relevantes del proyecto</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 4. LOD recomendado por la Penn State University para cada Uso Bim</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 5. Estructura nomenclatura de archivos</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 6. Lista de entregables</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 7. Hitos de entregarles de coordinación</i>	<i>14</i>
Tabla 8 LOD recomendado por la Penn State University para casa Uso BIM	26
Tabla 9 Nivel LOI para cada elemento.....	36
Tabla 10 Detalle de planos elaborados.....	41

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. (Mapa predial DMQ, 2024) Ubicación del lote del proyecto</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 2. Organigrama del equipo de trabajo- Oficina VisionBIM.....</i>	<i>7</i>
Ilustración 3 Matriz de Interferencias.....	12
Ilustración 4. Organización de carpetas dentro de ACC	18
Ilustración 5 Formato de minuta de reunión.....	19
Ilustración 6. Incidencia 148	20
Ilustración 7. Documento de control de avance en tiempo real	21
Ilustración 8 Flujo de trabajo Modelado Arquitectura	24
Ilustración 9 Anteproyecto “Plaza Cine”	25
Ilustración 10 Estructura de muro con aislante acústico.	28
Ilustración 11 Criterios de modelado para suelos.....	29

Ilustración 12 Criterios de modelado para Cielo Falso	29
Ilustración 13 Criterios de modelado para revestimiento de muros	30
Ilustración 14 Criterios de modelado para Fachada	30
Ilustración 15 Criterios de modelado para mobiliario	31
Ilustración 16 Criterios de modelado para Paredes de graderío	31
Ilustración 17 Criterios de modelado para Puertas	31
Ilustración 18 Parámetros de plantilla de arquitectura	33
Ilustración 19 Navegador de proyecto Revit	34
Ilustración 20 Asignación de código de clasificación Unifomat	35
Ilustración 21 Asignación de código de clasificación Onmiclass	35
Ilustración 22 Estructura de datos de elemento de modela	36
Ilustración 23 Entorno Común de datos Autocad Construction Cloud	37
Ilustración 24 Informe Model Checker, Autodesk	38
Ilustración 25 Clash detective	39
Ilustración 26 Matriz de chequeo de interferencias.....	40
Ilustración 27 Flujo de trabajo Planificación 4D y 5D disciplina de arquitectura	41
Ilustración 28 Presupuesto referencial por capítulos.....	42

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*

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 1 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 1 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).

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).

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.

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.

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.

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.

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.

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 2. Información del proyecto
Fuente: Elaboración Propia*

Hitos relevantes

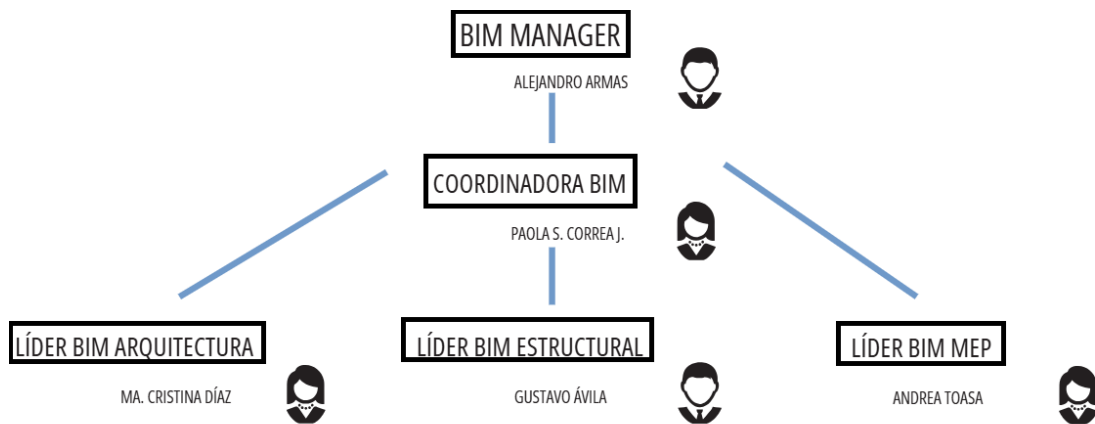
No.	HITO	FORMATO	RESPONSABLE
1	EIR	.pdf	Gerente BIM
2	PRE BEP	.pdf	Gerente BIM
3	BEP	.pdf	Gerente BIM
4	Anteproyecto volumétrico	.pdf	Coordinador BIM
5	Plantillas de trabajo	.rfa	Coordinador BIM
6	Modelo arquitectónico	.rvt	Líder arquitectura
7	Modelo estructural	.rvt	Líder estructura
8	Modelo MEP	.rvt	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 3. Hitos relevantes del proyecto
Fuente: Elaboración Propia*

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*

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 disciplinarias
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

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

En la *Tabla 4. LOD recomendado por la Penn State University para cada Uso Bim*, se muestra 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 4. 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.

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 5. Estructura nomenclatura de archivos
Fuente: Elaboración Propia*

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

3.4. 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

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

- 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 arqu/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 6. Lista de entregables
Fuente: Elaboración propia

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 7. Hitos de entregarles de coordinación
Fuente: Elaboración propia

3.5. 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.

3.6. 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.

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.

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.

3.7. 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

3.8. 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:

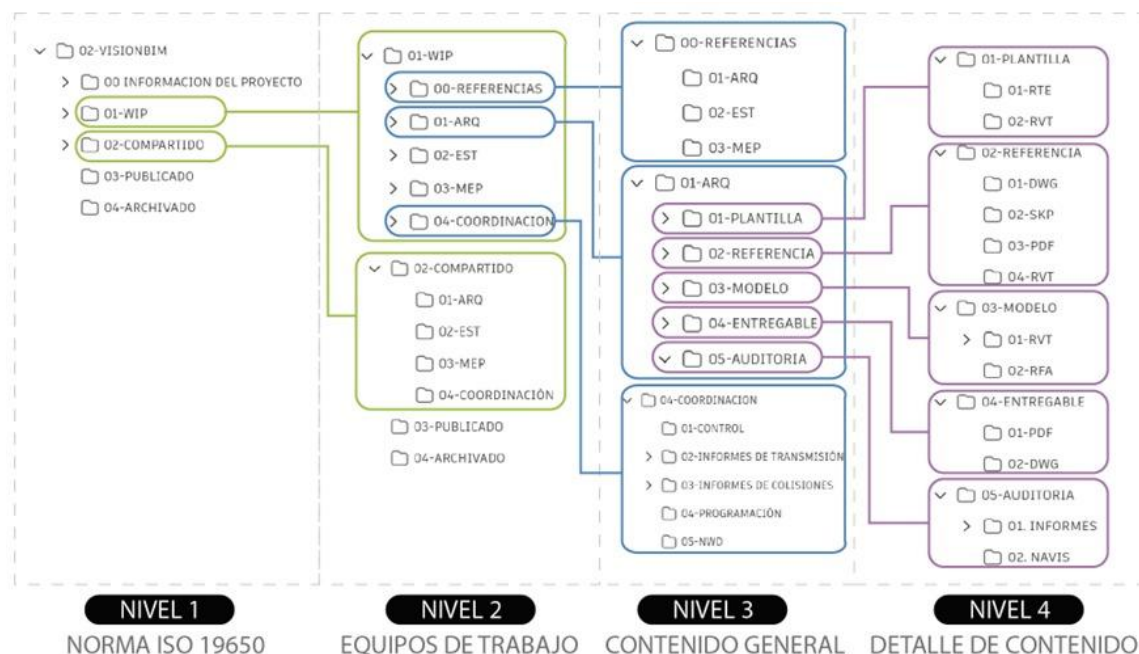


Ilustración 4. Organización de carpetas dentro de ACC
Fuente: Elaboración propia

3.9. 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.

3.10. 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			
				30	10	2024			
LUGAR:	Videoconferencia								
HORA:	18:00 hrs.								
OBJETIVO:	Presentación de proyecto								
PARTICIPANTES									
Miembros de equipo presente - Alejandro Armas – Gerente – Bim – Vision BIM - Paola Correa – Coordinador Bim – Vision BIM - Maria Cristina Díaz – Lider Arquitectura BIM - Gustavo Ávila – Lider Estructura Bim – Vision BIM - Andrea Toasa – Lider 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 5 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 georeferenciado.	
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

+ Crear Incidencia

Exportar (27) filtrado

Buscar por título o ID de in...

