FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS

Trabajo de fin de Carrera titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL CENTRO DEPORTIVO INTEGRAL LA GASCA.

Rol:
Coordinador BIM
Líder MEP (eléctrico)

Realizado por:

ARQ. BRYAN RAÚL SILVA NARANJO

Director del proyecto:

ING. PABLO TIBERIO VÁSQUEZ QUIROZ

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

QUITO, AGOSTO DEL 2025

DECLARACIÓN JURAMENTADA.

Yo, Bryan Raúl Silva Naranjo, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 1723511927, 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.

Firmado electrónicamente por:
BRYAN RAUL SILVA NARANJO
Validar únicamente con FirmaEC

Arq. Bryan Raúl Silva Naranjo

C.I.: 1723511927

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.

Ing. Pablo Tiberio Vásquez Quiroz

Master en dirección de empresas.

LOS PROFESORES INFORMANTES:

VIOLETA CAROLINA RANGEL RODRÍGUEZ

GUSTAVO FRANCISCO VÁSQUEZ ANDRADE

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

_____ _____

Arq. Violeta Carolina Rangel Rodríguez Arq. Gustavo Francisco Vásquez Andrade

Quito, 14 de agosto 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.

Firmado electrónicamente por:
BRYAN RAUL SILVA NARANJO
Validar únicamente con FirmaEC

Arq. Bryan Raúl Silva Naranjo

C.I.: 1723511927

DEDICATORIA.

A mis padres Raúl Silva, Aída Naranjo y a mis hermanos, cuyo amor y apoyo incondicional fueron la base de este logro, de igual manera a las personas que no creyeron en mí, tanto familiares como conocidos, ya que fue un gran motivo e inspiración para no rendirme y esforzarme cada día mucho más.

A un gran amigo, Arq. Manuel Durán, que con su sabia amistad ha sabido aconsejarme para ser una mejor persona, mejor profesional, estando siempre presto a estrechar su mano de ayuda.

AGRADECIMIENTO.

A mis profesores que, con su compromiso y sabiduría, supieron compartir todos esos conocimientos del nuevo mundo BIM que está muy próximo.

A la UISEK, por ser una de las pioneras en la implementación BIM en el país, y brindarme la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

A todas aquellas personas que han contribuido con un granito de arena con una palabra o un acto para poder llegar a este logro, quisiera expresarles mi más sincero agradecimiento, que Dios les multiplique.

RESUMEN.

Se aborda con la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) es una metodología colaborativa en la construcción que centraliza información en un modelo digital creado por un equipo de trabajo. El BIM mejora la visualización y comprensión del diseño, facilitando decisiones y optimizando la planificación y ejecución. Permite detectar conflictos de forma temprana, reduciendo costos y tiempos de construcción al minimizar errores y retrabajos.

La empresa INNOBIM aplica esta metodología en el proyecto Centro Deportivo Integral CSSM, ubicado en Quito, en el barrio de La Gasca. El Gerente BIM implementa la metodología y supervisa el proyecto, además el modelo digital organizado integra toda la documentación permite lo cual permite la detección de conflictos entre disciplinas. El seguimiento a procesos, estándares internacionales (ISO 19650), normas y protocolos permiten generar un contrato optimo con el cliente (EIR) y el plan de ejecución BIM (BEP) mejor estipulado mejorando la visualización y planificación del proyecto, facilitando la coordinación con el equipo de trabajo reduciendo errores y logrando la optimización de costos y tiempos mediante presupuestos precisos y programación detallada.

En términos de sostenibilidad, se busca un espacio eficiente de recursos. BIM ayuda a analizar, diseñar y optimizar espacios amigables, permitiendo planificar la gestión y mantenimiento adecuado a largo plazo, asegurando que el centro tenga el debido ahorro económico a lo largo del tiempo.

PALABRAS CLAVE:

BIM, retrabajos, metodología, optimizar.

ABSTRACT.

It is addressed with the application of the BIM (Building Information Modeling) methodology, which is a collaborative methodology in construction that centralizes information in a digital model created by a work team. BIM improves the visualization and understanding of the design, facilitating decisions and optimizing planning and execution. It allows conflicts to be detected early, reducing costs and construction times by minimizing errors and rework.

The INNOBIM company applies this methodology in the CSSM Integral Sports Center project, located in Quito, in the La Gasca neighborhood. The BIM Manager implements the methodology and supervises the project, in addition, the organized digital model integrates all the documentation, which allows the detection of conflicts between disciplines. The monitoring of processes, international standards (ISO 19650), norms and protocols allow the generation of an optimal contract with the client (EIR) and the best stipulated BIM execution plan (BEP), improving the visualization and planning of the project, facilitating coordination with the work team reducing errors and achieving cost and time optimization through accurate budgets and detailed programming.

In terms of sustainability, a resource-efficient space is sought. BIM helps analyze, design and optimize friendly spaces, allowing for adequate long-term management and maintenance planning, ensuring that the center has the appropriate economic savings over time.

KEYWORDS:

BIM, rework, methodology, optimize.

Tabla de contenido

Capítulo 1: Introducción 1

1.1 Objetivos Generales del Trabajo Académico 1

1.1.1 Objetivo General 1

1.1.2 Objetivos Específicos del Trabajo Académico 2

1.1.3 Documentación Inicial del Cliente 2

1.2 Antecedentes 3

1.3 Descripción del Proyecto 3

Capítulo 2: Marco Teórico 5

2.1 Introducción a la Metodología BIM 5

2.1.1 Definición de Metodología BIM 5

2.1.2 CDE: Entorno Común de Datos 6

2.1.3 Interoperabilidad 7

2.1.4 Formato IFC 8

2.1.5 Autodesk Revit 8

2.1.6 Navisworks 8

2.1.7 Presto 8

2.1.8 Implementación BIM 9

2.1.9 Fase de evaluación inicial y objetivos 9

2.1.10 Desarrollo del Plan de Ejecución BIM (BEP) 11
2.1.11 Modelado de la Información 11
2.1.12 Coordinación multidisciplinar 11
2.1.13 Dimensiones BIM 11
2.1.14 Entrega del Proyecto 13
2.1.15 Flujos de Trabajo 13
2.1.16 Niveles de Información (LOD) 13
2.1.17 Normativa y Estándares BIM 15
Capítulo 3: EIR – Requisitos de Información del Cliente 15
3.1 Definición y Propósito del EIR 15
3.2 Empresa INNOBIM 16
3.2.1 Resumen de la empresa INNOBIM 16
3.2.2 Misión 17
3.2.3 Visión 17
3.2.4 Contratos 17
3.3 Requerimiento de intercambio de información (EIR) INNOBIM 18
3.3.1 Descripción del proyecto 18
3.4 Integrantes y Roles 19
3.5 Objetivos BIM 20
3.5.1 Objetivos Generales BIM 20

3.5.2 Objetivos Estratégicos BIM 20

3.6 Usos BIM del proyecto. 22

3.7 Plan de Entregables 22

3.8 Metodología empleada 24

3.9 Niveles de Entregables 24

3.10 Plantilla de proyecto BIM 25

3.11 Unidades 27

3.12 Plantillas de biblioteca de objetos BIM 28

3.13 Estándares de Nomenclatura y Organización del Modelo. 29

3.13.1 Nomenclatura de archivos y modelos 29

Capítulo 4: BEP 31

4.1 Plan de Ejecución BIM Centro Deportivo Integral 31

4.2 Introducción 31

4.3 Información del Proyecto 32

4.4 Hitos Relevantes 33

4.5 Organigrama del equipo de trabajo 34

4.5.1 Roles y Responsabilidades 35

4.6 Nivel de detalle por elementos arquitectónicos, estructurales y MEP (LOD) 35

4.7 Proceso para la detección de interferencias 35

4.8 Proceso de coordinación para la revisión de los modelos..... 36

4.9 Procedimiento de la entrega de modelo 37

4.10 Hitos Entregables BIM 37

4.11 Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción- Entorno Común de Datos (CDE) 38

4.12 Protocolo de intercambio de información de construcción..... 38

4.13 Estructura de carpetas 39

4.14 Nomenclatura de archivos..... 40

4.15 Requisitos de Responsabilidad (Responsibility Requirements): 41

4.16 Estándares de calidad..... 42

4.17 Planificación del Proyecto 42

4.18 Softwares para utilizar 43

4.19 Capacidades del Equipo..... 44

4.20 Gestión de la información..... 45

4.21 Actualización y el control de las versiones de los modelos..... 45

4.22 Control de Calidad del Modelo..... 46

Capítulo 5: Detalle del Rol (Coordinador BIM)..... 46

5.1 Introducción 46

5.1.1 Flujos de trabajo..... 47

5.2 Perfil del coordinador BIM..... 48

5.3 Objetivos del Rol de Coordinador BIM 49
5.3.1 Objetivo general 49
5.3.2 Objetivos Específicos 49
5.4 Funciones del rol 50
5.4.1 Responsabilidades del rol 51
5.5 Actividades del Rol 51
5.6 Entregables del rol de Coordinador (Coordinación multidisciplinar) 56
5.6.1 Protocolo de Gestión de Interferencias 57
5.6.2 Matriz de interferencias 59
5.6.3 Tipos de Interferencias 65
5.6.4 Análisis de Interferencias 66
5.6.5 Estrategias para la Gestión de Interferencias 67
5.6.6 Desarrollo de soluciones para las interferencias. 68
5.6.7 Modelo Federado 68
5.6.8 Simulación constructiva 69
5.7 Aporte de la Coordinación BIM en Proyectos 72
Capítulo 6: Detalle del Rol- Líder de MEP (eléctrico) 73
6.1 Introducción 73
6.1.2 Líder MEP (eléctrico) 73
6.2 Objetivos 74

6.2.1 Objetivo general 74

6.2.2 Objetivos específicos 74

6.3 Funciones 74

6.4 Responsabilidades EIR 75

6.5 Entregables EIR 75

6.6 Entorno común de datos: 76

6.7 Canales de comunicación 77

6.8 Flujo de trabajo: 77

6.8.1 Flujo de trabajo general de la Disciplina MEP (eléctrico) 78

6.9 Protocolo de modelado 78

6.10 Plantillas y manual de estilos 78

6.11 Estructura del navegador 79

6.12 Desarrollo del modelado 81

6.13 Estrategias de modelado 83

6.14 Cumplimiento de protocolo y Manual de estilos 84

6.15 Cumplimiento del LOD 85

6.16 Auditorias disciplinares 86

6.17 Auditorias interdisciplinares 87

6.18 Entrega de planos 89

Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones 90

7.1 Conclusiones 90

7.1.1 Conclusiones Coordinador BIM 90

7.1.2 Conclusiones Líder MEP (Eléctrico) 90

7.2 Recomendaciones 92

7.2.1 Recomendaciones Coordinador BIM 92

7.2.2 Recomendaciones Líder MEP (Eléctrico) 92

Capítulo 8: Referencias Bibliográficas 94

Capítulo 9: Anexos 95

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Descripción del Proyecto ((Elaboración propia) 5

Ilustración 2: Jerarquía de requerimientos de información según la ISO 19650 (Elaboración propia) 10

Ilustración 3: Dimensiones BIM 12

Ilustración 4: LOD en metodología BIM 14

Ilustración 5: Diagrama del desarrollo de EIR (Elaboración propia). 16

Ilustración 6: Logo empresa INNOBIM (Elaboración propia). 16

Ilustración 7: Ejemplo de contratos (Elaboración propia) 17

Ilustración 8: Descripción del proyecto (Elaboración propia) 19

Ilustración 9: Diagrama de organización (Elaboración propia) 19

Ilustración 10: Integrantes y roles del proyecto (Elaboración propia) 20

Ilustración 11: Usos BIM (Elaboración propia) 22

Ilustración 12: Lista de entregables (Elaboración propia) 24

Ilustración 13: Niveles de entregables (Elaboración propia) 24

Ilustración 14: Navegador de Proyecto INNOBIM (Elaboración propia) 25

Ilustración 15: Propiedades de vista de plantilla INNOBIM (Elaboración propia) 26

Ilustración 16: Visibilidad de gráficos de Plantilla Planta. Proyecto INNOBIM . 26

Ilustración 17: Aplicación de plantilla de planta. Proyecto INNOBIM 27

Ilustración 18: Sistema de unidades para el proyecto (Elaboración propia) 28

Ilustración 19: Nomenclatura objetos (Elaboración Propia) 29

Ilustración 20: Descripción de estructura de nomenclatura. (Elaboración Propia) 30

Ilustración 21: Ejemplo de Estructura de Nomenclatura (Elaboración Propia).... 30

Ilustración 22: Información del Proyecto (Elaboración propia) 33

Ilustración 23: Hitos relevantes 34

Ilustración 24: Estructura jerárquica del Proyecto (Elaboración propia)..... 34

Ilustración 25: LOD aplicado al proyecto..... 35

Ilustración 26: Matriz de Interferencias..... 36

Ilustración 27: Entrega de modelos (Elaboración propia) 37

Ilustración 28: Hitos de entregables de coordinación (Elaboración propia)..... 38

Ilustración 29: Flujo de estado de la información BIM (Elaboración Propia)..... 38

Ilustración 30: Adaptación (Elaboración propia)..... 39

Ilustración 31: Estructuración del ACC (Elaboración propia)..... 40

Ilustración 32: Estructura nomenclatura de archivos..... 41

Ilustración 33: Responsabilidades de los roles 42

Ilustración 34: Softwares a utilizar (Elaboración propia) 43

Ilustración 35: Capacidades del equipo (Elaboración propia) 44

Ilustración 36: Formato de minuta de reunión (Elaboración propia)..... **¡Error! Marcador no definido.**

Ilustración 37: ACC 46

Ilustración 38: Flujo coordinador BIM (Elaboración propia)..... 47

Ilustración 39: Estructura perfil coordinador (Elaboración propia)..... 48

Ilustración 40: Funciones del rol (Elaboración propia) 50

Ilustración 41: Minuta de reunión (Elaboración propia)..... 54
Ilustración 42: Informe model checker (Elaboración propia)..... 55
Ilustración 43: Flujo de gestión de interferencias (Elaboración propia)..... 58
Ilustración 44: Matriz de interferencias (Elaboración propia)..... 60
Ilustración 45: Hitos de coordinación (Elaboración propia)..... 62
Ilustración 46: Informe de colisiones (Elaboración propia) 64
Ilustración 47: Colisiones duras (Elaboración propia)..... 65
Ilustración 48: Colisiones blandas (Elaboración propia)..... 66
Ilustración 49: Soluciones para las interferencias (Elaboración propia) 68
Ilustración 50: Modelo federado (Elaboración propia)..... 69
Ilustración 51: Simulación constructiva (Elaboración propia) 71
Ilustración 52: Líder MEP eléctrico (Elaboración propia) 73
Ilustración 53: Flujo general MEP (Elaboración propia)..... 78
Ilustración 54: Manual de estilos (Elaboración propia)..... 79
Ilustración 55: Navegador Revit (Elaboración propia)..... 80
Ilustración 56: Coordenadas (Elaboración propia) 81
Ilustración 57: Grillas y niveles (Elaboración propia)..... 82
Ilustración 58: Avance MEP eléctrico (Elaboración propia). 83
Ilustración 59: 3D eléctrico (Elaboración propio) 84
Ilustración 60: LOD requerido (Elaboración propia)..... 85
Ilustración 61: Avance en el model checker (Elaboración propia)..... 86
Ilustración 62: Informe de conflictos Naviswork (Elaboración propia) 87
Ilustración 63: Planos eléctricos (Elaboración propia) 89

Capítulo 1: Introducción

La innovación, perfeccionamiento y excelencia son los cimientos esenciales de cualquier proyecto de edificación. Conforme el sector de la construcción se vuelve más competitivo, es esencial desarrollar proyectos de alta calidad que respeten costos y plazos de planificación. Por lo tanto, en la actualidad, la digitalización, la automatización y una correcta administración de la información son esenciales para la realización completa de un proyecto exitoso, incluyendo todos estos elementos en la metodología BIM.

El modelado de la información constructiva, también conocido como BIM (Modelado de Información de Construcción), es el procedimiento integral de generación y gestión de la información de un bien edificado. Con un modelo inteligente propulsado por una plataforma en la nube, BIM combina datos estructurados y multidisciplinares para crear una representación digital de un activo a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la planificación y el diseño hasta la edificación y las actividades operativas.

Este trabajo académico se llevará a cabo como una práctica, en la que se realizará un ejercicio práctico, ilustra el uso de la metodología BIM en la ejecución del proyecto Centro Deportivo Integral a través de un trabajo en equipo y mediante la administración de la información entre las distintas disciplinas participantes.

Además, el proyecto “Centro Deportivo Integral” se desarrolla con un equipo de profesionales con distintas disciplinas las cuales son: Arq. Jadira Chancusig BIM Manager y líder MEP; Arq. Bryan Silva, Coordinador BIM y líder MEP; Arq. Rashell Lombeida, líder de Arquitectura; Ing. Patricio Simbaña, líder Estructural.

1.1 Objetivos Generales del Trabajo Académico

1.1.1 Objetivo General

- Implementar la metodología de Building Information Modeling (BIM) en el desarrollo del Centro Deportivo Integral, con el fin de optimizar los procesos de

colaboración, gestión de la información, eficiencia de recursos y sostenibilidad, mejorando la calidad y el rendimiento del proyecto.