Filtros (1)

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

Mostrando 1 - 27 de 27

Incidencia n.º 148

Detalles

Registro de actividad

Anular publicación

Suprimir

Miniatura de la incidencia

Título

Design

Estado

Cerrada

Tipo

D Design > Design

Ilustración 6. 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.

3.11. Matriz de control de actividades:

Para el seguimiento de las actividades desarrolladas se elaboró un documento compartido de Google sheets. Donde se establecieron los entregables definidos para cada entrega y fechas límites de entrega. El documento también permitió la comunicación entre los integrantes del equipo y llevar una agenda actualizada de entregas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															

Ilustración 7. Documento de control de avance en tiempo real

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4: ROL LÍDER DE ARQUITECTURA

4.1 Descripción del Rol:

En términos BIM, un rol es la función que se ejerce en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto en base a las capacidades y competencias del profesional seleccionado. El Rol implica las responsabilidades y funciones asignadas por el BIM Manager y coordinador BIM. Cada líder debe estar capacitado para desempeñar el rol asignado.

Cada uno de los roles que trabajan en un proyecto que aplica metodología BIM, tiene sus funciones claramente definidas en el BEP, en este proyecto en particular, el líder de arquitectura es el encargado de desarrollar el modelo arquitectónico en base a los requerimientos del cliente (EIR). El líder de arquitectura, debe tener pleno conocimiento del entorno digital que se utilizará en el proyecto y de la conceptualización del proyecto de tal forma que pueda plasmar en el modelado digital las ideas y necesidades del Cliente. Es crucial su participación y colaboración con el Cliente, BIM Manager y BIM coordinator, de tal forma que se pueda elaborar un modelo arquitectónico preciso y alineado con los requisitos del proyecto y con la normativa aplicable a cada caso de acuerdo con el BEP. Además, es a partir del modelo arquitectónico desde el cual se puede integrar al proyecto el resto de las especialidades como lo son diseño estructural, sistemas MEP, sostenibilidad entre otras, y por ello la importancia de este rol dentro del proyecto.

Para el caso particular de la Plaza Cine, una vez que se ha recibido el BEP, EIR y a su vez se tenga el protocolo de modelado por elemento aprobado, junto con el anteproyecto en 2D, el líder de Arquitectura procede a plasmar la idea conceptual a un modelo 3D que incluya el nivel de desarrollo solicitado para cada elemento de acuerdo con los usos BIM indicados en el EIR. El líder de arquitectura también, como parte de su responsabilidad de emitir observaciones y criterios que mejoren el diseño y viabilidad

del proyecto basado en la norma de diseño arquitectónico y velando por el beneficio tanto técnico y económico del Cliente

4.2 Desarrollo del Rol:

La función principal del líder de arquitectura es el desarrollo del modelo 3D de arquitectura, que incluya la creación y actualización constante del modelo en el entorno común de datos de tal forma que se mantenga alineado con los requisitos y objetivos del cliente implementando la metodología BIM. Este modelo debe ser preciso, coherente y debe garantizar que no tenga inconsistencias, además el Líder arquitectónico tiene las siguientes funciones:

- Desarrollo del modelo arquitectónico aplicando metodología BIM en base a los requerimientos del cliente EIR y el BEP.
- Cumplimiento de las normas de diseño arquitectónico e ISO 19650 para la gestión de la información.
- Velar por el cumplimiento del protocolo de modelado por elemento en su grupo de arquitectura.
- Control de cambios y actualizaciones del modelo arquitectónico en el entorno común de datos.
- Entregar un modelo auditado.
- Corrección de interferencias o colisiones con elementos de otras especialidades de acuerdo con lo solicitado por la Coordinadora.
- Elaboración de los entregables que corresponden a esta disciplina, planos y modelo Revit aprobado.

4.2.1 Flujo de trabajo:

De acuerdo con el flujo de trabajo establecido para el proceso de modelado arquitectónico, la información necesaria como conocimiento general del proyecto, es el

EIR y el BEP, de igual manera el proceso de modelado arquitectónico puede empezar una vez que se cuenta con el anteproyecto, protocolo de modelado, y plantilla de arquitectura.

Durante el proceso de modelado arquitectónico se solicitan aprobaciones y revisiones del modelo al BIM Manager y Coordinadora, asimismo previo a la auditoría del modelo se deben resolver todas las incidencias asignadas a esta disciplina para cumplir con primer hito que es realizar la auditoría del estado general del modelo, posterior a lo cual se realiza la coordinación disciplinar utilizando la herramienta model checker y Navisworks que arrojan informes de coordinación. Hasta aquí, este proceso debe repetirse cuántas veces sea necesario hasta obtener un modelo definitivo sin conflictos.

Una vez aprobados estos informes se puede proceder con la elaboración de planos, en donde termina el proceso como se puede ver en la ilustración 4, finalmente, como entregables de este proceso de modelado arquitectónico son los archivos en Navisworks, modelo auditado y planos.

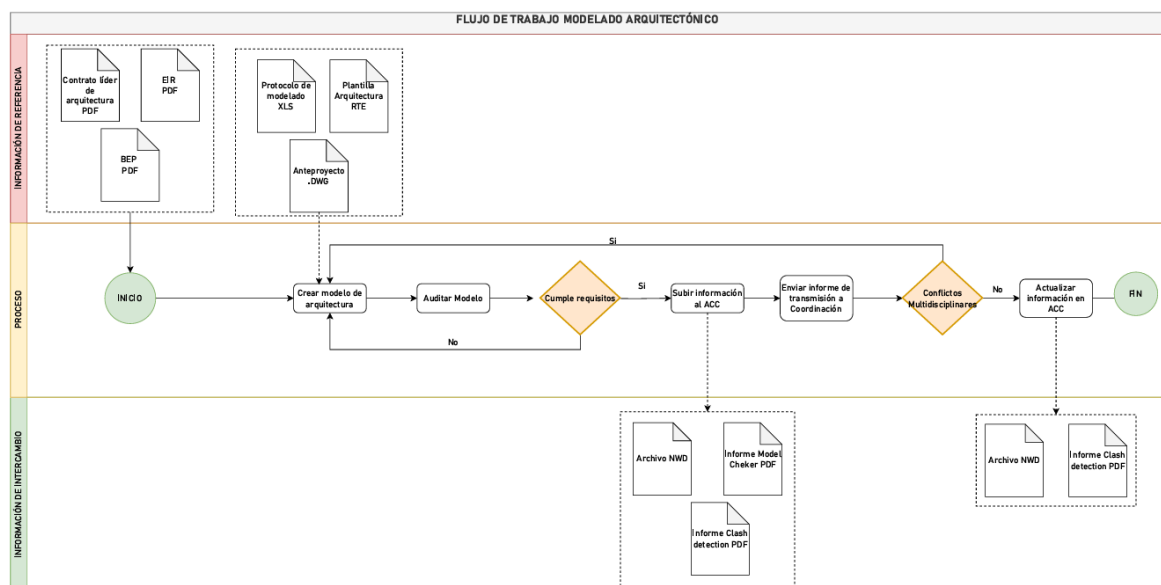


Ilustración 8 Flujo de trabajo Modelado Arquitectura
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Criterios Generales de modelado:

El modelado aplicando metodología BIM incluye elementos constructivos manteniendo la regla *se modela como se construye*, es decir que, los elementos y objetos están separados por niveles y espacios de tal forma que se puedan diferenciar al momento de la ejecución.

Para iniciar con el modelo, se toma como base el anteproyecto en 2D en Autocad (anexo 14) importándolo a Revit.

IMPLANTACION

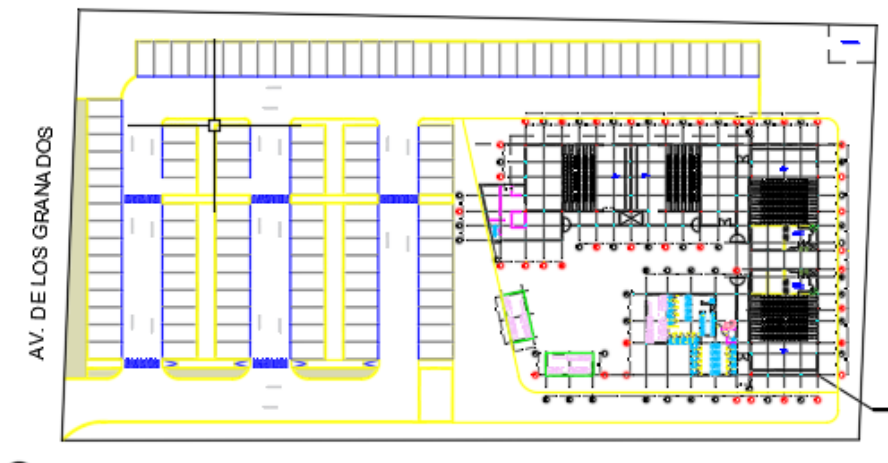


Ilustración 9 Anteproyecto "Plaza Cine"
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Nivel de desarrollo (LOD)

El nivel de desarrollo de un modelo está dado por los usos BIM requeridos por el cliente dependiendo del detalle necesario para satisfacer sus necesidades. Para este proyecto, se ha tomado como referencia la recomendación de la Penn State University para aplicar el LOD a cada Uso Bim que se menciona en el EIR como se muestra en la tabla 6.

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 8 LOD recomendado por la Penn State University para casa Uso BIM
Fuente: Elaboración propia.*

Analizando la tabla anterior, se puede observar que la coordinación de modelo es el uso BIM que mayor LOD requiere el cual es por lo menos 350, razón por la cual se ha aplicado este LOD a todos los elementos que pueden generar interferencias con otras disciplinas de acuerdo a lo conjuntos que se muestran en la ilustración 4, los objetos que no constan en los conjuntos pueden ser modelas en niveles de desarrollo más bajos.

4.2.4 Criterios específicos de modelado para la especialidad de Arquitectura:

- Muros: Debido a la conceptualización del proyecto, existen muros con aislante acústico en las salas de cine y sin aislante en las áreas de patio de comida, restaurante,

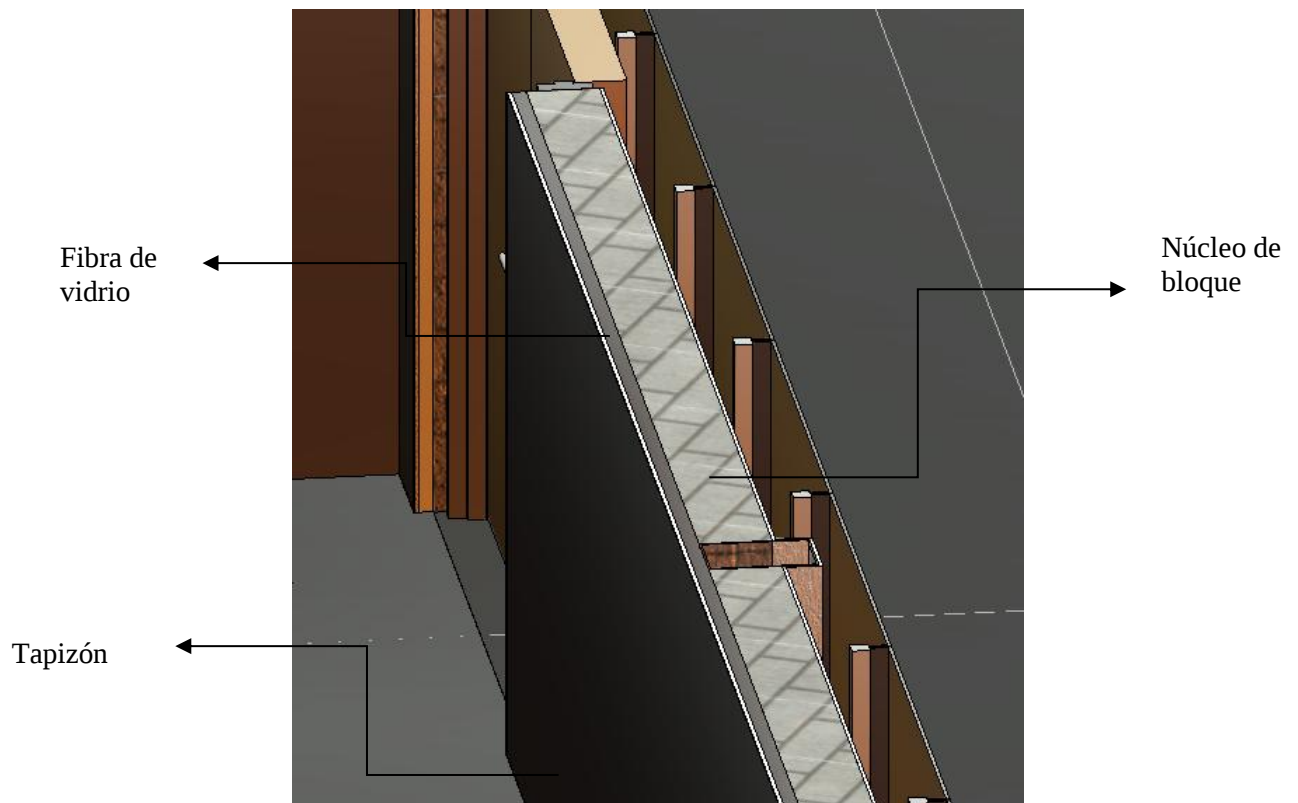
baños y vestidores. Razón por la cual, se ha modelado de manera no integrada, el núcleo de los muros del proyecto consiste en bloque de 200mm y 150 mm para paredes que separan espacios. Los muros están enlazados de nivel a nivel y modelados desde el borde de cada columna.

El nivel de desarrollo para el modelado de este elemento es de 350 debido a la precisión necesaria para cumplir con los Usos BIM requeridos por el cliente, de acuerdo con el Bim Forum 2023, el modelado con un LOD 350 para muros debe incluir:

- Dimensiones del elemento largo, alto y espesor
- Capas
- Ubicación exacta
- Aberturas con cualquier dimensión mayor a 15 cm.

MUROS				
Nomenclatura	marca de tipo/material/espesor (M1/BLO/200mm)			
Criterios Generales	No integrado			
Tipo	Interior y Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa			M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes	piso-estructural		
Vinculación elementos del modelo	Base-Tope por lógica bidireccional		LOD 350	exclusiones
Jerarquías Acabados	Prioridad 2			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			ninguna
Estrategia	Según proceso constructivo			

Ilustración 6 Criterios de modelado para muros
Fuente: Elaboración propia

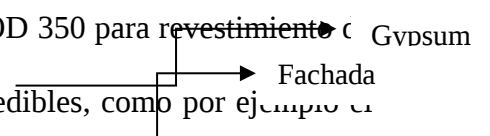


*Ilustración 10 Estructura de muro con aislante acústico.
Fuente: Elaboración propia*

- Suelos: Para el modelado arquitectónico, se utilizó la herramienta “suelos” para representar los revestimientos de piso existentes en el proyecto. La conexión entre suelos, muros y revestimiento de muros no debe solaparse ni tampoco existe espacio entre estos elementos, asegurando así que la cuantificación de volumen sea la correcta, así como evitar conflictos o interferencias. En los pisos no se incluyó aislamiento acústico.

El nivel de desarrollo para el modelado de este elemento es de 350 debido a la precisión necesaria para cumplir con los Usos BIM requeridos por el cliente.

De acuerdo con el Bim Forum 2023, el modelo en LOD 350 para revestimiento de suelos se debe incluir todas las capas individuales medibles, como por ejemplo el mortero para la instalación de porcelanato.



REVESTIMIENTO SUELOS: capa de acabado sobre el sobrepiso nivelado de la losa estructural				
Nomenclatura		Marca de tipo / material/ espesor S1/PORC/20MM)		
Criterios Generales		Integrado		
Tipo	Interior y Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa			M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Modelar sobre nivel piso acabado estructural		
Vinculación elementos del modelo	Paredes		LOD 350	EXCLUSIONES
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			ninguna
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			

Ilustración 11 Criterios de modelado para suelos

Fuente: Elaboración propia

- Cielo falso: El cielo falso se ha modelado de forma integrada utilizando el elemento predeterminado en Revit que cuenta con la estructura de soporte. El espesor del elemento corresponde al grosor de la estructura de soporte más Armstrong.

El nivel de desarrollo para el modelado de este elemento es de 350 en el que se representa la geometría y la altura en la que está ubicada de manera exacta, De acuerdo con el Bim Forum 2023, el modelo en LOD 350 para cielo falso debe incluir todas las capas de manera que sean medibles.