1.1.2 Objetivos Específicos del Trabajo Académico

- Elaborar el plan de ejecución BIM y respetar las etapas de planificación estipuladas en él.
- Administrar los datos de diseño y modelado de la infraestructura, conforme a las circunstancias actuales, en las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPS, en un nivel de detalle LOD 300 y LOD 350 asegurando su calidad y exactitud.
- Organizar los modelos auditados de los campos de Estructura, Arquitectura y MEPS, y sugerir soluciones a los conflictos hallados para validar el modelo federado de la "Centro Deportivo de la Gasca".
- Cuantificar los diferentes rubros de las disciplinas Arquitectura y Estructura, con el objetivo de crear la programación (4D) y determinar el presupuesto (5D).
- Garantizar que la documentación y los modelos generados de cada fase del proyecto tengan una alta calidad, permitiendo reducir errores, tiempo y costos, logrando así tener una mayor coordinación fluida entre el equipo BIM.

1.1.3 Documentación Inicial del Cliente

Con la finalidad para este proyecto “Centro Deportivo Integral” se contrató a la empresa INNOBIM, la cual es reconocida por tener una extensa experiencia en proyectos de ámbito arquitectónicos y a su vez por ser una empresa donde implementa la metodología BIM en sus proyectos, por lo tanto, el nuevo proyecto asignado a la empresa se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Quito en el sector de la Gasca.

Para el desarrollo del proyecto “Centro Deportivo Integral”, el cliente entrego la documentación inicial que son planos de diseño en formato bidimensional (2D), los cuales se elaboraron bajo el criterio de la metodología tradicional. También proporciono un presupuesto referencial de $1,125.000 el cual de igual manera fue calculado bajo métodos tradicionales, lo que puede generar errores tanto en el proceso constructivo o a su vez por

interferencias que no fueron identificadas. No obstante, el cliente manifestó la necesidad de optimizar el diseño, los costos y el tiempo del proyecto bajo el uso de la metodología BIM, con el propósito de tener una mejor operatividad en la planificación del proyecto y garantizar un mejor manejo del presupuesto durante el tiempo de ejecución.

La participación de la empresa INNOBIM engloba la revisión detallada de los planos recibidos, realizar ajustes que maximicen la funcionalidad y sostenibilidad del proyecto, y la creación de modelos BIM que permitieron corregir interferencias entre disciplinas, logrando así tener una optimización general de todo el proyecto.

1.2 Antecedentes

El proyecto "Centro Deportivo Integral" está ubicado en el sector de la Gasca, en el cantón Quito, provincia de Pichincha, el objetivo es reubicar las actividades deportivas del barrio en un sitio seguro dado que es una zona expuesta a movimientos de tierra y aluviones.

Para la ejecución de este proyecto se contrató a un equipo de profesionales de distintas disciplinas lo cual sus perfiles profesionales son adecuados para garantizar la consecución del proyecto. El cliente entrego una propuesta inicial del proyecto que incluye planos de diseño en formato bidimensional (2D), además de un presupuesto elaborado de manera tradicional. Ahora bien, el cliente manifiesta que desea una propuesta mejorada, en términos de diseño y sostenibilidad del proyecto, asimismo el cliente solicita el desarrollo del modelo 3D, programación 4D, presupuesto 5D y sostenibilidad 6D aplicando la metodología BIM, estos cambios implementados estos dados por el equipo INNOBIM.

1.3 Descripción del Proyecto

El proyecto "Centro Deportivo Integral" es una propuesta que resulta como respuesta a la creación de un espacio que sea accesible para los residentes del lugar y los estudiantes, de tal manera que permita promover las actividades deportivas y recreativas.

Para el inicio de este proyecto el cliente entrego información como planos arquitectónicos preliminares con un diseño base, además de un presupuesto referencial el

cual está estimado en $1,125.000, calculado bajo métodos tradicionales. Sin embargo, el cliente solicito que este proyecto tenga una optimización en el diseño, los costos y el tiempo en el que se va a ejecutar mediante el uso de la metodología BIM, con el fin de mejorar la planificación, reducción de desperdicios de materiales y garantizar un mejor control del presupuesto.

La empresa INNOBIM como paso primordial reviso los planos proporcionados y sugirió que se realice varios ajustes que permitirán maximizar la funcionalidad y la sostenibilidad del proyecto, como también la generación de modelos BIM que permiten evaluar y ajustar de mejor manera los diferentes elementos constructivos, logrando así tener una optimización integral del proyecto.

En la Ilustración 1 incluye información del proyecto la ubicación y el área de construcción del "Centro Deportivo Integral".

Promotor	Universidad Internacional SEK
Nombre del Proyecto	Centro Deportivo Integral
Descripción del proyecto	El proyecto está ubicado en el barrio de La Gasca, consta de 4218 m2 aproximadamente, reunirá en sus instalaciones una cancha multifuncional reglamentaria, una piscina semiolímpica y dos piscinas de relajación, que estarán conectadas por un volumen central que en el subsuelo albergara todos los servicios (vestidores, camerinos duchas baños) y en las demás plantas un gimnasio divisable en varias salas junto con salas polivalentes y salas de expresión corporal. El objetivo es reubicar las actividades deportivas del barrio en un sitio seguro dado que es una zona expuesta a movimientos de tierra y aluviones.

	El cliente proporciono un diseño inicial los cuales están contemplados en planos bidimensionales 2D y un presupuesto tradicional, concluyendo que requiere mejoras en diseño, distribución y sostenibilidad. A partir de estos modelos, se extrae información la cual es un punto clave que permite la elaboración de los modelos (3D), programación (4D), presupuestos (5D) y el análisis de aspectos de sostenibilidad (6D), lo cual será implementado por el equipo INNOBIM.
Dirección del proyecto	Av. Mariscal Sucre y Francisco Berrurieta
Nro. Predio	3692205
Zona Metropolitana	Quito
Área del predio según escritura	17.450,06 m2
Área aproximada de construcción	4218 m2

Ilustración 1: Descripción del Proyecto ((Elaboración propia)

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Introducción a la Metodología BIM

2.1.1 Definición de Metodología BIM

El BIM (Building Modelling Information) es una metodología colaborativo que por medio del cual se crea, comparte y se utiliza información con un enfoque integrado para la gestión de los proyectos de construcción, a través de un entorno digital que permite la ejecución integral de un proyecto incorporando la información de las disciplinas y centralizándolas en un modelo federado, con el objetivo de promover una evolución en la

eficiencia en la construcción, simplificando costos y tiempos de planificación y construcción. (CONINSA, 2020)

Dentro de la metodología BIM supone una evolución en el sistema del diseño tradicional lo que permite dar un nuevo enfoque a la ejecución de los proyectos a lo largo de su ciclo de vida, incorporando información geométrica (3D), Tiempos (4D), Costos (5D), Ambiental (6D) y Mantenimiento (7D), además de promueve una transformación en las dinámicas de trabajo y el fortalecimiento del manejo adecuado y la gestión de toda la información. (CAMACOL, 2019)

2.1.2 CDE: Entorno Común de Datos

El Entorno Común de Datos (CDE) es un sistema focalizado para la gestión, almacenamiento e intercambio de la información del proyecto BIM. Su finalidad es que se garantice que todos los documentos, modelos tridimensionales y los archivos sean creados, revisados, actualizados, publicados y aprobados dentro de un ambiente digital colaborativo. Esto no solo favorece el acceso a toda la información por parte de los distintos involucrados del proyecto, sino que también esto nos asegura comprensibilidad, confiabilidad y un control en el manejo de los datos. (Comisión Interinstitucional BIM, 2024)

El CDE no se limita a una sola solución tecnológica, sino que está adaptado y conformado por un conjunto de varias herramientas y procedimientos digitales que permiten la estandarizan de la comunicación y la gestión de la información. La plataforma del CDE debe cumplir con los requisitos técnicos tanto de gestión como de seguridad establecida por parte de la organización contratante o la parte que es designada, afianzando la interoperabilidad y el trabajo coordinado entre las distintas disciplinas.

Para una óptima gestión estructurada de la información, el CDE se organiza en varias carpetas que representan los distintos estados del flujo de trabajo:

1. Trabajo en Progreso (WIP, work in progress): En este espacio es donde se desarrolla y se actualiza toda la información del proyecto. Solo los que son parte del equipo tienen acceso a esta carpeta.
2. Compartido (Shared State): Una vez que esta revisada la información, se comparte a esta carpeta, permitiendo la consulta y validación por parte de las otras disciplinas. En esta fase, se soluciona los conflictos de información intercambiada antes de la aprobación definitiva.
3. Publicado (Published State): a continuación de la autorización por parte de coordinación, la información validada se mueve a esta carpeta, permaneciendo disponible para el uso en diseño, construcción u operación del activo. Esta fase es el punto de entrada para la estructuración del Modelo de Información del Proyecto (PIM).
4. Archivado (Archive State - ARC): este contiene el historial de versiones y los registros de la información que ha sido intercambiada y publicada, permitiendo una mejor trazabilidad y manejo documental de todas las fases del proyecto.

El correcto manejo del CDE es primordial para garantizar la colaboración efectiva en los proyectos BIM. Al permitir establecer flujos de trabajo que son bien definidos y una estructura más organizada de la información, se optimiza una mejor coordinación entre disciplinas, se minimizan los errores y se mejora la eficiencia a la hora de la toma de decisiones durante el ciclo de vida del proyecto.

2.1.3 Interoperabilidad

La interoperabilidad en el ámbito de BIM está relacionado con la capacidad de distintos programas y plataformas las cuales permiten compartir, elaborar y utilizar información de forma eficiente todo esto englobado en un mismo proyecto, llevándolo al ámbito profesional, esto implica que los modelos arquitectónicos, estructurales, MEPS y sostenibilidad puedan incorporarse sin correr el riesgo de pérdida de datos, permitiendo tener una mejor coordinación entre el equipo de trabajo, todo esto se logra con la implementación de estándares como IFC, protocolos de intercambio de información y un entorno de datos común CDE, que proporciona que todos los

miembros del equipo de profesionales trabajen de manera sincronizada, mejorando tiempos y reduciendo errores (German Muñoz, 2020).

2.1.4 Formato IFC

El formato IFC (Industry Foundation Classes) es un archivo desarrollado por buildingSmart, que permite intercambiar información de manera estandarizada y fluida entre distintos programas. Su función principal es asegurar la interoperabilidad, compartiendo la información entre los profesionales de la construcción, sin importar el software que utilicen. También el formato IFC permite representar la información de los modelos en todas las fases del proyecto, minimizando que no exista errores de información y que los datos sean accesibles y verificables de manera eficiente (buildingSMART).

2.1.5 Autodesk Revit

Revit es uno de los softwares que son más utilizados en la industria de la construcción, permitiendo crear modelos 3D en diferentes disciplinas como arquitectura, estructural, MEPS, etc. Este software simplifica el trabajo en un solo entorno colaborativo y multidisciplinario, posibilitando la interoperabilidad entre las distintas disciplinas (Autodesk, s.f.).

2.1.6 Navisworks

Navisworks es un software que permite la detección conflictos y la gestión de interferencias entre los modelos interdisciplinarios, además de la planificación o simulación constructiva basada en el tiempo, coordinando así mejor las actividades de gestión del proyecto (Autodesk, s.f.).

2.1.7 Presto

Presto es un software que se basa en la gestión de tiempo (4D) y costos (5D) para proyectos de construcción orientado al ámbito BIM. Además, agiliza los procesos y mejora la

sostenibilidad del proyecto, garantizando una mejor administración de la información (RIB Presto, 2025).

2.1.8 Implementación BIM

Para aplicar BIM en el proyecto del Centro Deportivo Integral se debe tomar en cuenta que se debe seguir un proceso el cual consiste en una planificación inicial con los requerimientos del cliente y los determinados objetivos, en el desarrollo del BEP donde se describe cómo se va a implementar la metodología en el proyecto.

2.1.9 Fase de evaluación inicial y objetivos

Primero se debe comprender que se quiere lograr con BIM por lo tanto se analiza los requerimientos del cliente EIR, cuales objetivos se plantean para el proyecto y la capacidad del equipo para adaptarse a esta metodología. Este es un paso importante que definirá las expectativas y estrategias para el proyecto. Para aplicar la metodología BIM se debe cumplir una jerarquía de requerimientos de información y cómo influye en el EIR. La información que se proporciona en esta fase puede ser modificada o completada según las características del proyecto y cumplir los objetivos del proyecto es indispensable entender la jerarquía y manejo de la información y requerimientos de entrada necesarios, los cuales se detallan en el siguiente esquema:

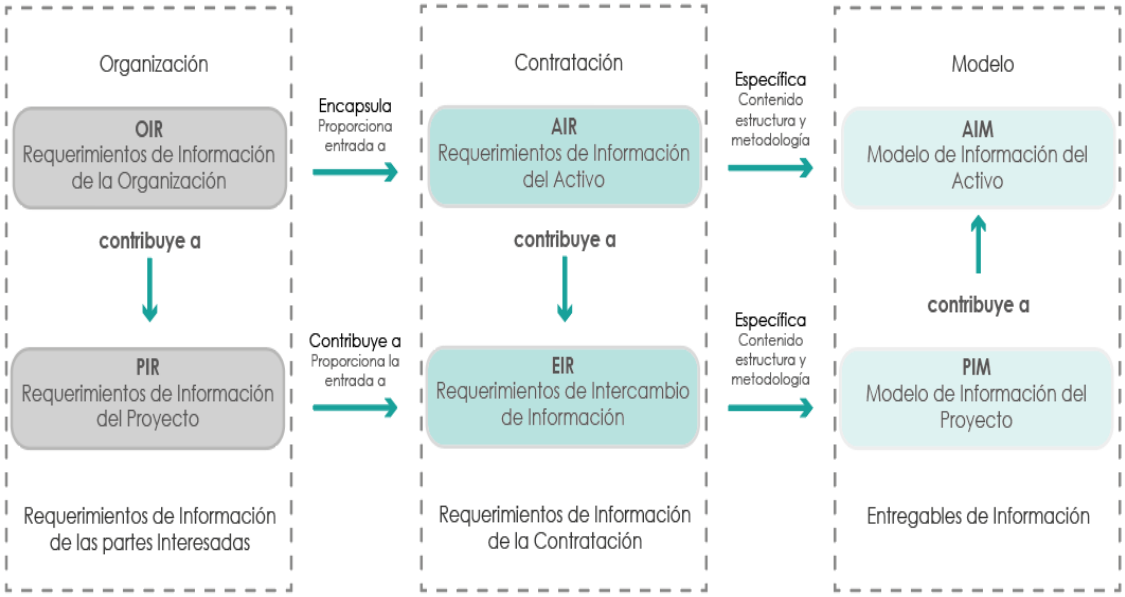


Ilustración 2: Jerarquía de requerimientos de información según la ISO 19650 (Elaboración propia)

Los Requerimientos de Información de la Organizacional (OIR) establecen objetivos y metas BIM a nivel organizacional. A partir de ello, se derivan los Requerimientos de Información del Proyecto (PIR), que puntualizan los requerimientos BIM particular del proyecto, esto alineándose total o parcialmente con los diferentes objetivos definidos en el OIR.

Igualmente, se encuentran los Requerimientos de Información del Activo (AIR) y los Requerimientos de Intercambio de Información (EIR), los cuales tienen una condición contractual y son pieza clave en la asignación de las actividades específicas. Su finalidad es establecer de manera clara y concisa los requisitos BIM que son necesarios tanto para la ejecución del proyecto como para la operación y el mantenimiento del activo.

Como producto de estos requerimientos, se generan dos modelos BIM: el Modelo de Información del Proyecto (PIM), que abarca toda la información que es relevante del diseño y construcción del proyecto y debe cumplir con el EIR; y el Modelo de Información del Activo (AIM), que comprende los datos necesarios para la gestión y la operación del activo, cumpliendo con el AIR. (CAMACOL, 2024)

2.1.10 Desarrollo del Plan de Ejecución BIM (BEP)

El **Plan de Ejecución BIM de desarrollo (BEP)** es un documento que es fundamental y establece ciertos estándares, métodos y procedimientos que son guía para la gestión de la información en un proyecto BIM. Su objetivo es garantizar una implementación eficiente y crucial de la metodología BIM, precisando los recursos tecnológicos, las competencias necesarias y los diferentes procesos de trabajo que se acogen. También, este plan facilita la previa comunicación y el mayor entendimiento entre los participantes del proyecto, afianzando el cumplimiento de los Requerimientos de Intercambio de Información (EIR) durante una o varias fases del ciclo de vida del proyecto. (Comisión Interinstitucional BIM, 2024)

2.1.11 Modelado de la Información

El Modelado de Información de Construcción es una metodología de trabajo colaborativa que centraliza toda la información de un proyecto en un solo modelo de información digital.

2.1.12 Coordinación multidisciplinar

En el entorno BIM, la coordinación multidisciplinar permite tener un trabajo integrado de las disciplinas de arquitectura, estructura y MEPs, en un solo modelo centralizado lo que permite detectar y corregir interferencias antes de pasar a la fase de construcción, logrando optimizar tiempos y elevando la calidad final del proyecto.