CIELO FALSO				
Nomenclatura		marca de tipo/material/espesor (CR1/GYP/5MM)		
Criterios Generales		Integrado		
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa			M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Vincular nivel Tope superior		
Vinculación elementos del modelo	Paredes		LOD 350	EXCLUSIONES
Jerarquías Acabados	Prioridad 2			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			Pernos, vinchas de sujeción elementos menores a 10cm
Estrategia	Según proceso constructivo	Asociado a muros		

Ilustración 12 Criterios de modelado para Cielo Falso

Fuente: Elaboración propia

- Revestimiento de muros: Como se ha mencionado anteriormente, la metodología de modelación de muros es no integrada, por lo que se modela un muro base o núcleo y sus revestimientos como elementos independientes. Para modelar el revestimiento, se debe verificar que el muro base o núcleo, esté correctamente ubicado.

Se utiliza un nivel de desarrollo 350 en el que se asignan los tipos de materiales de cada una de las capas y permiten la coordinación con los modelos estructural y MEP tal como lo especifica el Bim Forum 2023.

REVESTIMIENTO DE MUROS				
Nomenclatura	marca de tipo/material/espesor1/material2espesor/material3espesor (REV1/PINT2MM/ENL5MM/GW40MM)			
Criterios Generales	no integrado			
Tipo	Interior y Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Multicapa			M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes			
Vinculación elementos del modelo	Base-Tope por lógica bidireccional			exclusiones
Jerarquías Acabados	Prioridad 2	Acabado de pared hasta nivel cieloraso	LOD 350	
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			ninguna
Estrategia	Según proceso constructivo			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			
Estrategia	Según proceso constructivo			

Ilustración 13 Criterios de modelado para revestimiento de muros
Fuente: Elaboración propia

- **Fachada:** Para la fachada del patio de comidas se ha optado por un muro tipo cortina acristalado compuesta. Para el efecto se ha escogido un muro cortina predeterminado en Revit que cuenta con la estructura de la fachada y ventanería. Este elemento se ha modelado enlazado de nivel a nivel, cubriendo vigas y columnas.

Para la fachada del resto de áreas se ha utilizado igualmente un muro cortina con Alucobond o paneles metálicos no integrados.

El nivel de desarrollo para el modelado de este elemento es de 350 debido a la precisión necesaria para cumplir con los Usos BIM requeridos por el cliente.

De acuerdo con el Bim Forum 2023, el modelo en LOD 350 para muros debe incluir todas las capas, en este caso estructura y paneles. Se excluye elementos de sujeción menores a 10 cm.

FACHADA: Capa de envolvente				
Nomenclatura	/Marca de tipo / material/ espesor (FCH/VID-TEM/4MM)			
Criterios Generales	No integrado			
Tipo	Interior y Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Por capa			M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Modelar sobre nivel piso acabado estructural		
Vinculación elementos del modelo	Paredes			EXCLUSIONES
Jerarquías Acabados	Prioridad 1		LOD 350	
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			ninguna
Estrategia	Según proceso constructivo			

Ilustración 14 Criterios de modelado para Fachada
Fuente: Elaboración propia

- **Mobiliario:** Para modelar el mobiliario se han utilizado diferentes catálogos que se adjuntan en el anexo 15. Para estos objetos se ha utilizado un LOD 300, indicando la ubicación exacta del elemento y dimensiones, pero sin detallar materiales, fabricación o elementos de instalación, con la finalidad de cuantificar la cantidad y

dimensiones de objetos existentes en el modelo, tal como lo especifica el Bim Forum 2023.

MOBILIARIO				
Nomenclatura	Marca de tipo/ tipo de mueble/anchoxlargo (MB1/MES/600MM X4,5M)			
Criterios Generales				
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A			UNIDAD
Vinculación elementos de referencia	Planos			
Vinculación elementos del modelo	N/A			EXCLUSIONES
Jerarquías Acabados	N/A		LOD 350	Pernos
Jerarquías Coordinación	Prioridad 2-Arquitectura			elementos menores a 10cm
Estrategia	Según proceso constructivo			mobiliario repetido

Ilustración 15 Criterios de modelado para mobiliario
Fuente: Elaboración propia

- Paredes de graderío: Las paredes de graderío están modeladas de forma integrada, considerando que no tiene un núcleo como en los otros casos. El material utilizado es de fibrocemento seguido de una capa de estucado y pintura, con estas consideraciones se llega a un LOD 350 como lo establece el Bim Forum 2023.

Paredes de graderío				
Nomenclatura	marca de tipo/material1-material2-material3/espesor (GR-MI/FC-ENL-PINT/17MM)			
Criterios Generales				
Tipo	Interior y Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	Multicapa			M2
Vinculación elementos de referencia	Niveles y Ejes	piso-estructural		
Vinculación elementos del modelo	Base-Tope por lógica bidireccional		LOD 350	exclusiones
Jerarquías Acabados	Prioridad 2			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 2-Arquitectura			ninguna
Estrategia	Según proceso constructivo			

Ilustración 16 Criterios de modelado para Paredes de graderío
Fuente: Elaboración propia

- Puertas: Para el modelado de puertas se ha utilizado un LOD 350 que incluye sus dimensiones geométricas, y se excluye elementos de instalación menores a 10 cm como lo indica el Bim Fórum 2023.

PUERTAS				
Nomenclatura	Marca de tipo/material/ancho x alto (P1/AINOX/75MM X 2,40M)			
Criterios Generales				
Tipo	Interior y Exterior	Detalles	LOD	MEDICIÓN
Definición por capas	N/A			UNIDAD
Vinculación elementos de referencia	N/A			
Vinculación elementos del modelo	Anfitrión-Paredes		LOD 350	EXCLUSIONES
Jerarquías Acabados	Prioridad 1			
Jerarquías Coordinación	Prioridad 1-Estructura			Pernos,
Estrategia	Según proceso constructivo			elementos menores a 10cm

Ilustración 17 Criterios de modelado para Puertas
Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Nomenclatura de objetos y elementos:

La estructura de nomenclatura aplicada para este proyecto se basó en el Manual de Nomenclatura de Elementos BIM con Revit (BIM Learning, 2021), que a su vez utiliza la norma ISO 19650 como referencia.

El uso de una estructura y estandarización en la nomenclatura permite la homogeneización de elementos para todas las especialidades y a su vez aporta información básica que cualquier miembro del equipo pueda identificar de forma rápida y oportuna.

La nomenclatura propuesta consiste en una serie de campos que se concatenan para formar el nombre del objeto o elemento, adaptado a las características propias del proyecto “Plaza Cine” (Building Smart, España 2023).

En este sentido, la nomenclatura está definida dependiendo la especialidad de la siguiente manera:

Marca de tipo / material1-material2-materialn/espesor1-espesor2-espesorn

Por ejemplo, para el caso de muros de bloque de 200mm se presenta la siguiente nomenclatura: M4/BLQ/200mm

Esta nomenclatura está especificada en el protocolo de modelado por elemento en el anexo no. 3.

4.2.6 Plantilla de modelado de arquitectura:

La planilla de arquitectura fue elaborada por el Bim Manager en conjunto con la Coordinadora de acuerdo con el BEP y el manual de estilos, con el objetivo de definir la configuración necesaria tanto de visualización como para modelado propiamente, de acuerdo con las necesidades del cliente (EIR).

En este caso la planilla de arquitectura cuenta con los siguientes ajustes:

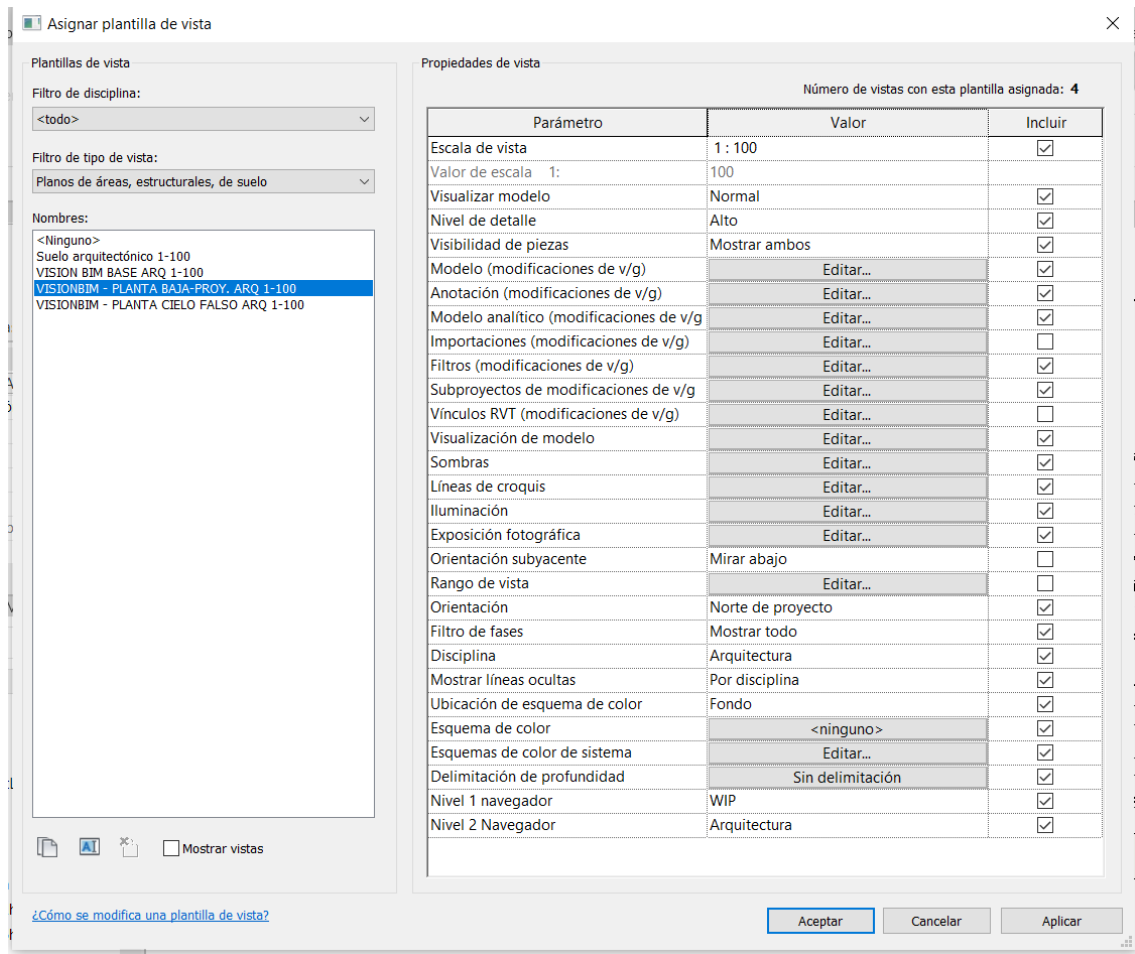


Ilustración 18 Parámetros de plantilla de arquitectura
Fuente: Elaboración propia

4.2.7 Navegador de proyectos:

La interfaz de navegador de proyecto de Revit se ha organizado de tal manera que se evidencia una estructura jerárquica organizada del proyecto, que facilite la navegación e identificación de los diferentes planos y vistas del proyecto, como se muestra a continuación:

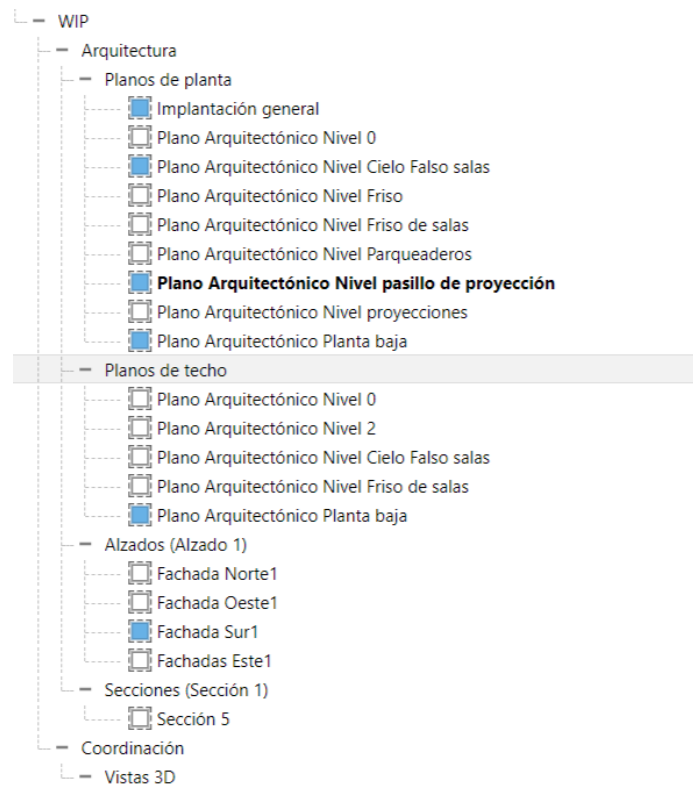


Ilustración 19 Navegador de proyecto Revit
Fuente: Elaboración propia

4.2.8 Sistemas de clasificación

El sistema de clasificación facilita la tipificación y organización de la información contenida en el modelo BIM (Building Smart España, 2022). Clasificar los elementos permite integrarlos en un sistema internacional de identificación, lo que posibilita su extracción en formatos IFC y su utilización en cualquier software compatible con la metodología BIM.

En este caso se han aplicado dos sistemas de clasificación internacionales que son los más comunes:

Clasificación Unifomat: Este formato introduce un estándar para la clasificación de elementos de construcción, creado en 1993 por la ASTM. Su objetivo principal es proporcionar un estándar estructurado para clasificar los componentes de un proyecto de construcción de manera que se pueda describir y organizar sin necesidad de detallar los

materiales específicos que lo componen. Esto permite que los profesionales involucrados en el diseño, la construcción y la gestión del ciclo de vida del proyecto puedan trabajar con un lenguaje común, facilitando la colaboración entre diversas disciplinas. (Building Smart España, 2022).

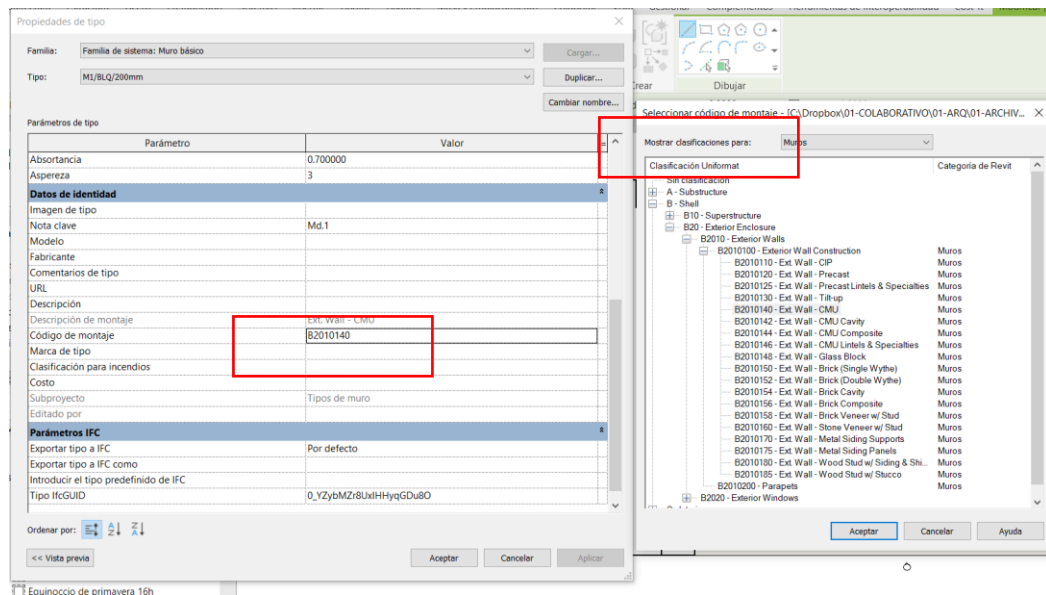


Ilustración 20 Asignación de código de clasificación Unformat
Fuente: Elaboración propia

Clasificación Onmiclass: Este sistema fue publicado en 2006 en Estados Unidos, su objetivo es clasificar los elementos de manera funcional y de acuerdo con el desempeño de los elementos dentro del modelo.