2.1.13 Dimensiones BIM

Las dimensiones en BIM son esencialmente herramientas de información que permiten comprender de mejor manera tu proyecto de manera digital no solo en el ámbito de representación 3D, sino que también abarca aspectos como cronograma de construcción, costos, el impacto ambiental y el mantenimiento del proyecto a largo tiempo, asegurando la optimización de cada aspecto mencionado.

- Modelo de información (3D): esta es la representación visual del proyecto en un modelo tridimensional este contiene información ya sea de materiales, dimensiones y estructuras.
- Tiempo (4D): esta dimensión establece las fases de construcción, cronogramas que te permiten ver la simulación de cómo se construirá el proyecto virtualmente, evitando así problemas antes de la construcción
- Costos (5D): permite la vinculación de información de costos, facilitando la optimización de recursos y evitando imprevistos en el presupuesto durante la construcción.

Sostenibilidad (6D): en esta dimensión se analiza los impactos ambientales y energéticos del proyecto, permitiendo así tener mayores alternativas de diseño y logrando tomar decisiones más eficientes, ecológicas y sostenibles.

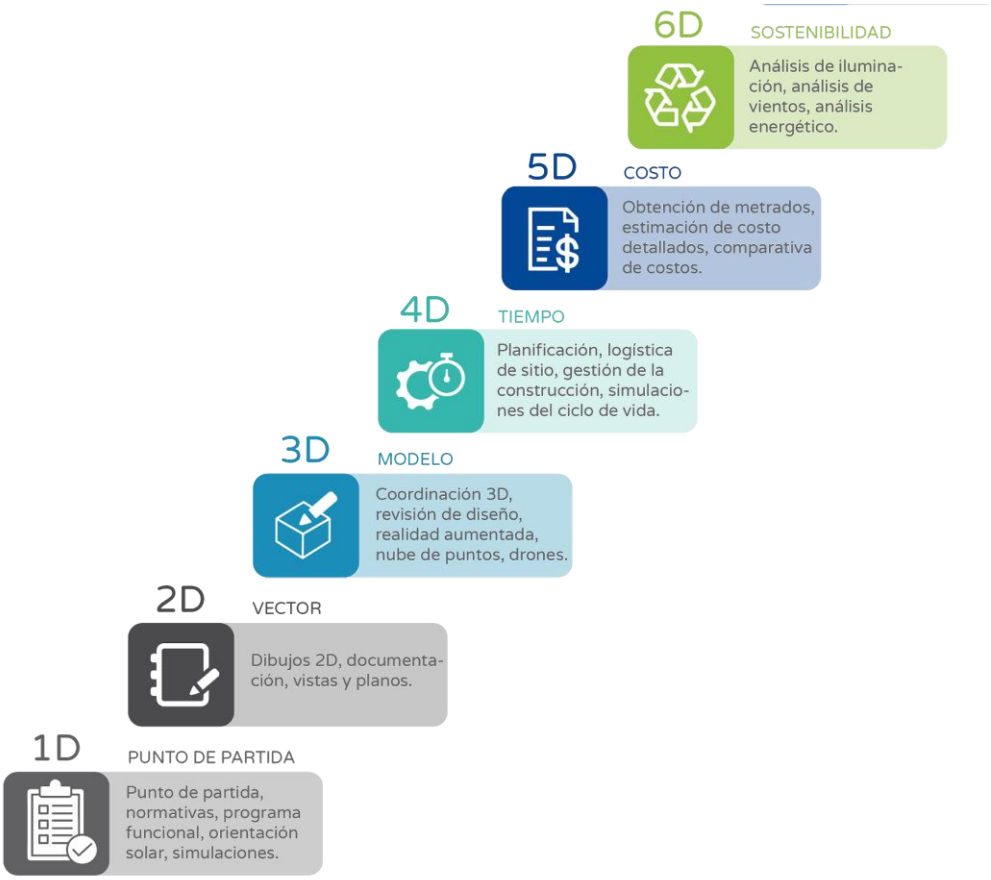


Ilustración 3: Dimensiones BIM

2.1.14 Entrega del Proyecto

La entrega en BIM, no solo abarca planos sino también modelos digitales con información inteligente esto facilita una mejor construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

2.1.15 Flujos de Trabajo

Para la correcta ejecución de la metodología BIM, es importante establecer flujos de trabajo que nos guíen en la ejecución de cada proceso que se da dentro del proyecto. Un flujo de trabajo se determina una secuencia estructurada de las actividades que se deben realizar desde el inicio hasta la finalización del proceso comprendido en la organización.

El diseño de los flujos posibilita asegurar que todos los involucrados entiendan con claridad como es la secuencia de tareas a seguir, sus responsabilidades y el uso adecuado de la información que está dentro del Entorno Común de Datos (CDE). También, se deben registrar los procedimientos para la gestión del flujo de información, determinando tanto a los responsables de su elaboración como igualmente aquellos autorizados para autorizar modificaciones en la fase de la información. Esto respalda transparencia, trazabilidad y un control más eficiente de los datos.

De igual forma, se debe decretar un flujo de trabajo determinado para la presentación, revisión y aprobación de la información brindada, afianzando que todos los procesos de aprobación se realicen dentro del CDE. De esta manera, se logra la optimización y la colaboración entre los equipos de trabajo y se reduce errores en la gestión documental del proyecto.

2.1.16 Niveles de Información (LOD)

El LOD- nivel de detalle es la definición completa o precisa de información de un elemento en un modelo BIM este puede ser muy específico en cuanto su aplicación adecuada dentro de las fases de diseño, esto asegurará la calidad de información de los

elementos y deberá ser definido dentro del plan de ejecución BIM (BEP) y dentro de los principales alcances establecidos (Camara Colombiana de la Construcciòn, 2020).

Ilustración 4: LOD en metodología BIM

2.1.17 Normativa y Estándares BIM

2.1.17.1 Fundamentos de la Norma ISO 19650 y su Aplicación en Proyectos BIM

Dentro de la metodología BIM, se utiliza un marco regulatorio que en este caso son las normas ISO 19650, las cuales comprenden un determinado conjunto de estándares internacionales con directrices y requisitos para una mejor gestión de información durante todo el ciclo de vida de un proyecto. Estas normas se centran en específicamente en la gestión de la información relacionada con la infraestructura y construcción.

Capítulo 3: EIR – Requisitos de Información del Cliente

3.1 Definición y Propósito del EIR

El EIR - Requerimientos de Información del Empleador es un documento fundamental que se elabora al inicio de cualquier procedimiento BIM. Este documento se posiciona como el punto de partida para definir los objetivos y especificaciones de información requeridas por el cliente, y se encuentra previo a la redacción del BEP - Plan de Ejecución BIM. Su propósito principal es establecer las condiciones específicas de los entregables a lo largo de las distintas fases del proyecto, asegurando que las necesidades del cliente sean cumplidas de manera precisa.

En el caso del proyecto “Centro Deportivo Integral” el EIR sirve como guía para identificar y documentar los requerimientos clave relacionados con las necesidades internas del cliente, así como aquellas externas que puedan surgir en el proceso de diseño, construcción y operación del proyecto. Este documento no solo es una herramienta de comunicación entre el cliente y los equipos de diseño y construcción, sino que también asegura el alineamiento con los objetivos estratégicos del proyecto.

Dado que el EIR se incluye dentro del expediente de licitación, permite que todas las partes interesadas comprendan de manera clara las expectativas y requisitos a cumplir,

facilitando una planificación eficiente y reduciendo riesgos. Este proyecto se desarrollará dentro del marco de una simulación profesional, aplicada al ámbito académico, con el objetivo de implementar y explorar las mejores prácticas de la metodología BIM para la gestión integral de proyectos de infraestructura deportiva.

Ilustración 5: Diagrama del desarrollo de EIR (Elaboración propia).

3.2 Empresa INNOBIM

3.2.1 Resumen de la empresa INNOBIM

Ilustración 6: Logo empresa INNOBIM (Elaboración propia).

El equipo INNOBIM, conformado por arquitectos e ingeniero, posee una sólida experiencia en la implementación de tecnología BIM en proyectos de infraestructura deportiva. Gracias a su conocimiento especializado en diseño y construcción, el equipo está altamente capacitado para abordar los desafíos propios de un proyecto de centro deportivo integral, optimizando los procesos constructivos y asegurando la calidad del resultado final.

3.2.2 Misión

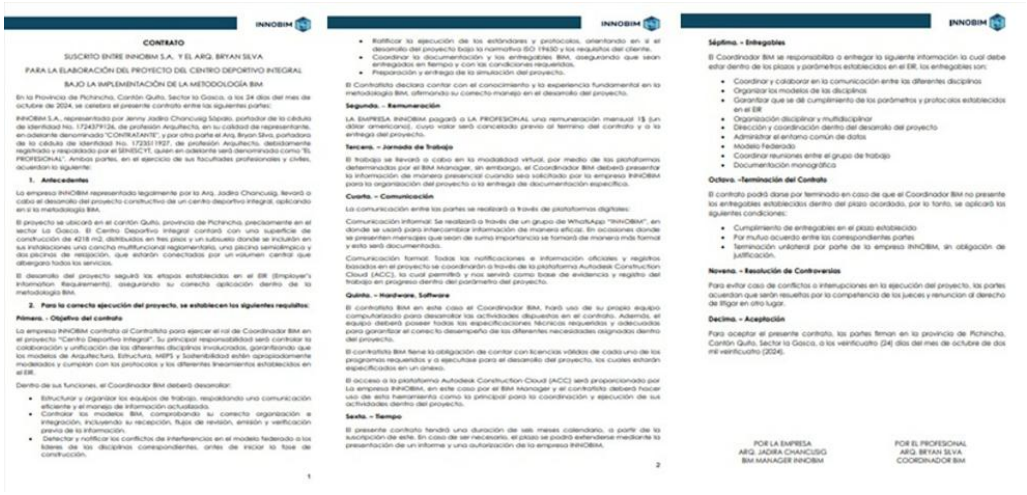
La misión de la empresa INNOBIM es liderar la aplicación de BIM en la industria de la construcción en Ecuador, ofreciendo soluciones de innovación, eficiencia y calidad basadas en la metodología BIM, permitiendo promover la sostenibilidad y alcanzar la máxima eficiencia en la gestión de nuestros proyectos.

3.2.3 Visión

Ser un referente en la transformación de la industria de la construcción en Ecuador mediante la implementación de BIM, sobresaliendo por nuestra innovación, profesionalismo, nuestro objetivo es que los proyectos sean eficientes y con un alto estándar de excelencia logrando así impulsar la construcción inteligente en Ecuador.

3.2.4 Contratos

Empresa INNOBIM establece contratos claros y concisos en los cuales garantiza que ambas partes cumplan con las responsabilidades y obligaciones, además de que el proyecto se desenvuelva bajo el ámbito de la metodología BIM. Los contratos se estructuran en varias clausulas:



CONTRATO

SUSCRITO ENTRE INNOBIM S.A. Y EL ARQ. BRYAN SILVA

PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DEL CENTRO DEPORTIVO INTEGRAL

BAJO LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

En la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Sector la Gasca, a los 24 días del mes de octubre de 2024, se celebra el presente contrato entre las siguientes partes:

INNOBIM S.A., representado por Jenny Jadira Chancusig Sápato, portador de la cédula de identidad No. 1724379126, de profesión Arquitecta, en su calidad de representante, en adelante denominado "CONTRATANTE", y por otra parte el Arq. Bryan Silva, portadora de la cédula de identidad No. 1725511927, de profesión Arquitecto, debidamente registrado y respaldado por el SENESCYT, quien en adelante será denominado como "EL PROFESIONAL". Ambas partes, en el ejercicio de sus facultades profesionales y civiles, acuerdan lo siguiente:

1. Antecedentes

La empresa INNOBIM representado legalmente por la Arq. Jadira Chancusig, llevará a cabo el desarrollo del proyecto constructivo de un centro deportivo integral, aplicando en si la metodología BIM.

El proyecto se ubicará en el cantón Quito, provincia de Pichincha, precisamente en el sector La Gasca. El Centro Deportivo Integral contará con una superficie de construcción de 4218 m2, distribuidos en tres pisos y un subsuelo donde se incluirán en sus instalaciones una concha multifuncional reglamentaria, una piscina semiolímpica y dos piscinas de relajación, que estarán conectadas por un volumen central que albergara todos los servicios.

El desarrollo del proyecto seguirá las etapas establecidas en el EIR (Employer's Information Requirements), asegurando su correcta aplicación dentro de la metodología BIM.

2. Para la correcta ejecución del proyecto, se establecen los siguientes requisitos:

Primera. - Objetivo del contrato

La empresa INNOBIM contrata al Contratista para ejercer el rol de Coordinador BIM en el proyecto "Centro Deportivo Integral". Su principal responsabilidad será contratar la colaboración y unificación de los diferentes disciplinas involucrados, garantizando que los modelos de Arquitectura, Estructura, MEPS y Sostenibilidad estén apropiadamente modelados y cumplan con los protocolos y los diferentes lineamientos establecidos en el EIR.

Dentro de sus funciones, el Coordinador BIM deberá desarrollar:

- Estructurar y organizar los equipos de trabajo, respaldando una comunicación eficiente y el manejo de información actualizada.
- Controlar los modelos BIM, comprobando su correcto organización e integración, incluyendo su recepción, flujos de revisión, emisión y verificación previa de la información.
- Detectar y notificar los conflictos de interferencia en el modelo federado a los líderes de las disciplinas correspondientes, antes de iniciar la fase de construcción.

1

- Rattificar la ejecución de los estándares y protocolos, orientando en si el desarrollo del proyecto bajo la normativa ISO 19650 y los requisitos del cliente.
- Coordinar la documentación y los entregables BIM, asegurando que sean entregados en tiempo y con las condiciones requeridas.
- Preparación y entrega de la simulación del proyecto.

El Contratista declara contar con el conocimiento y la experiencia fundamental en la metodología BIM, alineando su correcto manejo en el desarrollo del proyecto.

Segunda. - Remuneración

LA EMPRESA INNOBIM pagará a LA PROFESIONAL una remuneración mensual 1$ (un dólar americano), cuyo valor será cancelado previo al termino del contrato y a la entrega del proyecto.

Tercera. - Jornada de trabajo

El trabajo se llevará a cabo en la modalidad virtual, por medio de las plataformas determinadas por el BIM Manager, sin embargo, el Coordinador BIM deberá presentar la información de manera presencial cuando sea solicitado por la empresa INNOBIM para la organización del proyecto o la entrega de documentación específica.

Cuarta. - Comunicación

La comunicación entre las partes se realizará a través de plataformas digitales:

Comunicación informal: Se realizará a través de un grupo de WhatsApp "INNOBIM", en donde se usará para intercambiar información de manera eficaz. En ocasiones donde se presenten mensajes que sean de suma importancia se tomará de manera más formal y esto será documentado.

Comunicación formal: Todas las notificaciones e información oficiales y registros basados en el proyecto se coordinarán a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC), la cual permitirá y nos servirá como base de evidencia y registro del trabajo en progreso dentro del parámetro del proyecto.

Quinta. - Hardware, Software

El contratista BIM en este caso el Coordinador BIM, hará uso de su propio equipo computarizado para desarrollar las actividades dispuestas en el contrato. Además, el equipo deberá poseer todas las especificaciones técnicas requeridas y adecuadas para garantizar el correcto desempeño de las diferentes necesidades asignadas dentro del proyecto.

El contratista BIM tiene la obligación de contar con licencias válidas de cada uno de los programas requeridos y a ejecutase para el desarrollo del proyecto, los cuales estarán especificados en un anexo.

El acceso a la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC) será proporcionado por La empresa INNOBIM, en este caso por el BIM Manager y el contratista deberá hacer uso de esta herramienta como la principal para la coordinación y ejecución de sus actividades dentro del proyecto.

Sexta. - Tiempo

El presente contrato tendrá una duración de seis meses calendario, a partir de la suscripción de este. En caso de ser necesario, el plazo se podrá extenderse mediante la presentación de un informe y una autorización de la empresa INNOBIM.

2

Séptima. - Entregables

El Coordinador BIM se responsabiliza a entregar la siguiente información la cual debe estar dentro de los plazos y parámetros establecidos en el EIR, los entregables son:

- Coordinar y colaborar en la comunicación entre las diferentes disciplinas
- Organizar los modelos de las disciplinas
- Garantizar que se dé cumplimiento de los parámetros y protocolos establecidos en el EIR
- Organización disciplinar y multidisciplinar
- Dirección y coordinación dentro del desarrollo del proyecto
- Administrar el entorno común de datos
- Modelo Federado
- Coordinar reuniones entre el grupo de trabajo
- Documentación monográfica

Octava. -Terminación del Contrato

El contrato podrá darse por terminado en caso de que el Coordinador BIM no presente los entregables establecidos dentro del plazo acordado, por lo tanto, se aplicará las siguientes condiciones:

- Cumplimiento de entregables en el plazo establecido
- Por mutuo acuerdo entre las correspondientes partes
- Terminación unilateral por parte de la empresa INNOBIM, sin obligación de justificación.

Novena. - Resolución de Controversias

Para evitar caso de conflictos o interrupciones en la ejecución del proyecto, las partes acuerdan que serán resueltas por la competencia de los jueces y renuncian al derecho de litigar en otro lugar.

Decima. - Aceptación

Para aceptar el presente contrato, las partes firman en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, Sector la Gasca, a los veintícuatro (24) días del mes de octubre de dos mil veintícuatro (2024).