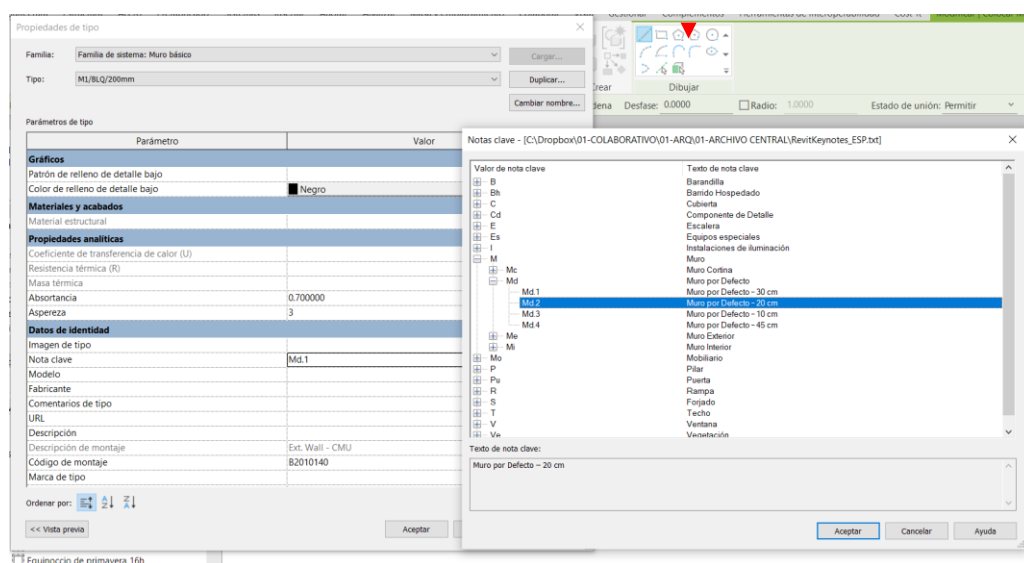


Ilustración 21 Asignación de código de clasificación Onmiclass
Fuente: Elaboración propia

4.2.9 Nivel de información LOIN

Dentro de la metodología BIM, el término LOIN (Level of Information Need) hace referencia al nivel de información no gráfica tanto de objetos como de elementos del modelo de acuerdo con la ISO 19650, incluye características físicas y mecánicas, en otras palabras, corresponde a las especificaciones técnicas de los materiales utilizados en el proyecto.

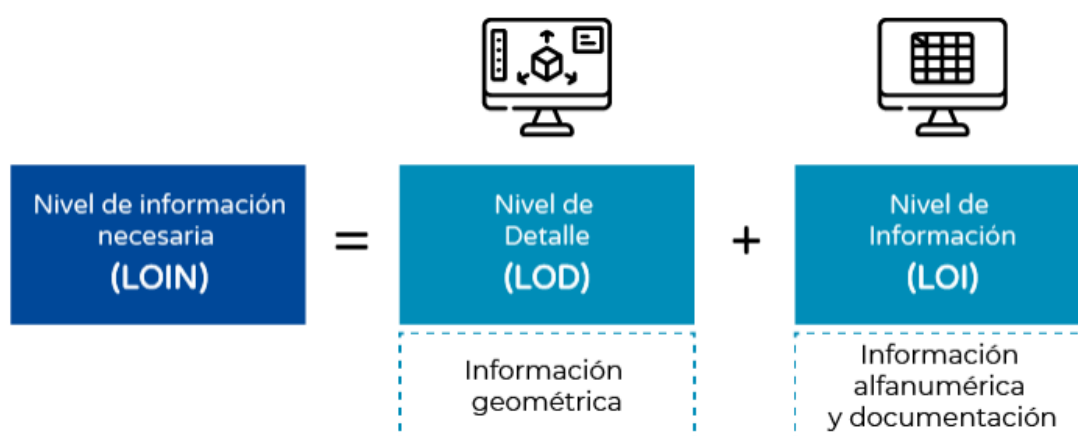


Ilustración 22 Estructura de datos de elemento de modelo

Fuente: Instructivo de la Matriz para la definición de Nivel de Información Necesaria, Plan BIM Perú.

En este caso, para el proyecto “Plaza Cine” se ha utilizado un nivel que incluye propiedades geométricas, térmicas y mecánicas como densidad y/o resistencia, dependiendo de cada elemento como se indica a continuación:

Elemento	Características			Térmica
	Geométricas (dimensiones)	Mecánicas	Aspecto	
Muros	x	x	x	
Revestimiento de muros	x	x	x	
Mobiliario	x		x	
Puertas	x	x	x	
Cielo raso	x	x	x	
Suelos (revestimiento de pisos)	x	x	x	
Fachadas	x	x	x	x

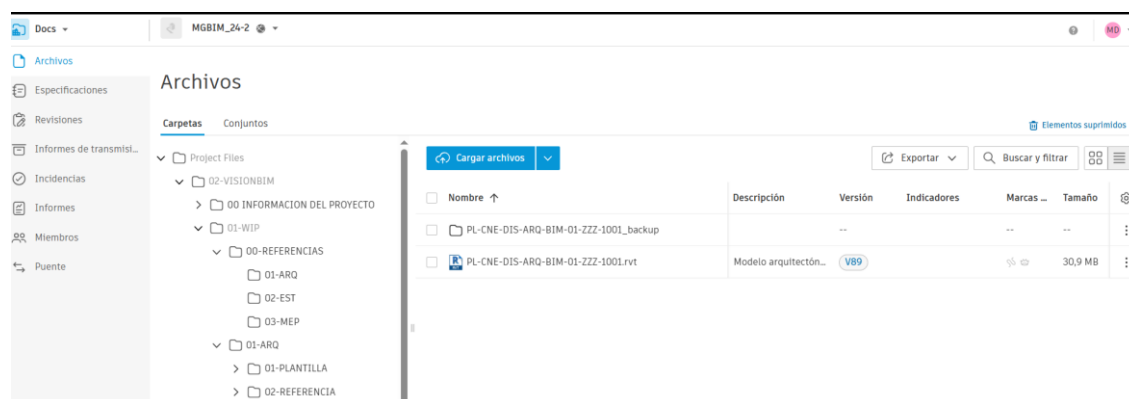
Tabla 9 Nivel LOI para cada elemento

Fuente: Elaboración propia

4.3 Entorno Común de datos:

El entorno común de datos permite centralizar toda la información generada para el proyecto de manera ordenada digitalizada y a disposición del equipo de trabajo en cualquier momento y lugar. En el caso del proyecto “Plaza Cine” se ha utilizado Autodesk Construction Cloud, durante el proceso de modelamiento arquitectónico el archivo se almacena en la carpeta de trabajo en progreso, en donde se pueden notificar incidencias con otras disciplinas y solicitar revisiones y aprobaciones a medida que se avanza con la elaboración del modelo, pasando por un flujo de aprobaciones previamente establecido, en el que automáticamente se notifica al Coordinador y Gerente BIM la necesidad de revisar y aprobar los avances.

Como se puede observar, se realizaron 89 versiones del modelo arquitectónico hasta llegar al archivo auditado como se puede ver en la ilustración 21.



*Ilustración 23 Entorno Común de datos Autocad Construcction Cloud
Fuente: Elaboración propia.*

4.4 Auditoría de modelo

El objetivo de realizar una auditoría de modelo es ayudar al Líder de Arquitectura, en este caso, a identificar errores o inconsistencias que no cumplan con los estándares o normativa requerida.

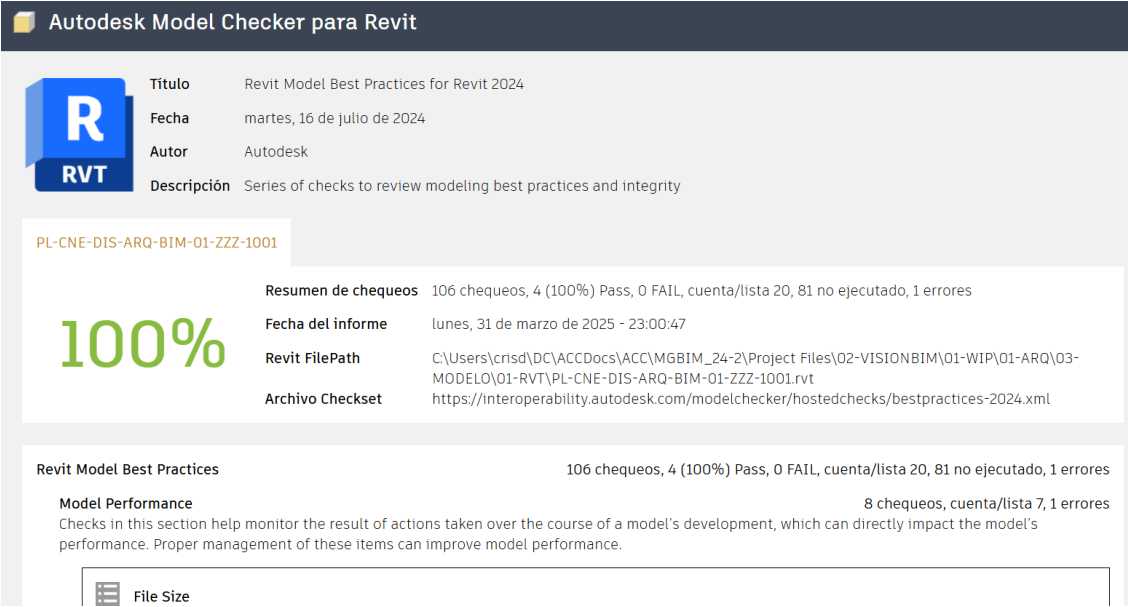
Para el efecto, se ha utilizado el complemento de Autodesk para Revit “Model Checker”. Esta herramienta realiza un análisis de control de calidad y cumplimiento del

modelo comparándolo con estándares y normativa dentro del marco de la metodología BIM.

Para realizar este análisis, se ha utilizado el manual de Buenas Prácticas de Revit 2024, con el cual se ha revisado la ejecución del modelo, niveles, ejes, habitaciones, áreas, y sistemas de familias, correspondientes a la disciplina de arquitectura, como se muestra en el informe obtenido en el anexo no. 6.

La auditoría del modelo incluye la revisión de los siguientes puntos:

- Solución de avisos generados por Revit
- Eliminación de objetos duplicados
- Depuración de objetos y elementos no utilizados.



*Ilustración 24 Informe Model Checker, Autodesk
Fuente: Elaboración Propia*

4.4.1 Coordinación disciplinar:

Una vez revisado el modelo y comparado con los estándares de calidad indicados en el Manual de Buenas Prácticas de modelado de Revit 2024, se procede a analizar conflictos e interferencias dentro del modelo arquitectónico utilizando el software Navisworks con la herramienta “Clash Detective”.

De acuerdo con la matriz de chequeos de interferencias realizado por el Coordinador BIM, en el modelo de arquitectura los elementos se agruparán de la siguiente manera:

- Cubierta
- Cielo Raso
- Muros
- Suelos
- Revestimiento fachada
- Ventanería Interna

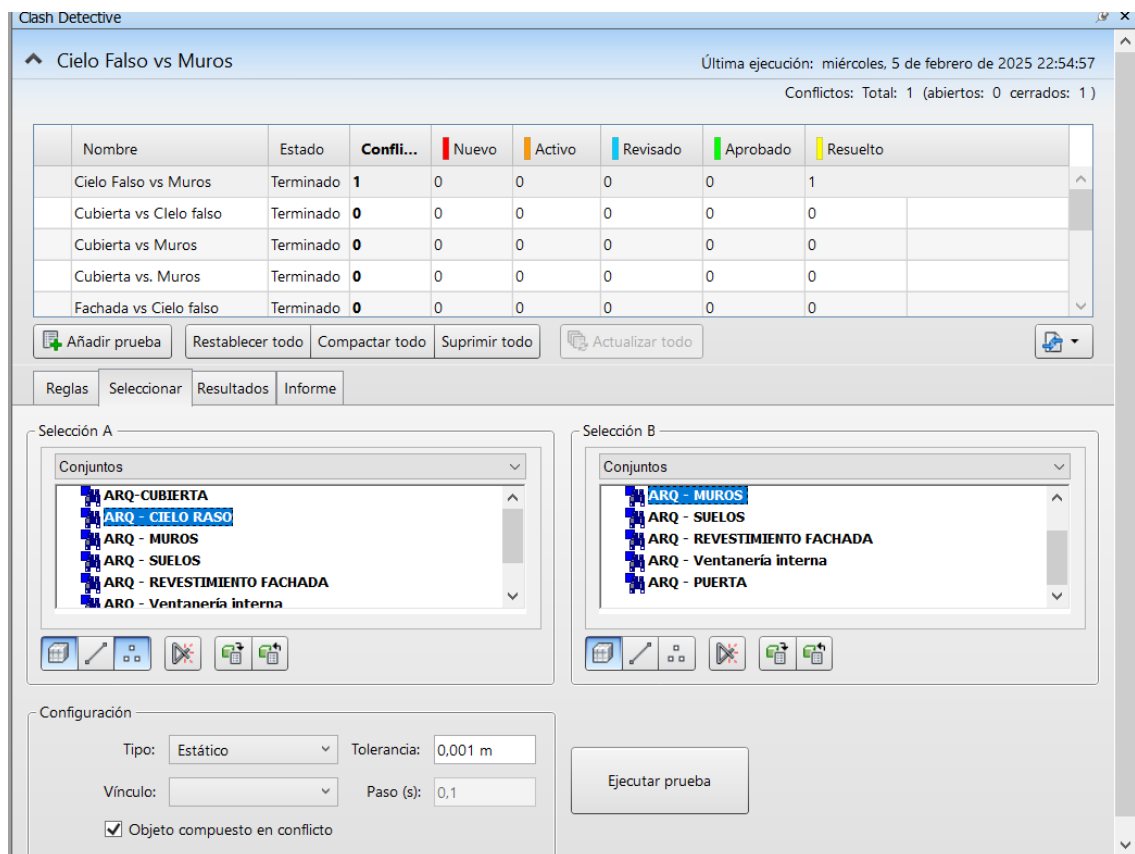


Ilustración 25 Clash detective
Fuente: Elaboración propia

Estos conjuntos de elementos permitirán identificar fácilmente las interferencias tanto entre conjuntos de la misma especialidad como con las otras especialidades como se muestra en la ilustración 24.

Ilustración 26 Matriz de chequeo de interferencias
Fuente: Elaborado por la Coordinadora BIM

4.5 Entrega de planos:

Código	Plano	Escala
A000	Índice	N/A
A101	Implantación	1:250
A102.1	Nivel 1 Planta Baja	1:100
A102.2	Nivel 2 Pasillo de Proyección	1:100
A 201.1	Cielo falso Salas	1:100
A 201.2	Cielo falso nivel 1	1:100

A 301.1	Fachada Este – Oeste	1:100
A 301.2	Fachada Norte – Sur	1:100
A 401	Cortes	1:100
A 501	Detalles	1:100

Tabla 10 Detalle de planos elaborados.
Fuente: Elaboración propia

4.6 Planificación 4D y 5D de la disciplina de arquitectura:

La planificación del proyecto, así como la elaboración del presupuesto responde al siguiente flujo de trabajo que se muestra en la ilustración 27, el cual inicia una vez que se tenga el modelo arquitectónico aprobado.

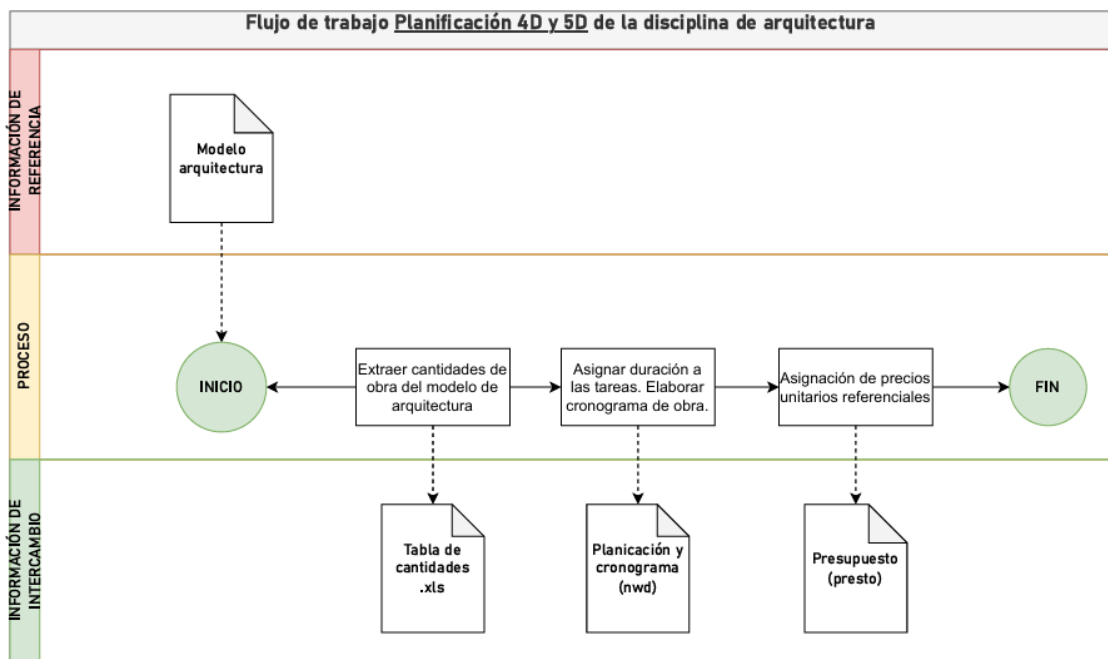


Ilustración 27 Flujo de trabajo Planificación 4D y 5D disciplina de arquitectura
Fuente: Elaboración propia

Utilizando el programa Presto y su aplicación Cost it para Revit, se extrae las cantidades de obra tal como están modeladas, en este mismo software se realiza el presupuesto tomando una base de datos de precios unitarios previamente establecida.