POR LA EMPRESA
ARQ. JADIRA CHANCUSIG
BIM MANAGER INNOBIM

POR EL PROFESIONAL
ARQ. BRYAN SILVA
COORDINADOR BIM

Ilustración 7: Ejemplo de contratos (Elaboración propia)

3.3 Requerimiento de intercambio de información (EIR) INNOBIM

3.3.1 Descripción del proyecto

Promotor	Universidad Internacional SEK
Nombre del Proyecto	Centro Deportivo Integral
Descripción del proyecto	El proyecto está ubicado en el barrio de La Gasca, consta de 4218 m2 aproximadamente, reunirá en sus instalaciones una cancha multifuncional reglamentaria, una piscina semiolímpica y dos piscinas de relajación, que estarán conectadas por un volumen central que en el subsuelo albergara todos los servicios (vestidores, camerinos duchas baños) y en las demás plantas un gimnasio divisable en varias salas junto con salas polivalentes y salas de expresión corporal. El objetivo es reubicar las actividades deportivas del barrio en un sitio seguro dado que es una zona expuesta a movimientos de tierra y aluviones.
	El cliente proporciono un diseño inicial los cuales están contemplados en planos bidimensionales 2D y un presupuesto tradicional, concluyendo que requiere mejoras en diseño, distribución y sostenibilidad. A partir de estos modelos, se extrae información la cual es un punto clave que permite la elaboración de los modelos (3D), programación (4D), presupuestos (5D) y el análisis de aspectos de sostenibilidad (6D), lo cual será implementado por el equipo INNOBIM.

Dirección del proyecto	Av. Mariscal Sucre y Francisco Berrurieta
Nro. Predio	3692205
Zona Metropolitana	Quito
Área del predio según escritura	17.450,06 m2
Área aproximada de construcción	4218 m2

Ilustración 8: Descripción del proyecto (Elaboración propia)

3.4 Integrantes y Roles

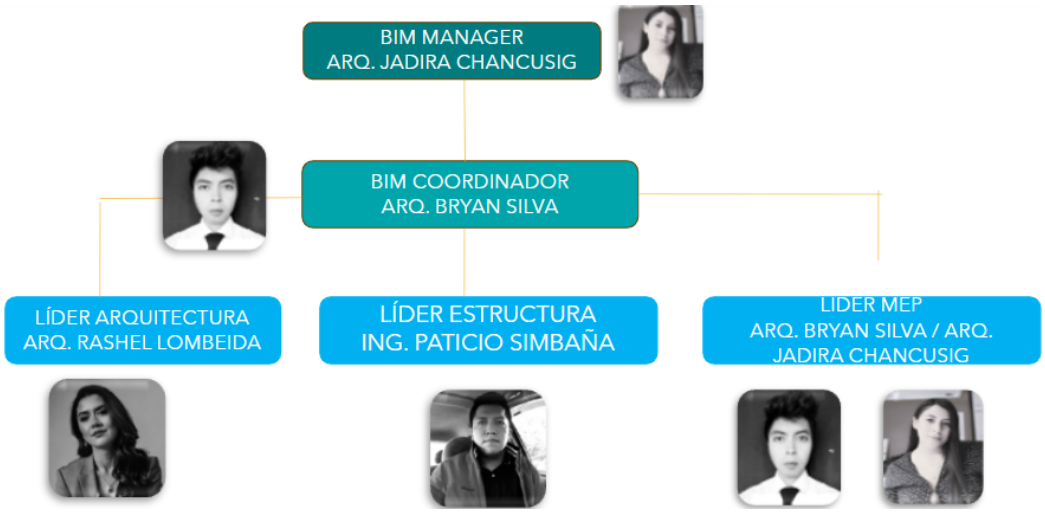


Ilustración 9: Diagrama de organización (Elaboración propia)

ROLES	NOMBRE Y APELLIDO	CORREO	CONTACTO
BIM Manager	Arq. Jadira Chancusig	jjadira_c95@hotmail.com	+593 98441952
Coordinador BIM	Arq. Bryan Silva	bryan_silva94@hotmail.com	+593 961613182
Líder Arquitectura	Arq. Rashell Lombeida	Rashellombeida9@gmail.com	+593 998103737

Líder Estructura	Ing. Patricio Simbaña	w_patrick_s@hotmail.com	+593 981831979
Líder MEPS	Arq. Jadira Chancusig Arq. Bryan Silva	bryan_silva94@hotmail.com jjadira_c95@hotmail.com	+593 984418952 +593 961613182

Ilustración 10: Integrantes y roles del proyecto (Elaboración propia)

3.5 Objetivos BIM

3.5.1 Objetivos Generales BIM

- Implementar de manera efectiva la metodología BIM para optimizar los procesos del proyecto, maximizando sus beneficios en comparación con los métodos tradicionales y cumpliendo con los requerimientos del cliente de forma eficiente.
- Fomentar una cultura de trabajo colaborativo, promoviendo el uso de buenas prácticas BIM en todas las etapas del proyecto a través de reuniones periódicas y el empleo de plataformas digitales para la gestión de la información. Establecer flujos de trabajo organizados y bien coordinados entre todos los actores involucrados, reduciendo reprocesos y mejorando la productividad en cada disciplina.
- Evaluar continuamente la implementación del BEP, detectando oportunidades de mejora y optimizando los procesos a medida que avanza el proyecto.

3.5.2 Objetivos Estratégicos BIM

- **Prioridad Alta:** Utilizar la metodología BIM para mejorar la comunicación entre el equipo de trabajo y el cliente, facilitando la comprensión y visualización de la información a través de un Entorno Común de Datos (Autodesk Construction Cloud), lo que permite tomar decisiones más acertadas y oportunas.

- **Prioridad Alta:** Gestionar de manera correcta la etapa de planificación y diseño del proyecto usando metodología BIM con el fin de lograr resultados claros, que nos ayuden a tomar decisiones informadas y cumplir con el acuerdo establecido con el cliente.
- **Prioridad Alta:** Fortalecer la coordinación entre los miembros del equipo mediante reuniones semanales, aprovechando BIM como una herramienta clave para compartir información, evitar conflictos y garantizar la calidad del proyecto.
- **Prioridad Alta:** Generar los modelados de las diferentes disciplinas, en este caso modelado arquitectónico, modelado estructural y modelados de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.
- **Prioridad Alta:** Llevar a cabo la coordinación y detección de conflictos entre los modelos arquitectónicos, estructurales y MEP para la resolución de interferencias.
- **Prioridad Media:** Mejorar la precisión en la planificación y estimación de costos mediante la integración de modelos BIM con el programa Presto para contribuir a una gestión más eficiente de los recursos y el desarrollo del proyecto.
- **Prioridad Media:** Utilizar la herramienta BIM Insigth para realizar pruebas de materialidad y simulaciones lumínicas con el fin de garantizar una iluminación natural óptima que evite el deslumbramiento y el sobrecalentamiento, contribuyendo así a la eficiencia energética del Centro Deportivo
- **Prioridad Baja:** Realizar la simulación constructiva del proyecto con el programa presto en la disciplina de arquitectura y estructura.

3.6 Usos BIM del proyecto.

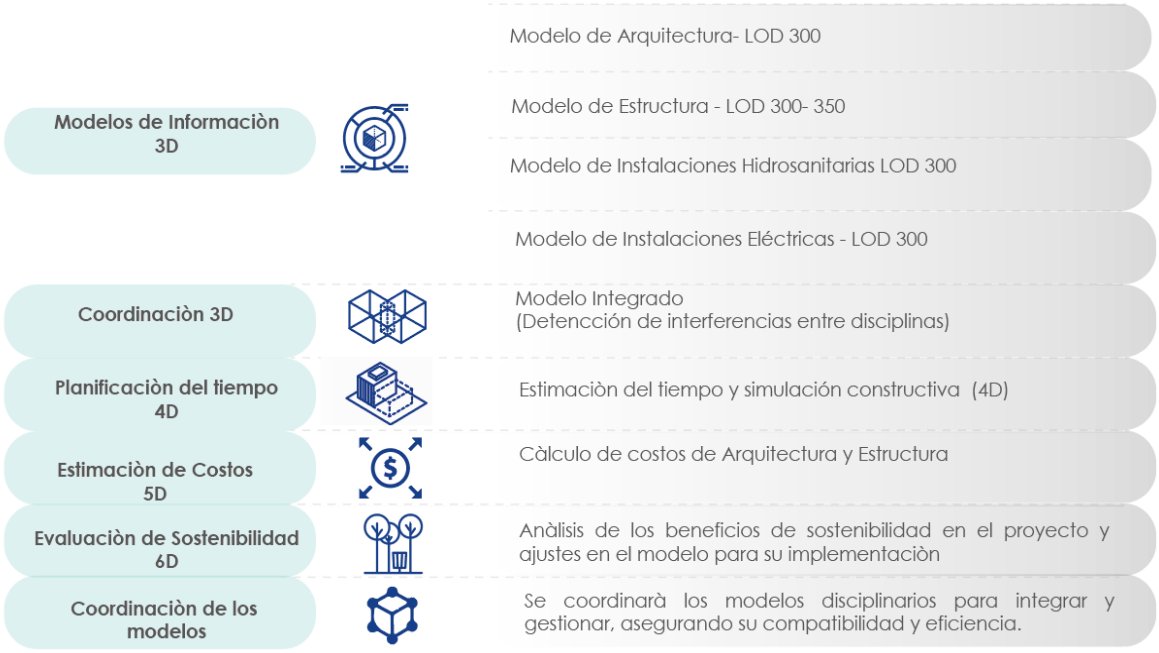


Ilustración 11: Usos BIM (Elaboración propia)

Los usos BIM del proyecto se determinó para las fases del anteproyecto y diseño, estas se detallan más exhaustivo en el BEP. Se prioriza que estos usos fueron específicamente para aplicar en este proyecto del Centro Integral Deportivo, con la finalidad de garantizar una mejor ejecución.

3.7 Plan de Entregables

ENTREGABLES	FASE DEL PROYECTO	RESPONSABLE DE ENTREGA	DESCRIPCIÒN	FORMATO DE ENTREGA
EIR- (Employer's Information Requirements)	Todo el ciclo de vida	BIM MANAGER	El EIR es el documento donde se define los requerimientos de información que el cliente solicita durante todo el ciclo de vida del proyecto, dando constancia que los entregables si cumplan con todos los requisitos solicitados.	.pdf

Plan de ejecución BIM- BEP	Diseño	BIM MANAGER	Se realizará un plan de ejecución donde se establezca los procesos y normas del proyecto que nos permitirán así implementar la metodología BIM en el proyecto del Centro Deportivo Integral	.pdf
Plantillas de diseño BIM	Diseño	Coordinador BIM	El coordinador BIM será el que proporcione las plantillas de diseño que estarán estandarizadas, estas plantillas aseguraran la creación y gestión de los modelos BIM de las diferentes especialidades, permitiendo conllevar una mejor coherencia en los entregables del equipo INNOBIM	.rvte
Modelos BIM Arquitectónicos Estructural MEPS	Diseño	líder de Especialidad	Se desarrollará los modelos con los correspondientes elementos de cada especialidad, asegurando que cada uno contenga información tanto gráfica y técnica. Estos modelos permitirán más adelante obtener información necesaria en las fases de diseño, coordinación, simulaciones, estimación de costos y planificación de los tiempos.	.rvt
Planos Arquitectónicos Estructural MEPS	Diseño	Lider de Especialidad	Se presentará la documentación correspondiente de cada especialidad en planos arquitectónicos, estructurales y MEPS.	.pdf
Modelo de coordinación y matriz de interferencias	Diseño	Coordinador BIM	Se coordinarán los modelos correspondientes de cada disciplina para asegurar una eficaz integración y una mejor resolución de las interferencias identificadas	.nwd

Presupuesto de Obra (4D)	Diseño	líder de Especialidad	Se calculará el presupuesto y los costos del proyecto en base a los modelos de arquitectura y estructuras.	presto
Planificación y programación de obra (5D)	Diseño	BIM MANAGER	Se planificará el tiempo y la secuencia de las actividades en el proceso constructivo	presto/ .nwd
Simulaciones de sostenibilidad (6D)	Diseño	Líder de Sostenibilidad	Se realizará ciertas simulaciones sobre la eficiencia energética, el análisis de ciclo de vida, el confort técnico, una mejor optimización de recursos hídricos y materialidad.	revit, insight

Ilustración 12: Lista de entregables (Elaboración propia)

3.8 Metodología empleada

La metodología empleada para el proyecto del Centro Deportivo Integral es la normativa ISO 19650 que se ejecutara en el ciclo de vida del proyecto, lo cual determina los principios para el desarrollo de la gestión eficaz de la información en proyectos.

3.9 Niveles de Entregables

ROLES	LOD	BREVE DESCRIPCIÓN
Líder Arquitectura	300 (Diseño Detallado)	Se entregará el modelo arquitectónico con detalles específicos de diseño, incluyendo dimensiones, acabados, materiales, y elementos constructivos definidos.
Líder Estructura	300-350 (Diseño Detallado)	La estructura metálica estará modelada con precisión en cuanto a tamaño, forma, ubicación y orientación se debe Incluir ciertos detalles de los perfiles de acero y conexiones básicas. Se incluyen de igual manera detalles específicos de las conexiones estructurales como: ensamblaje y cualquier refuerzo necesario
Líder MEP	300 (Diseño Detallado)	Los sistemas eléctricos y de plomería se modelan con detalles precisos, incluyendo ubicación exacta de tuberías, conductos, equipos y sus especificaciones técnicas.

Ilustración 13: Niveles de entregables (Elaboración propia)

3.10 Plantilla de proyecto BIM

En el desarrollo de las plantillas disciplinarias, se llevó a cabo la configuración del software Revit. Esto permite que exista una integración más eficiente entre distintos programas y a su vez garantiza la uniformidad en la presentación de los documentos que son generados. Para lograrlo, se trabajó en la respectiva configuración del **navegador de proyecto**, las **plantillas de vistas** y las **plantillas de presentación de planos**, logrando así un formato estandarizado y ordenado en la documentación, como se muestra en las ilustraciones correspondientes. Además, la plantilla integra directrices claras para la organización de la estructura del modelo, incluyendo la gestión de niveles, puntos base y la correcta vinculación de modelos disciplinarios. Por lo cual se desarrolló tres tipos de plantillas generales que se incluirán en todos los modelos disciplinarios las cuales son:

Estas plantillas serán compartidas con los líderes de cada disciplina para el desarrollo de sus modelos.

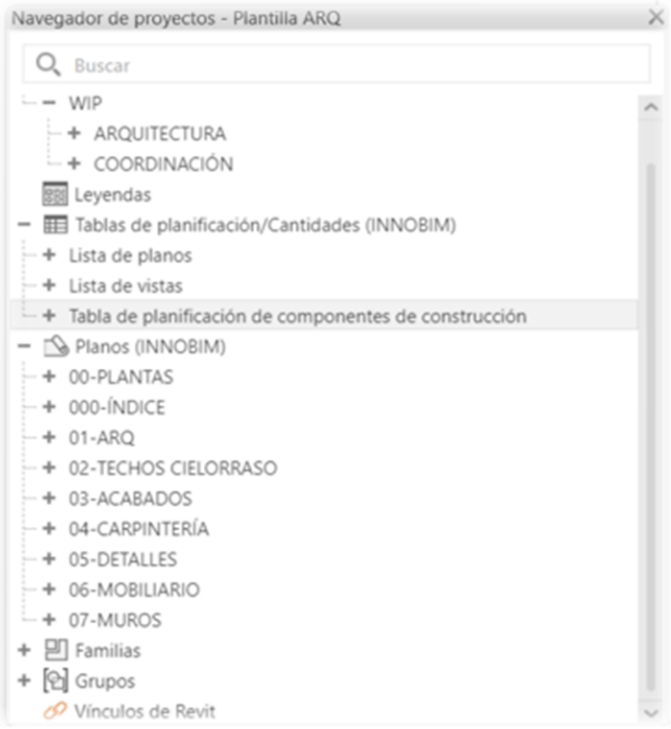


Ilustración 14: Navegador de Proyecto INNOBIM (Elaboración propia)

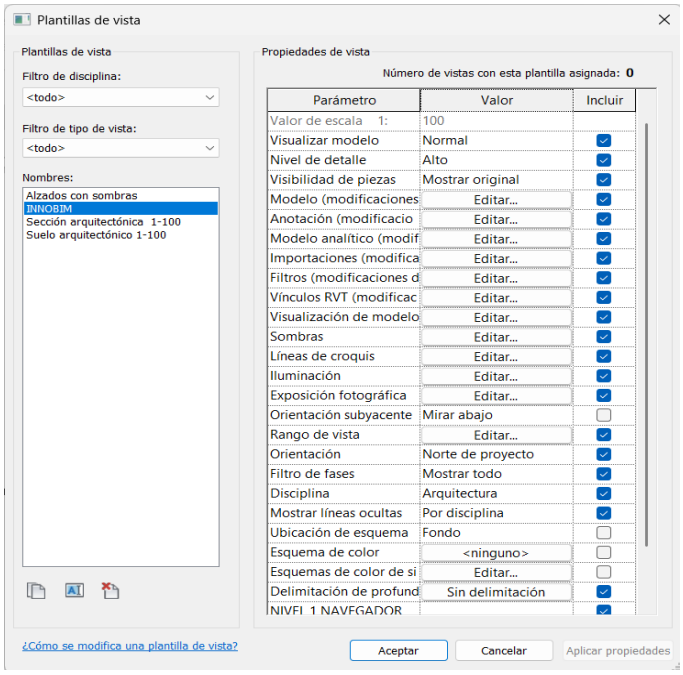


Ilustración 15: Propiedades de vista de plantilla INNOBIM (Elaboración propia)

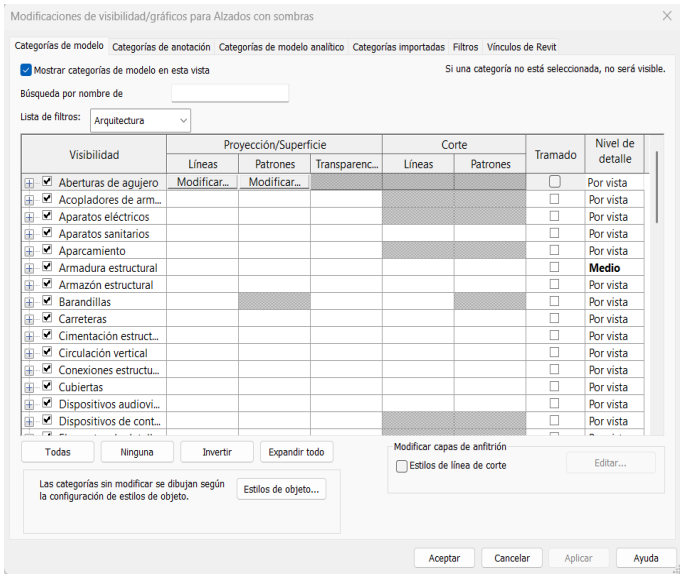


Ilustración 16: Visibilidad de gráficos de Plantilla Planta. Proyecto INNOBIM

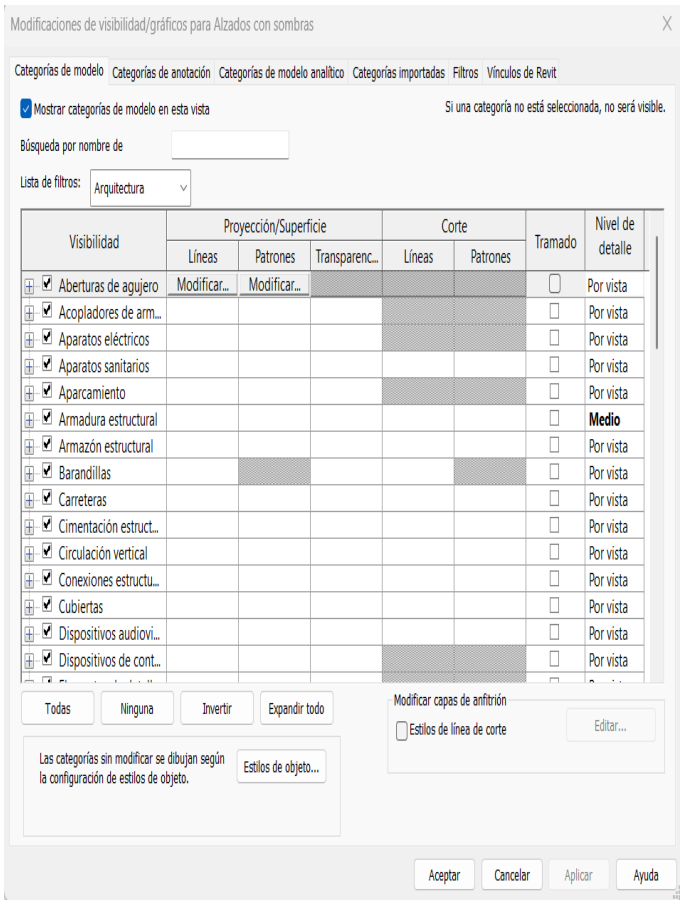


Ilustración 17: Aplicación de plantilla de planta. Proyecto INNOBIM

Plantilla arquitectónica

https://drive.google.com/file/d/1Rhl1DkA8KQL2gxxaPRA8iXyH4VbY4ktt/view?usp=drive_link

Plantilla Estructural

https://drive.google.com/file/d/1LtJFhuuiKn9oaaxsS6N2l-2DE139jt4z/view?usp=drive_link

Plantilla MEPS

https://drive.google.com/file/d/1Isggw-cKIEf7ZQkELWSCZyeukMa7OEpU/view?usp=drive_link

3.11 Unidades

Sistema de unidades que se utilizara en el proyecto:

Sistema	Unidad	Decimales	Ángulos	Pendiente
Métrico	m	2	grados	%

Ilustración 18: Sistema de unidades para el proyecto (Elaboración propia)

3.12 Plantillas de biblioteca de objetos BIM

Para garantizar la eficacia y eficiencia de la biblioteca de objetos BIM dentro del entorno de Revit, se implementarán los estándares de ISO 19650 para definir la nomenclatura de los elementos y estructurar carpetas y subcarpetas organizadas que faciliten la navegación y búsqueda. Cada objeto incluirá información detallada, como descripción, tipo, dimensiones, materiales y clasificación conforme a las categorías del sistema de familias en Revit. Se crearán familias paramétricas que permitan modificar y ajustar los elementos a los requerimientos específicos de cada proyecto. Estas familias serán modeladas con geometría precisa y niveles de detalle acordes al LOD requerido, asegurando su usabilidad en proyectos futuros. Además, los objetos se optimizarán para ser compatibles con otros programas BIM mediante el uso de formatos interoperables como IFC, permitiendo la colaboración entre disciplinas y plataformas. En la creación de estas bibliotecas se incorporarán parámetros personalizados y compartidos en Revit, asegurando que los datos asociados (como códigos, especificaciones técnicas y propiedades físicas) sean consistentes y cumplan con las necesidades del proyecto. Esta estructura permitirá una mayor eficiencia en la coordinación y vinculación entre modelos disciplinares dentro del flujo de trabajo BIM.

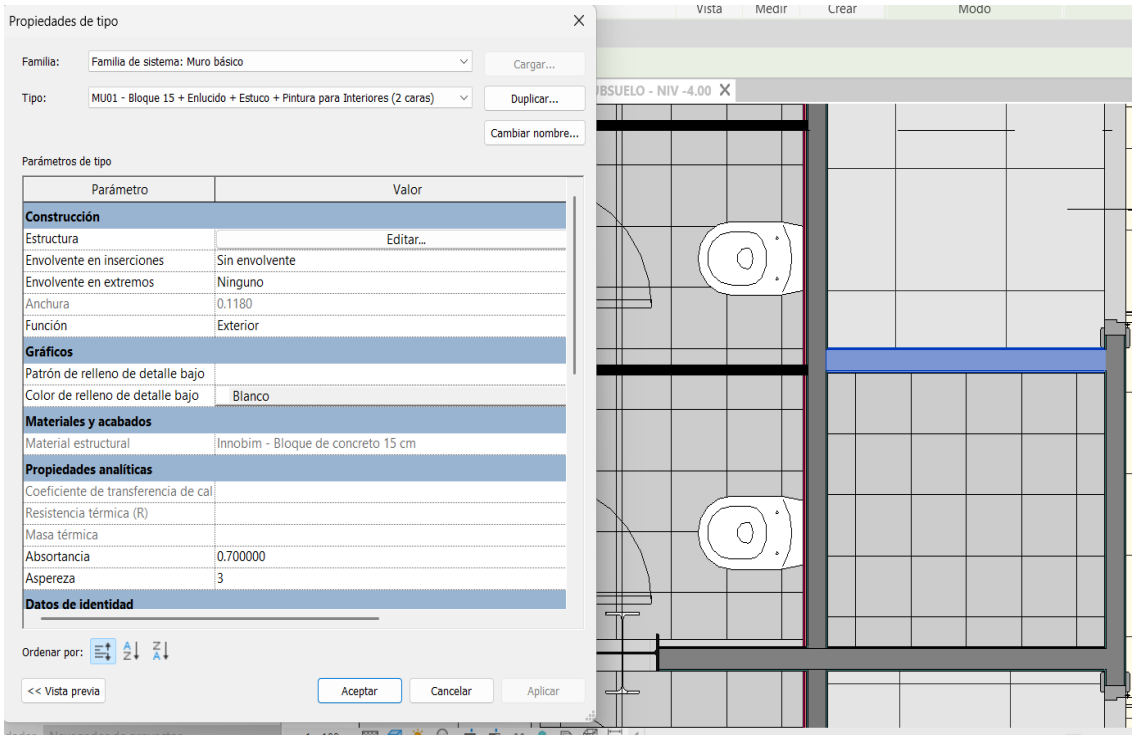


Ilustración 19: Nomenclatura objetos (Elaboración Propia)

3.13 Estándares de Nomenclatura y Organización del Modelo.

Para poder garantizar un mejor flujo de trabajo que sea eficiente dentro del proyecto INNOBIM, es justo y necesario establecer ciertas nomenclaturas y una estructura que este organizada dentro del Entorno Común de Datos **(CDE),** por lo cual esto permite que los archivos, modelos y toda la documentación sean de fácil accesibilidad, evitando así la duplicidad de la información y asegurando con la trazabilidad del proyecto.

3.13.1 Nomenclatura de archivos y modelos

Se usará la nomenclatura con base en los estándares de la ISO 19650, lo cual nos garantiza la interoperabilidad entre las diferentes disciplinas y softwares.

Prioridad	Contenido	Descripción
1	Proyecto	Código único para el proyecto (ej. PROJ01), se sugiere que contenga máximo 6 caracteres.
2	Estado	Estado de la información bajo la ISO 19650, código de indentificación de la carpeta según lo indicado en la capitulo 4.3.13 por ejemplo (WIP, Compartido, Publicado, Archivado). WIP: WIP PUB: PUBLICADO COM: COMPARTIDO ARC: ARCHIVADO
3	Disciplina	Código único para cada disciplina o sistema dentro del proyecto (ej. ARQ, STR, MEP, entre otros), se recomienda que este sea de tres caracteres. ARQ: ARQUITECTURA HID: HIDROSANITARIAS EST: ESTRUCTURAS ELE: ELÉCTRICO
4	Tipo de Documento	Es recomendable utilizar un código único por cada tipo de documento, por ejemplo: -Modelos: MO -Memoria (arquitectónica, de cálculo, entre otros): -ME -Especificaciones técnicas: ET -Presupuesto: PT -Sostenibilidad: SOS
	Revisión	Se puede indicar la versión de la revisión de la información que contiene, por ejemplo: V001

Ilustración 20: Descripción de estructura de nomenclatura. (Elaboración Propia)

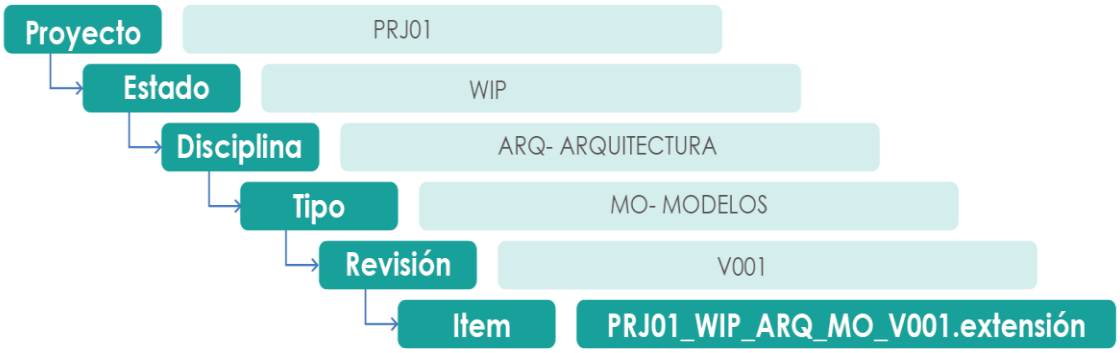


Ilustración 21: Ejemplo de Estructura de Nomenclatura (Elaboración Propia).

Capítulo 4: BEP

Promotor: Universidad Internacional SEK Ecuador

Nombre del Proyecto: Implementación de la metodología BIM en el Centro Deportivo Integral.

4.1 Plan de Ejecución BIM Centro Deportivo Integral

Siguiendo los lineamientos establecidos en el **EIR**, este capítulo describe las estrategias para la implementación y gestión de la metodología **BIM** en el proyecto. Se presenta una guía detallada que facilita la colaboración y coordinación entre el equipo de trabajo, asegurando un uso eficiente de los modelos. Además, se busca optimizar los procesos a lo largo del desarrollo del proyecto, permitiendo una integración fluida y organizada de la información en cada etapa.

4.2 Introducción

Para llevar a cabo este proyecto de manera eficiente, es fundamental contar con un Plan de Ejecución BIM (BEP) adaptado a las necesidades específicas de cada etapa, así como al alcance total del proyecto. En este sentido, se ha establecido que dicho plan debe garantizar el cumplimiento de los requisitos de información definidos por la Universidad Internacional SEK, permitiendo una gestión óptima de la metodología BIM en el Centro Deportivo Integral.

Antes de iniciar la fase de desarrollo, el equipo INNOBIM, en conjunto con la Universidad Internacional SEK, acordó que el BEP será revisado y ajustado conforme avance el proyecto. El objetivo es perfeccionarlo progresivamente hasta obtener un documento definitivo al finalizar el proceso de titulación, asegurando que refleje con precisión la aplicación de la metodología BIM en el proyecto.

4.3 Información del Proyecto

Promotor	Universidad Internacional SEK
Nombre del Proyecto	Centro Deportivo Integral
Descripción del proyecto	El proyecto está ubicado en el barrio de La Gasca, consta de 4218 m2 aproximadamente, reunirá en sus instalaciones una cancha multifuncional reglamentaria, una piscina semiolímpica y dos piscinas de relajación, que estarán conectadas por un volumen central que en el subsuelo albergara todos los servicios (vestidores, camerinos duchas baños) y en las demás plantas un gimnasio divisable en varias salas junto con salas polivalentes y salas de expresión corporal. El objetivo es reubicar las actividades deportivas del barrio en un sitio seguro dado que es una zona expuesta a movimientos de tierra y aluviones.
	El cliente proporciono un diseño inicial los cuales están contemplados en planos bidimensionales 2D y un presupuesto tradicional, concluyendo que requiere mejoras en diseño, distribución y sostenibilidad. A partir de estos modelos, se extrae información la cual es un punto clave que permite la elaboración de los modelos (3D), programación (4D), presupuestos (5D) y el análisis de aspectos de sostenibilidad (6D), lo cual será implementado por el equipo INNOBIM.
Dirección del proyecto	Av. Mariscal Sucre y Francisco Berrurieta
Nro. Predio	3692205

Zona Metropolitana	Quito
Área del predio según escritura	17.450,06 m2
Área aproximada de construcción	4218 m2

Ilustración 22: Información del Proyecto (Elaboración propia)

4.4 Hitos Relevantes

El documento en el cual se establecen los requisitos y las expectativas del cliente, se definieron en el EIR, en cuanto a la información que se debe realizar, los responsables y el nivel de información. De igual manera es importante la implementación de hitos en el proyecto ya que son primordiales para la supervisar el progreso.

HITO	RESPONSABLE		ENTREGA	FORMATO DE ENTREGA
Elaboración EIR	BIM MANAGER	Arq. Jadira Chancusig	EIR	.pdf
Elaboración BEP	BIM MANAGER	Arq. Jadira Chancusig	BEP	.pdf
Plantillas de diseño BIM	Coordinador BIM	Arq. Bryan Silva	Plantillas	.rvte
Modelo Arquitectónico (3D)	Líder de arquitectura	Arq. Rashell Lombeida	Modelo LOD 300	.rvt
Modelo Estructural (3D)	Líder de estructuras	Ing. Patricio Simbaña	Modelo LOD 300 -350	.rvt
Modelo MEPS eléctrico e hidrosanitario (3D)	Líder MEPS	Arq. Jadira Chancusig / Arq. Bryan Silva	Modelo LOD 300	.rvt
Modelo coordinado y multidisciplinar	Coordinador BIM	Arq. Bryan Silva	Informe de interferencias	.nwd
Simulación constructiva del modelo arquitectónico y estructural (4D)	Coordinador BIM	Arq. Bryan Silva	Programación de la obra	.nwd

Presupuesto de Obra modelo arquitectónico (5D)	Líder de Especialidad	Arq. Rashell Lombeida	Presupuesto General	presto
Presupuesto de Obra modelo de estructuras (5D)	Líder de Especialidad	Ing. Patricio Simbaña	Presupuesto General	presto
Análisis de Sostenibilidad	Líder de Especialidad	Arq. Rashell Lombeida	Informe análisis de sostenibilidad y propuesta	pdf
Presupuesto General del Proyecto (4D)	Coordinador BIM	Arq. Bryan Silva	programación general de la obra	presto/ .nwd
Simulación constructiva General del proyecto(6D)	Coordinador BIM	Arq. Bryan Silva	Presupuesto General	revit, insight

Ilustración 23: Hitos relevantes

4.5 Organigrama del equipo de trabajo

La empresa INNOBIM para el desarrollo del proyecto Centro Deportivo Integral, está enfocada en desarrollar e implementar la metodología BIM. La estructuración del equipo se realizó mediante la recopilación de perfiles profesionales los cuales deben cumplir con los requisitos detallados en los contratos de cada uno de roles.

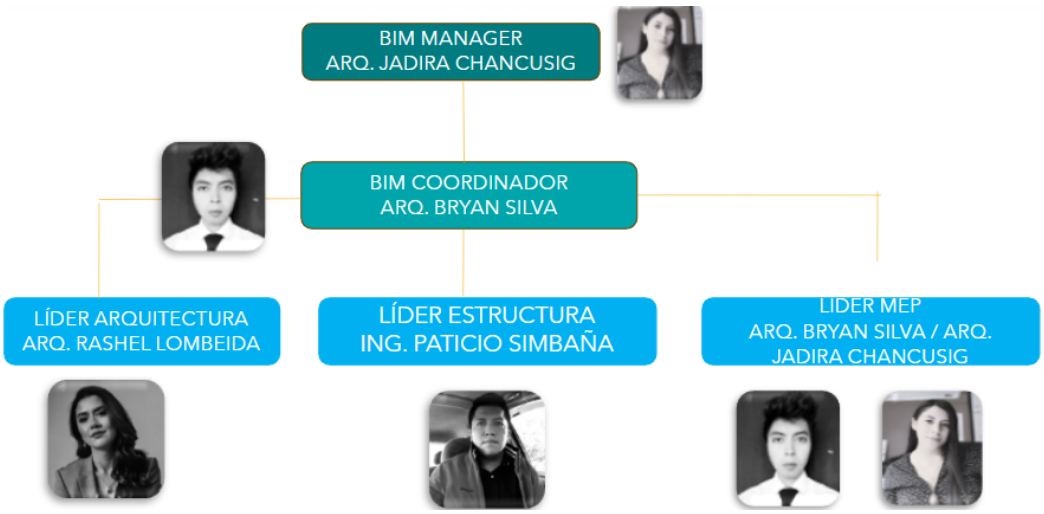


Ilustración 24: Estructura jerárquica del Proyecto (Elaboración propia)

4.5.1 Roles y Responsabilidades

El BIM Manager es el responsable de gestionar y supervisar todos los aspectos que están relacionados con la metodología BIM.

El coordinador BIM es el que se encarga en gestionar que exista una comunicación, integración y una coordinación con el equipo INNOBIM.

Los lideres (Arquitectura, Estructura, MEP, Sostenibilidad) son en cambio responsables en que los modelos de información estén totalmente bien elaborados.

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

ROLES	LOD	BREVE DESCRIPCIÓN
Líder Arquitectura	300 (Diseño Detallado)	Se entregará el modelo arquitectónico con detalles específicos de diseño, incluyendo dimensiones, acabados, materiales, y elementos constructivos definidos.
Líder Estructura	300-350 (Diseño Detallado)	La estructura metálica estará modelada con precisión en cuanto a tamaño, forma, ubicación y orientación se debe Incluir ciertos detalles de los perfiles de acero y conexiones básicas. Se incluyen de igual manera detalles específicos de las conexiones estructurales como: ensamblaje y cualquier refuerzo necesario
Líder MEP	300 (Diseño Detallado)	Los sistemas eléctricos y de plomería se modelan con detalles precisos, incluyendo ubicación exacta de tuberías, conductos, equipos y sus especificaciones técnicas.

Ilustración 25: LOD aplicado al proyecto

4.7 Proceso para la detección de interferencias

Se realizará una minuciosa revisión de las interferencias de los modelos disciplinarios tales como arquitectura, estructura y MEPS de manera individual, en este caso cada líder de disciplina es el único responsable en realizar una auditoria con el Model Cheker, garantizando que su modelo no se encuentre con interferencias al momento de enviarlo al coordinador BIM. Además de tomar en cuenta que el informe de auditoría este completamente al 100% validado antes de iniciar con el proceso de coordinación.

Si se detectan interferencias en el modelo, cada líder de las disciplinas deber usar el programa de Navisworks y acoplarse a la matriz de interferencias la cual es proporcionada por el coordinador BIM para de esta manera identificarlos y resolverlos. Después de resolver las interferencias y verificar que no exista aún más inconsistencias en el modelo se enviara directamente al coordinador BIM

Para finalizar con los informes de auditoría que fueron generados por el Model Cheker y Navisworks estos deben estar totalmente validados antes de ser enviados al coordinador BIM, quien es el responsable de consolidar la información y a su vez generar informes de coordinación.

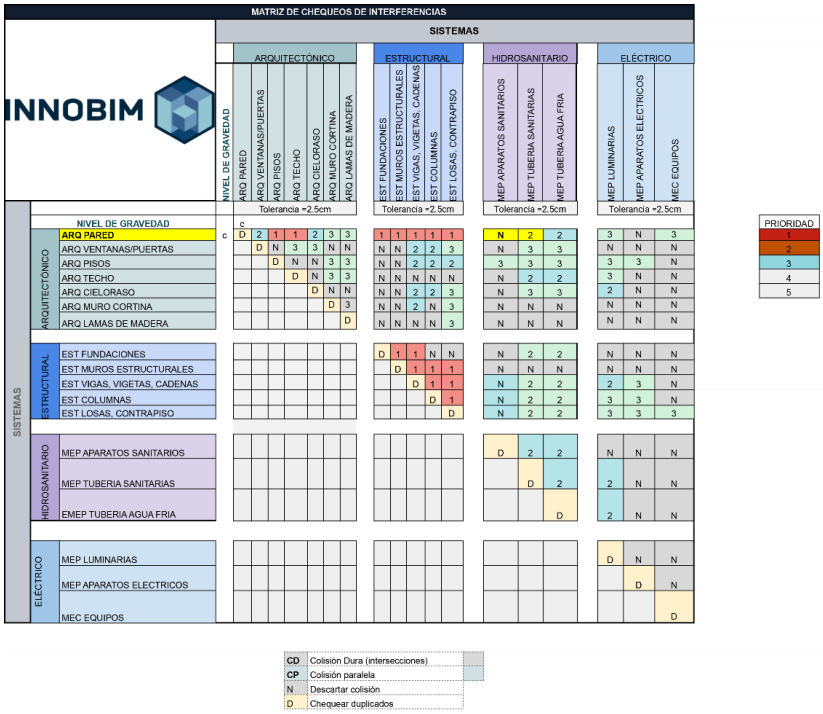


Ilustración 26: Matriz de Interferencias

4.8 Proceso de coordinación para la revisión de los modelos

Después que el coordinador BIM ha recibido totalmente los modelos auditados de las disciplinas, empieza el proceso de coordinación donde se usara herramientas especializadas, como Navisworks el cual nos permitirá detectar las interferencias y validar que el modelo se encuentre realizado correctamente, adicional a eso si se detecta alguna interferencia se elaborara un informe detallado que será enviado a cada líder de cada disciplina para que

proceda con las correcciones necesarias antes de proceder al siguiente paso del flujo de trabajo.

Documento de interferencias:

https://drive.google.com/file/d/1uvBhA5-KcHwMcbeBW5cZ3LmC_mTNsDs_/view?usp=drive_link

4.9 Procedimiento de la entrega de modelo

Cada líder de su disciplina correspondiente es el único responsable en realizar la detención de interferencias utilizando el programa de Navisworks, al terminar este proceso cada líder debe entregar su informe de auditoría junto con el reporte de las colisiones o interferencias que fueron encontradas. Consecutivo a esto el coordinador BIM, se encargará en coordinar y consolidar los modelos, garantizando que estos estén correctamente unificados e integrados, como también debe garantizar una compatibilidad dentro del proyecto. Todo este proceso se hará en revisiones con frecuencia semanal por parte del coordinador BIM.

	Entrega de modelos			
Modelo	**Encargado**	**Actividad**	**Frecuencia**	**Formato**
Arquitectónico	líder de arquitectura	Revisión	Semanal	Rvt
Estructural	líder de estructuras	Revisión	Semanal	Rvt
MEP	líder MEPS	revisión	semanal	rvt

Ilustración 27: Entrega de modelos (Elaboración propia)

4.10 Hitos Entregables BIM

Para la correspondiente planificación de los entregables se organiza en función de la información a entregar por parte de cada líder de las disciplinas, los cuales fueron entregados por el coordinador BIM.

Id	Texto1	Nombre de tarea	Duración
1	**HITO DE COORDINACIÒN**	**CENTRO DEPORTIVO INTEGRAL**	60 días
2	**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	15 días
3	**DETENCCIÒN H1**	Detección de conflicto Hito 1 Arq y Est	5 días
4	**HITO 2**	Revisión de arquitectura y estructura para diseño	5 días
5	**HITO 3**	Coordinación con MEP para definiciones de modelos según los últimos acabados	5 días
6	**HITO 4**	Coordinación con MEP con el modelo arquitectònico aprobado	2 días
7	**DETENCCIÒN H2**	Detección de conflictos Hito 1. Arquitectura 80%, Estructura 80% y MEP Hid 80%	5 días
8	**HITO 5**	Entrega de los modelos arquitectónico 95%, estructura 100% y MEP Hid,eléctrico, HVAC 90%	10 días
9	**DETENCCIÒN H3**	Detección de conflictos Hito 1 arquitectura, estructura y MEP	5 días
10	**HITO 6**	Entrega de modelo arquitectónico, estructura y MEP 100%	10 días
11	**DETENCCIÒN H4**	Detección de conflictos Hito 1 Arquitectura 100%, estructura 100% y MEP 100%	5 días

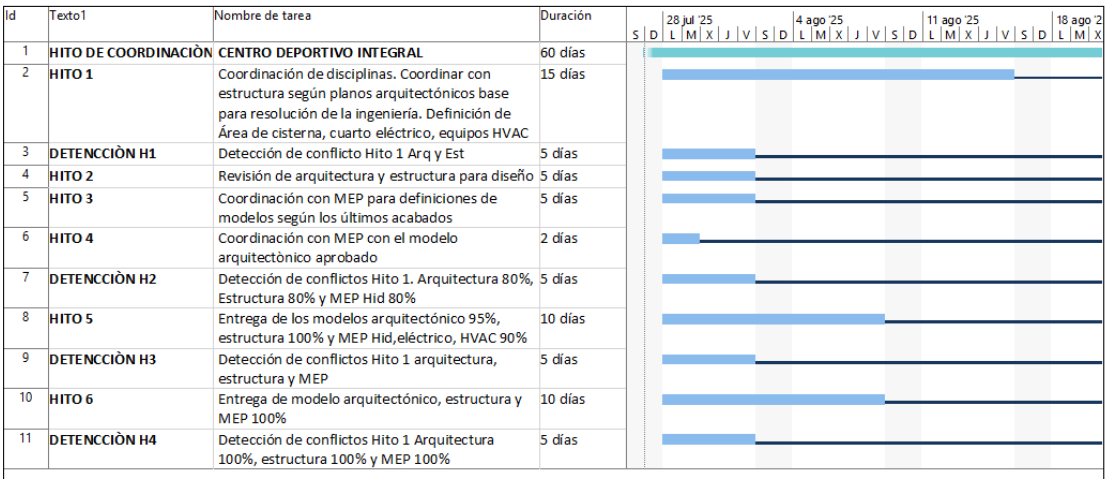


Ilustración 28: Hitos de entregables de coordinación (Elaboración propia)

4.11 Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción- Entorno Común de Datos (CDE)

La herramienta que permitirá tener un entorno colaborativo es el ACC "AUTODESK CONSTRUCTION CLOUD", que nos ayudara a tener una mejor optimización de información y acceso para el equipo INNOBIM.

Ilustración 29: Flujo de estado de la información BIM (Elaboración Propia)

4.12 Protocolo de intercambio de información de construcción

Se intercambiará la información bajo el protocolo de la ISO 19650, por lo cual se implementará un entorno común de datos AUTODESK CONSTRUCTION CLOUD, que permita un flujo de toda la información a través de las carpetas de las diferentes disciplinas que están involucradas. Estructura de carpetas. 1. Trabajo en Progreso (WIP) 2. Compartido 3. Publicado 4. Archivado Conforme a la siguiente distribución.

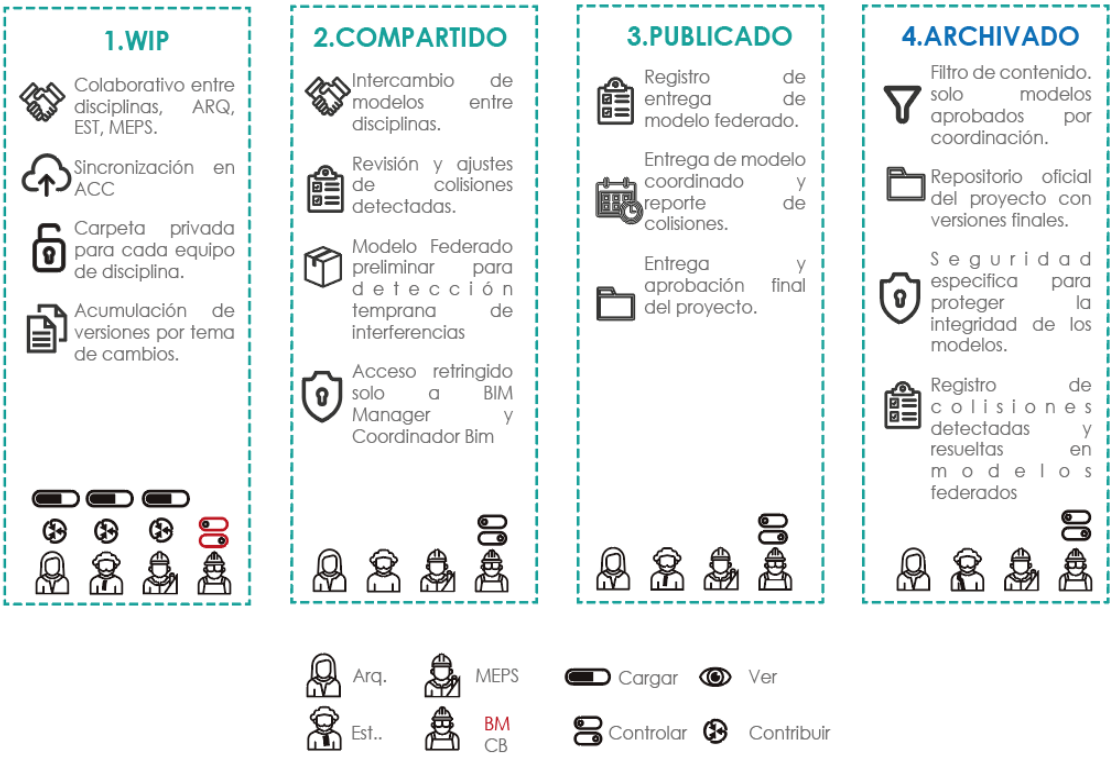


Ilustración 30: Adaptación (Elaboración propia)

4.13 Estructura de carpetas

La organización de carpetas diseñada se basa en principios fundamentales de gestión de información BIM, asegurando un flujo eficiente, controlado y estructurado de datos para todos los actores del proyecto. A continuación, la estructura de carpetas es la siguiente:

Rol	**Nombre**	**Permisos para gestionar**	**Carpetas de ac**
BIM Manager	Jadira Chancusig	Ver, crear, editar	1.Trabajo en progreso (WIP) 2. Compartido 3. Publicado 4. Archivado

Coordinador BIM	Bryan Silva	Ver, crear, editar	1. Trabajo en progreso (WIP)
		Ver y crear Ver, crear y editar	2. Compartido 2.3 Arquitectura 2.4 Estructuras 2.5-2.6-2.7MEP 2.8 Coordinación
		Ver	3. Publicado
		Ver	4. Archivado
Líder de Arquitectura	Rashel Lombeida	Ver, crear, editar	1. Trabajo en progreso (WIP) 1.3 Arquitectura
Líder de Estructuras	Patricio Simbaña	Ver, crear, editar	1. Trabajo en progreso (WIP) 1.4 Estructuras
Líder MEPS	Jadira Chancusig Bryan Silva	Ver, crear, editar	1. Trabajo en progreso (WIP) 1.5 Eléctrica 1.6 Hidrosanitario

Ilustración 31: Estructuración del ACC (Elaboración propia)

4.14 Nomenclatura de archivos

Todos los archivos que son pertenecientes al proyecto Centro Deportivo Integral, se regirá a una nomenclatura especifica con la siguiente estructura:

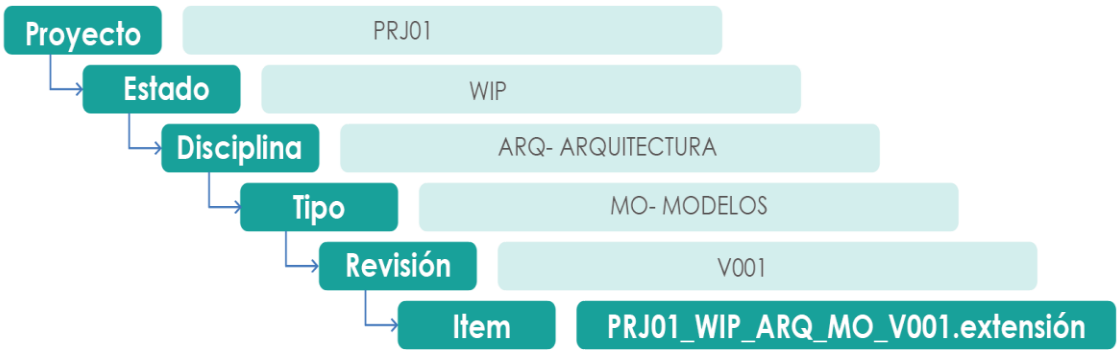


Ilustración 32: Estructura nomenclatura de archivos

4.15 Requisitos de Responsabilidad (Responsibility Requirements):

El equipo de profesionales para este proyecto cumplirá con las responsabilidades asignadas de acuerdo con su experiencia y conocimiento para dirigir en el rol asignado.

ROLES	NOMBRE Y APELLIDO	Requisito/ Responsabilidad
BIM Manager	Arq. Jadira Chancusig	Único contacto con el cliente. Administrador de contrato (EIR). Administrador de Plataforma ACC. Elabora BEP. Responsable del modelo federado. Responsable de entregar el presupuesto de proyecto. Responsable de entregar el cronograma de ejecución de obra.
Coordinador BIM	Arq. Bryan Silva	Contacto con lideres. Delegación de responsabilidades a los lideres y reporte al BM. Responsable del modelo coordinado. Responsable análisis de interferencias Responsable análisis de costo de no solución de interferencia.
Líder Arquitectura	Arq. Rashell Lombeida	Responsabilidades asignadas y reporta al BIM COORDINATOR. Flujo de trabajo interdisciplinario. Modelo Arquitectónico.

		Planificación de la etapa constructiva (4d, 5d y 6D)
Líder Estructura	Ing. Patricio Simbaña	Responsabilidades asignadas y reporta al BIM COORDINATOR. Flujo de trabajo interdisciplinario. Modelo estructural Comparativa de materialidad en Columnas y en pisos, Cronograma estructuras Presupuesto estructuras
Líder MEP	Arq. Jadira Chancusig Arq. Bryan Silva	Responsabilidades asignadas y reporta al BIM COORDINATOR. Flujo de trabajo interdisciplinario. Modelo Hidrosanitarios Modelo eléctrico colocación de equipos.

Ilustración 33: Responsabilidades de los roles

4.16 Estándares de calidad

Para responder por la calidad en el proyecto Biblioteca Patio, se llevarán a cabo revisiones periódicas por parte del Coordinador BIM y el BIM Manager. Estas evaluaciones se realizarán a través de auditorías internas, permitiendo verificar el cumplimiento de los estándares establecidos asegurara la correcta adopción de la metodología BIM en cada fase del proyecto.

4.17 Planificación del Proyecto

La utilización de BIM en la planificación del proyecto nos permite una mejor coordinación entre las diferentes disciplinas, reduciendo así los errores y retrasos. Además, el modelo BIM podemos utilizar para realizar simulaciones y análisis avanzados, como la detección de interferencias entre elementos, la programación y la secuenciación de la construcción, la simulación de la energía y el análisis del ciclo de vida de los materiales. Todo esto puede ayudar a tomar decisiones informadas y reducir el impacto ambiental del proyecto.

Al reducir el tiempo y los costos de construcción, el uso de BIM nos permite tener un impacto positivo en la sociedad al permitir que los proyectos se completen más rápidamente y a un costo menor.

Las herramientas posibles para usar son Naviswork o Presto que están basadas en la norma ISO 19650 y para llevar el avance coordinado se aplicara el ciclo PDCA.

4.18 Softwares para utilizar

Disciplina	Uso	Software	Versión
Arquitectura, Estructura y MEP	Modelado	Revit	2023
CDE	Almacenamiento centralizado	ACC	N/A
Arquitectura, Estructura y MEP	Detección de Interferencias	Naviswork Manage	2023
Arquitectura, Estructura y MEP	Organización de Actividades	Presto	N/A
Arquitectura, Estructura y MEP	Presupuesto y Cronograma	Presto	2022
Arquitectura, Estructura y MEP	Informes, planillas, cantidades	Office	365
Arquitectura, Estructura y MEP	Visualización documentación	Nitro Pro/Adobe Acrobat Pro	10-2021
Arquitectura, Estructura y MEP	Diagramación	Adobe Ilustrador	2021

Ilustración 34: Softwares a utilizar (Elaboración propia)

4.19 Capacidades del Equipo

INNOBIM cuenta con la experiencia y formación BIM de los mencionados profesionales:

Miembro del Equipo	Experiencia	Conocimiento	Certificación Softwares
Arq. Jadira Chancusig- BIM Manager	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	• Revit • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto	Universidad Internacional SEK
Arq. Bryan Silva- Coordinador BIM	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	• Revit • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto	Universidad Internacional SEK
Arq. Rashel Lombeida- Líder de arquitectura	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	• Revit • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto	Universidad Internacional SEK
Ing. Patricio Simbaña- Líder de Estructuras	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	• Revit • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto	Universidad Internacional SEK
Arq. Jadira Chancusig- Líder MEP- Sanitario	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	• Revit • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto	Universidad Internacional SEK
Arq. Bryan Silva- Líder MEP- Eléctrico	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	• Revit • Autodesk Construction Cloud • Naviswork • Presto	Universidad Internacional SEK

Ilustración 35: Capacidades del equipo (Elaboración propia)

4.20 Gestión de la información

Reportes: Un punto clave para el desarrollo del proyecto es trabajar conjuntamente dentro de un entorno de datos común CDE, en el cual desarrollamos, subimos y verificamos que cada uno de los entregables tenga una manera organizada, ágil y óptima. Es importante que cada uno de los miembros del equipo INNOBIM tenga clara la gestión de la información dentro del mismo ACC, para lo cual; se crearon preciosos permisos a cada subcarpeta de cada disciplina correspondiente, así como también un diagrama de flujo en el que se refleja la generación y la gestión correcta de toda la información. La importancia del uso de la norma ISO 19650 en un entorno común de datos CDE, permite que se logre estandarizar y estructurar la información que se carga en el puntual proyecto, garantizando un mejor control de la información.

Reuniones periódicas: Se realizaron reuniones virtuales cada lunes a las 20:00 horas para revisar los avances de cada miembro del grupo INNOBIM y se abordaron todas las dudas o problema que fueron surgiendo en cada etapa del proyecto. Como resultado, se elaboraron actas de reunión en las que se fue detallando lo que se fue analizando y discutiendo como también sobre los compromisos que deben ser asumidos por cada miembro del equipo para la semana siguiente. Para ello, se utilizó la aplicación Zoom, que nos permitió tener reuniones más eficientes y productivas.

4.21 Actualización y el control de las versiones de los modelos

En el proyecto del Centro Deportivo Integral, se conlleva la gestión y la actualización de la información a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud ACC, al paso que se va subiendo nuevos archivos las versiones se van actualizando automáticamente respaldando que cada modelo de la correspondiente disciplina tenga una uniformidad sin que esta se genere duplicados, por lo tanto es importante que los archivos siempre estén nombrados bajo la misma nomenclatura que está establecida en el EIR.

El coordinador BIM es el que maneja la responsabilidad de gestionar, supervisar los diferentes cambios habidos como también de controlar las versiones de los archivos, asegurando que toda la información siempre se mantenga actualizada y este organizada para cualquier consulta que se presente en el ACC. Además, los lideres de cada disciplina

de arquitectura, estructura y MEPS, deben confirmar que los modelos estén correctamente actualizados dentro de la plataforma lo que permitirá que se obtenga un flujo de trabajo fluido y una mejor integración adecuada del proyecto Centro Deportivo Integral.

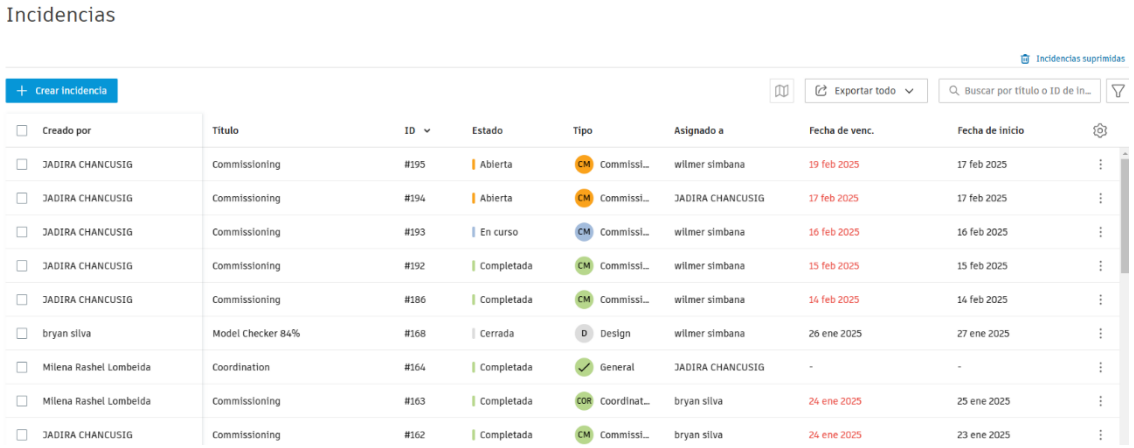


Ilustración 36: ACC

4.22 Control de Calidad del Modelo

Para garantizar la calidad de los modelos antes de la fase de coordinación, es fundamental que el BIM Manager y el Coordinador BIM apliquen buenas prácticas dentro de la metodología BIM. Por ello, se han definido una serie de parámetros que deben cumplirse de manera regular, asegurando que el modelo mantenga precisión, coherencia y un alto nivel de detalle en cada etapa del proyecto.

Capítulo 5: Detalle del Rol (Coordinador BIM)

5.1 Introducción

El Coordinador BIM desempeña un papel fundamental en el sector de la construcción, siendo responsable de administrar eficazmente los flujos de información y de asegurar la integración y coordinación entre los diferentes especialistas que intervienen en el proyecto, desde las etapas de diseño hasta la ejecución. Mediante la aplicación del Plan de Ejecución BIM (BIM Execution Plan o BEP), este profesional promueve una colaboración interdisciplinaria fluida, superando las limitaciones de los métodos

tradicionales y optimizando la planificación para que todos los participantes trabajen alineados hacia un objetivo común.

5.1.1 Flujos de trabajo

5.1.1.1 Flujo de Intercambio de Información

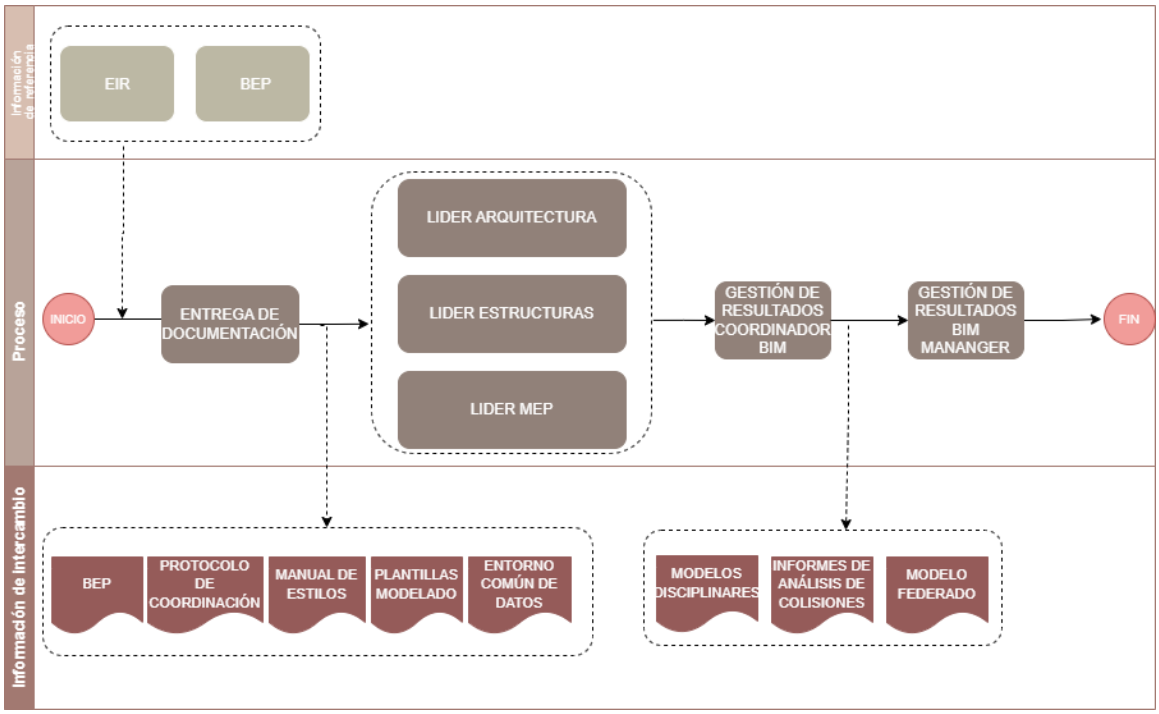


Ilustración 37: Flujo coordinador BIM (Elaboración propia)

El Coordinador BIM tiene la responsabilidad de administrar el intercambio de información dentro del proyecto, utilizando para ello la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC). A través de esta herramienta, organiza y controla el flujo de datos mediante la creación y gestión de diversas carpetas, las cuales se estructuran en función del progreso y la naturaleza de los documentos. El proceso inicia con la configuración de las carpetas principales, tales como “Trabajo en Progreso” (WIP), “Compartido”, “Publicado” y “Archivado”.

Dentro de la carpeta WIP, se generan subcarpetas especializadas para optimizar la organización de la información, incluyendo, por ejemplo, la carpeta EIR (Exchange Information Requirements), que contiene los requisitos específicos para el intercambio de

información del proyecto, y la carpeta de Flujos de Información, donde se almacenan actas de reuniones y otros documentos relevantes para la gestión de datos.

Adicionalmente, se crean carpetas dedicadas a cada disciplina involucrada, como Arquitectura, Estructura, Eléctrica y Plomería. En estas se almacenan diferentes tipos de archivos —como DWG, PDF, RVT y RFT— formatos específicos empleados en la gestión documental del proyecto, a los cuales los líderes de cada disciplina tienen acceso para su revisión y actualización.

Por otro lado, la carpeta denominada "Consumido" alberga los documentos que han sido revisados y aprobados por el Coordinador BIM. Posteriormente, una vez verificada y validada la información, esta se traslada a la carpeta "Publicado", que contiene los archivos finales listos para ser utilizados por el BIM Manager y demás interesados en el proyecto.

Este esquema asegura una correcta organización y control de la información, garantizando que los documentos estén disponibles conforme a su estado y nivel de aprobación, lo que contribuye a una gestión del proyecto más eficiente y precisa.

5.2 Perfil del coordinador BIM

Ilustración 38: Estructura perfil coordinador (Elaboración propia)

El Coordinador BIM es una figura clave en la gestión de la información dentro de un proyecto de construcción, actuando como un puente entre el BIM Manager y los líderes de las distintas disciplinas involucradas, como arquitectura, estructura y MEP (mecánica,

eléctrica y plomería). Su principal objetivo es asegurar que la comunicación entre los diferentes equipos de trabajo sea fluida y eficiente, promoviendo la colaboración y evitando errores o retrabajos en las etapas posteriores del proyecto.

Este rol nace con la implementación de la metodología BIM, que busca mejorar los procesos dentro del equipo de trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto. El Coordinador BIM se encarga de aspectos cruciales como establecer y seguir los estándares y protocolos definidos, coordinar a los diferentes equipos multidisciplinarios, resolver conflictos que puedan surgir, integrar los datos de los modelos generados por cada disciplina y gestionar la documentación. Además, su labor está orientada a mejorar de manera continua los flujos de trabajo dentro del proyecto.

5.3 Objetivos del Rol de Coordinador BIM

5.3.1 Objetivo general

Gestionar y coordinar la implementación BIM de forma eficiente, a través del manejo de la información generada por los modelos, asegurando que los profesionales implicados en el proyecto hagan uso de la metodología de forma correcta, mejorando la planificación y la comunicación para facilitar la toma de decisiones en la ejecución del proyecto.

5.3.2 Objetivos Específicos

- Implementar la metodología BIM mediante la coordinación eficiente de los flujos de información entre todos los participantes del proyecto, asegurando una gestión adecuada del proceso.
- Garantizar una colaboración efectiva entre disciplinas (Arquitectura, Estructuras, MEP).
- Realizar la coordinación y la identificación de conflictos entre los modelos de Arquitectura, Estructura y MEP (Eléctrico, Plomería) mediante un análisis detallado de interferencias, para luego proceder a su resolución.

- Implementar la metodología BIM para identificar y prevenir posibles conflictos en el sitio de construcción, demostrando que la coordinación entre las distintas disciplinas puede reducir costos y tiempo durante la construcción.

5.4 Funciones del rol

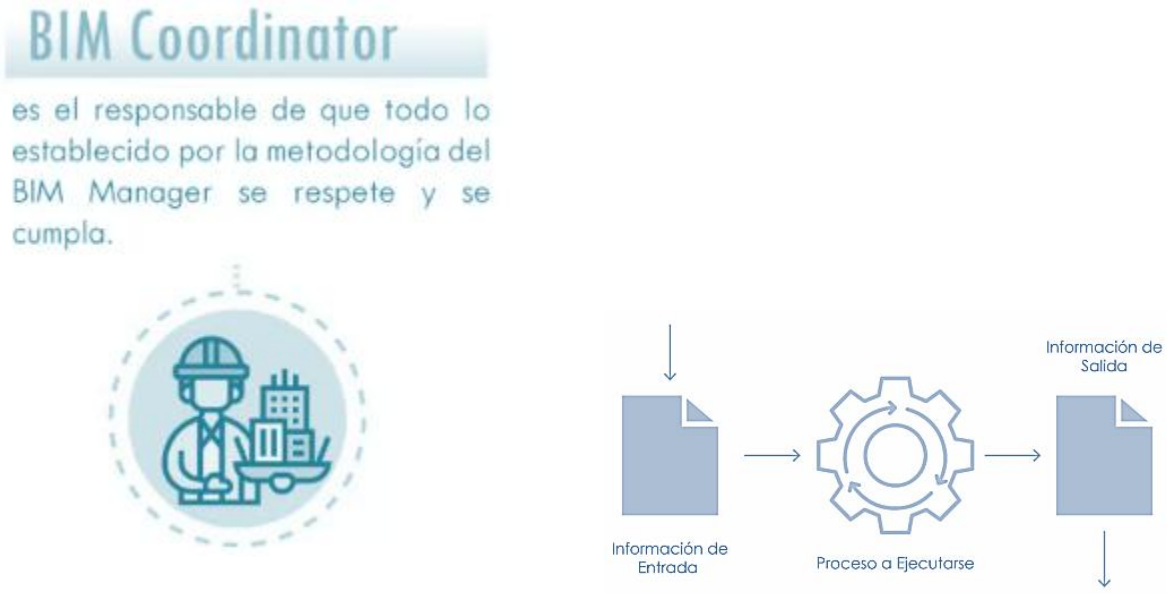


Ilustración 39: Funciones del rol (Elaboración propia)

El Coordinador BIM tiene varias funciones clave, que incluyen:

- Definir y gestionar la aplicación de la metodología BIM en cada fase del proyecto.
- Supervisar el intercambio de información, el control de calidad, la revisión de los modelos de las distintas disciplinas involucradas, asignar tareas a los responsables y mantener la documentación del proyecto actualizada.
- Facilitar el proceso de integración y flujo de información entre todos los participantes, adaptándolo a las necesidades de cada etapa del proyecto.
- Verificar la integración de los modelos de diversas disciplinas, anticipar posibles conflictos y coordinar las soluciones necesarias.
- Colaborar con los líderes de las disciplinas para recopilar información y garantizar que los modelos reflejen adecuadamente el diseño.
- Organizar reuniones de coordinación entre las diferentes disciplinas.

- Establecer la configuración adecuada del entorno de modelado para cumplir con las entregas según lo especificado en el BEP, asegurándose de que los modelos se mantengan actualizados y optimizados en cuanto a su peso. Esta persona es el principal punto de contacto entre los modeladores.

5.4.1 Responsabilidades del rol

- Crear los protocolos para el intercambio de información, plantillas de modelado, guías de estilo, matriz de interferencias y cronograma de hitos.
- Establecer comunicación con los responsables de las distintas disciplinas involucradas en el proyecto.
- Asignar responsabilidades a los líderes de las disciplinas y reportar al BIM Manager.
- Desarrollar el modelo coordinado del proyecto.
- Realizar el análisis y resolución de interferencias entre los modelos.
- Establecer el impacto económico de no resolver las interferencias.
- Crear el modelo federado.
- Elaborar el informe de análisis de interferencias.
- Preparar el informe sobre el análisis de costos relacionados con la resolución de interferencias, comparando la solución en el modelo frente a la ejecución en obra.
- Colaborar con los líderes de las disciplinas para llevar a cabo la simulación constructiva.

5.5 Actividades del Rol

Actividades que desarrolla el coordinador BIM.

- Configuración del entorno común de datos (CDE): Se refiere a la plataforma utilizada para el intercambio de información, en este caso, Autodesk Construction Cloud (ACC). El BIM Manager se encargó de crear las carpetas principales, mientras que el Coordinador BIM organizó la estructura de subcarpetas y asignó los accesos correspondientes a los líderes de cada área para el desarrollo del proyecto. El diseño del entorno común de datos siguió la normativa ISO 19650.

- Contacto y delegación de responsabilidades a los líderes de cada disciplina: Como Coordinador BIM, tuve la tarea de establecer contacto con los líderes de cada disciplina involucrada en el proyecto y asignarles responsabilidades específicas. Para garantizar que todos los aspectos del proyecto estuvieran bien gestionados, mantuve una comunicación constante y fluida con cada uno de los líderes. Esta comunicación se llevó a cabo mediante incidencias registradas en la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC) y a través de reuniones semanales que se realizaban cada lunes. En estas reuniones se elaboraban actas que reflejaban el progreso del proyecto, así como el cronograma de actividades a realizar en la semana.
- Protocolo de intercambio de información: El protocolo de intercambio de información establece las pautas y procedimientos para compartir documentos y gestionar el flujo de trabajo entre todos los miembros del proyecto. En este caso, se utilizó un protocolo basado en la norma ISO 19650, que define cómo se deben organizar y comunicar los datos durante todas las fases del proyecto, asegurando que toda la información se maneje de manera eficiente y conforme a estándares internacionales.
- Desarrollo del manual de estilos: El manual de estilo establece las normas y directrices sobre cómo debe elaborarse y entregarse la información, tanto en documentos como en modelos, durante todo el proyecto. Estas reglas aseguran que todos los entregables sean consistentes y cumplan con los mismos estándares a lo largo de todo el proceso.
- Desarrollo de plantillas: El desarrollo de plantillas consistió en crear plantillas en formato “rte.” para las distintas disciplinas del proyecto, como Arquitectura, Estructuras, Eléctrica e Hidrosanitaria, para que los líderes de cada área pudieran utilizarlas. Estas plantillas fueron entregadas a cada líder mediante la plataforma Autodesk Construction Cloud.
- Canales de comunicación: Durante todo el proyecto, se definieron varios canales de comunicación para gestionar de manera eficiente la información y las actividades. En cuanto a las incidencias, se estableció que se utilizaría la plataforma Autodesk como el medio formal de mensajería, ya que permite crear una bitácora

donde se pueden asignar, controlar y registrar todos los eventos del proyecto de manera ordenada. Esto facilita el seguimiento y resolución de cualquier situación que surja.

Informes de transferencias: Entrega formal de archivos y documentos, también se utilizará la plataforma de Autodesk. Esta herramienta permite gestionar y almacenar los entregables de manera centralizada, garantizando que todos los documentos estén disponibles para su revisión y aprobación, asegurando un control adecuado del flujo de información.

Reuniones remotas: Se utilizará un canal específico para coordinar las actividades del proyecto con el equipo de gerencia y las distintas disciplinas involucradas. Este canal facilita la resolución de temas clave para el desarrollo del proyecto sin necesidad de desplazarse físicamente, optimizando la comunicación y el tiempo.

Mensajería instantánea: Se optará por un canal más informal, que servirá para coordinar reuniones rápidas y mantener una comunicación ágil entre los miembros del equipo. Este canal permite resolver dudas y organizar detalles de forma inmediata, sin la formalidad de los otros medios.

x ZOOM / TEAMS
x

INNOBIM **MINUTA DE REUNIÓN**

Asistentes				
Empresa	Convocados	Cargo	Asistencia	
			SI	No
INNOBIM	Jadira Chancusig	Bim Manager	x	
INNOBIM	Bryan Silva	Coordinador Bim	x	
INNOBIM	Rashell Lombeida	Líder de Arquitectura	x	
INNOBIM	Patricio Simbaña	Lider de Estructuras		
INNOBIM	Jadira Chancusig/Bryan Silva	Líder de MEP		

Objetivo
Código del Proyecto
PRJO1-INNOBIM
Fecha de la Reunión
14/12/2024
Hora de la Reunión
20:15:00 PM
Plataforma
PRJO1-INNOBIM
Moderador
BIM

Asuntos Principales
Manual de estilos
Modelados revisión
Minutas

Tareas Pendientes	Responsable	Plazo
COMPLETAR / MODIFICAR Matriz de colisiones y cuadro de hitos	Coordinador Bim- Bryan Silva	21/12/2024
MINUTAS	Coordinador Bim- Bryan Silva	21/12/2024
MANUAL DE ESTILOS	Coordinador Bim- Bryan Silva	21/12/2024
COMPLETAR / MODIFICAR Modelado ARQ	Líder Arquitectura- Rashel Lombeida	21/12/2024
COMPLETAR / MODIFICAR Modelado EST	Líder Estructuras- Patricio Simbaña	21/12/2024

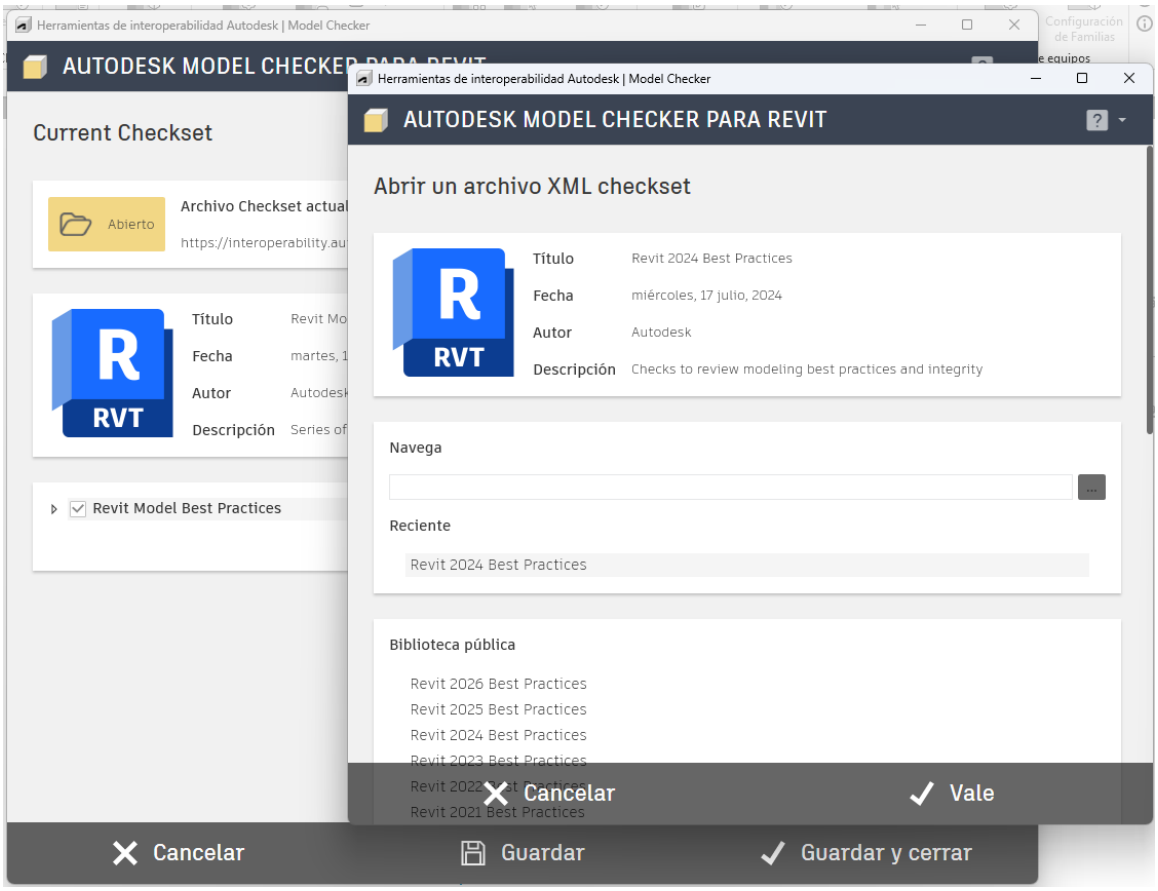
Bim Manager Coordinador Bim Líder de Arquitectura Líder de Estructuras Líder MEP

Ilustración 40: Minuta de reunión (Elaboración propia)

- Informes de avance al BIM Mananger: El informe de avances consistió en un documento que se entregó al BIM Manager para informarle sobre el progreso del proyecto. A través de este informe, se mostró cómo avanzaban las actividades y si se estaba cumpliendo con el cronograma establecido.

  Para estos informes se debe usar la siguiente función:

  REVIT 2024 BEST PRACTICES



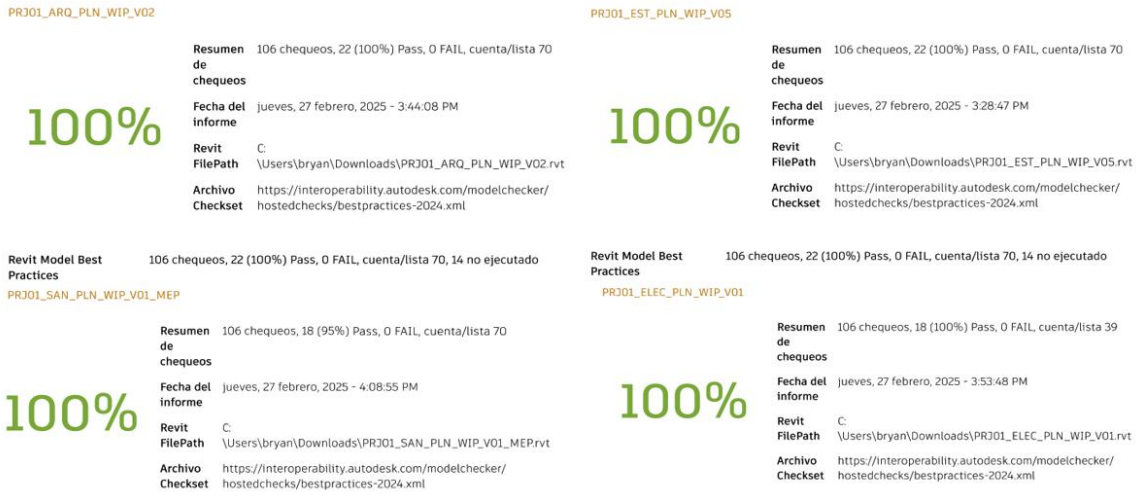


Ilustración 41: Informe model checker (Elaboración propia)

- Gestión de incidencias en la plataforma ACC: En la plataforma ACC se gestionaron incidencias para asegurar una comunicación constante entre los líderes de las disciplinas y la coordinación BIM. A través de estas incidencias, se solicitaba y

entregaba la documentación necesaria para el proyecto. Estas incidencias se revisaban de manera regular y se resolvían según fuera necesario.

- Revisión de avance del modelo Arquitectónico, Estructural y MEP: La revisión de los modelos de Arquitectura, Estructura y MEP (Eléctrica y Plomería) consistió en verificar que los modelos entregados por los líderes de cada disciplina cumplieran con el protocolo de intercambio de información y estuvieran debidamente auditados. Estos modelos se revisaron según el cronograma establecido.
- Análisis de interferencias individuales de las disciplinas: Según el cronograma de avance, se llevó a cabo un análisis de interferencias de manera individual entre las distintas disciplinas, es decir, se revisaron las interferencias dentro de cada área (Arquitectura con Arquitectura, Estructura con Estructura, MEP con MEP). El objetivo de este análisis era identificar y corregir errores de modelado, como elementos duplicados o problemas de diseño. Para realizar este análisis de colisiones, se utilizó el software Navisworks, que generó un informe detallado sobre las colisiones encontradas, las cuales debían ser solucionadas por los líderes de cada disciplina.
- Análisis de colisiones interdisciplinar: Siguiendo el cronograma de avance, se llevó a cabo un análisis de colisiones entre las diferentes disciplinas del proyecto. Primero, se hizo un análisis general de las colisiones entre todas las disciplinas involucradas, como se muestra en la figura siguiente. Después de este análisis inicial, se realizó un análisis más detallado de las colisiones entre disciplinas específicas, tomando en cuenta el cronograma y la prioridad para resolver cada conflicto, lo cual se explicará con más detalle más adelante.

5.6 Entregables del rol de Coordinador (Coordinación multidisciplinar).

Una responsabilidad fundamental del Coordinador BIM dentro de la implementación de la metodología BIM es la Coordinación Multidisciplinaria, la cual resulta vital para el éxito global del proyecto. En esta etapa, la coordinación se posiciona como un factor clave que facilita la colaboración entre los diferentes equipos y disciplinas involucrados en el desarrollo del proyecto. El Coordinador BIM tiene la tarea de detectar

y solucionar cualquier conflicto presente en los modelos BIM antes de que comience la fase de ejecución en obra, evitando así posibles inconvenientes durante la construcción.

Es importante señalar que, previo a esta coordinación general, cada líder de disciplina debe efectuar una revisión y ajuste interno dentro de su propio modelo. Esto implica que cada equipo debe resolver los problemas o inconsistencias dentro de su ámbito antes de compartir sus modelos con otras disciplinas. Además, cada modelo debe someterse a un proceso de auditoría que garantice la calidad y consistencia de la información antes de integrarse con los demás.

El propósito de la Coordinación Multidisciplinaria es consolidar un modelo único, coherente e integrado, que reúna todos los