En este caso, el presupuesto solo para la parte arquitectónica asciende a \$787.114,89, que incluye mano de obra y materiales como se muestra en la ilustración 25

La ventaja de utilizar este software es la compatibilidad que tiene con Revit, del cual se pudo extraer las cantidades de obra garantizando la exactitud del presupuesto.

Código	NatC	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
Revit		PLAZA CINE	1		787.114,89	787.114,89
00016		Plano Arquitectónico Planta baja Nivel +0.20	1		602.403,64	602.403,64
00014		Plano Arquitectónico Nivel pasillo de proyección Nivel ...	1		79.118,63	79.118,63
00012		Plano Arquitectónico Nivel Friso Nivel +4.95	1		14.959,79	14.959,79
00011		Plano Arquitectónico Nivel Cielo Falso salas Nivel + 7.96	1		66.629,14	66.629,14
00013		Plano Arquitectónico Nivel Friso de salas Nivel +11.00	1		24.003,69	24.003,69

*Ilustración 28 Presupuesto referencial por capítulos
Fuente: Elaboración propia*

Esta tabla de cantidades permite organizar por niveles, lo cual ayuda a realizar la planificación de obra, actividad que fue realizada en Navisworks en este caso utilizando el modelo federado en conjunto con todas las disciplinas.

Para la planificación del proyecto, el líder de arquitectura asignó la duración de las actividades, sin embargo el proceso de determinar actividades precedentes y sucesoras es realizado por la coordinadora con la información de la disciplina estructural y MEP.

5. CONCLUSIONES

- Mantener un entorno común de datos evita los errores que se puedan generar por pérdida de información o robo de información.
- La metodología BIM proporciona transparencia en el proyecto, permite que todos los miembros del equipo cumplan con sus responsabilidades a tiempo sin necesidad de supervisión constante.

- La metodología BIM permite que la información sea compatible con cualquier sistema o software tanto de diseño como de visualización de los modelos o para elaboración de renders.
- Los Niveles de Desarrollo (LOD) y de Información (LOI) no son equivalentes, y están definidos de acuerdo a los Usos BIM que requiere el cliente.
- Como lo indica el flujo de trabajo, es responsabilidad del líder de arquitectura entregar un **modelo auditado**, quiere decir que se debe enviar mediante informe de transmisión, el modelo definitivo corregidas las observaciones del Clash detection y model checker al Coordinador para posteriormente realizar un análisis de interferencias con las otras disciplinas.
- Realizar un modelado de muros no integrado facilitó la elaboración del presupuesto utilizando el software Presto, puesto que se tenía con exactitud la cantidad de cada uno de los materiales y revestimientos sin necesidad realizar cálculos adicionales.
- Utilizar un código de identificación en los sistemas de clasificación de los elementos y objetos modelados dentro de revit, permitió identificar el LOD recomendado por el BIM Forum.
- En total se corrigieron 162 conflictos dentro de la disciplina de arquitectura, y 298 conflictos entre arquitectura y estructura, evitando que estos conflictos aparezcan durante la construcción.
- El diseño de la cubierta del patio de comidas responde a un análisis de eficiencia energética realizado en el cual se aprovecha la luz natural manteniendo un confort térmico.

- Se aplicó paneles de aluminio compuesto (alucobond) en la fachada, puesto que representa la mejor opción costo – beneficio garantizando la hermeticidad tanto térmica con sonora de las salas de cine.

6. RECOMENDACIONES

- No confundir LOD con LOI, cada uno tiene sus consideraciones especiales y puede variar para el modelamiento de cada elemento.
- Todos los datos e información del proyecto deben pasar por un sistema único centralizado y actualizarse continuamente, en este caso es el Autocad Construction Cloud.
- Previo al modelado arquitectónico se debe tener claro los niveles de desarrollo y de información (LOD y LOIN) de cada elemento, de tal forma que no se incluya información no relevante que desperdicie tiempo del equipo, pero que exista la información suficiente para la toma de decisiones y cumplir con los requerimientos del Cliente.
- Es indispensable familiarizarse con el BEP, EIR, manual de estilos y Usos BIM previo empezar con el modelo arquitectónico.

7. ANEXOS

Anexo	ARCHIVO	NOMBRE	ENLACE (Nombre de carpeta)
Anexo 1	Requerimientos del Cliente	PL-CNE-ANT-PLA-CON-00-XXX-1001	*enlace Google drive
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	VisionBIM_informe de Conflictos_ARQ	
Anexo 6	Reporte model Checker	VisionBIM_Model Checker Report_ARQ	
Anexo 7	Modelado Revit Arquitectura	PL-CNE-DIS-ARQ-BIM-01-ZZZ-1001	
Anexo 8	Planos Arquitectura	PL-CNE-DIS-ARQ-BIM-01-ZZZ-1001	
Anexo 9	Cronograma		
Anexo 10	Análisis de costos Arquitectura	PL-CNE-ANT-DCO-CON-00-XXX-1003	
Anexo 11	Flujo de trabajo Modelo Arquitectónico	PL-CNE-ANT-PLA-FLJ-00-XXX-1004	
Anexo 12	Flujo de trabajo Análisis 4D y 5D arquitectura	PL-CNE-ANT-PLA-FLJ-00-XXX-1005	
Anexo 13	Contrato líder Arquitectura	PL-CNE-ANT-DCO-CON-00-XXX-1003	
Anexo 14	Anteproyecto “Plaza Cine”	PL-CNE-DIS-ARQ-FAC-01-N01-1001	
Anexo 15	Catálogo de familias Revit		

8. BIBLIOGRAFÍA

BibLus. (s.f.). *Defining the Exchange Information Requirements (EIR)*. Retrieved from
 Recuperado de <https://biblus.accasoftware.com/en/exchange-information-requirements-what-is-an-eir-in-bim/>.

BIMnD, E. (2023, 11). *Building New Dimensions*. Retrieved from
<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*. Retrieved from <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*. Retrieved from <https://www.espaciobim.com/eir-bim>

Gimenez, M. (2019). *Hiberus*. Retrieved from <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/que-es-bim-construccion/#:~:text=BIM%20es%20una%20metodolog%C3%ADa%20de,y%20eficacia%20en%20los%20procesos>.

Gobierno de Perú. (2021). *Instructivo de la Matriz para definición de Nivel de Información Necesaria*. Perú: Plan BIm Perú.

Guevara, I. (2020, Abril 28). *INFINEON*. Retrieved from 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. (n.d.). *PLAN BIM CHILE*. Retrieved from <https://bim.org.es/plan-bim-chile/>

Prediel, C., Borrmann, A., Mattern, H., Koniig, M., & Schapke, S.-E. (2018). Common Data Environment. In *Building Information Modeling* (pp. 279-291). Springer International Publishing AG,.

Rondón Avellano, J. (n.d.). *Empresarial y Laboral*. Retrieved from <https://revistaempresarial.com/industria/que-es-la-metodologia-bim>

Sisternes García, Á. (2023, 05 11). *Reto Kommerling*. Retrieved from https://retokommerling.com/programas-bim-mas-usados/?utm_source=chatgpt.com

Wikipedia. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved from Building information modeling: https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling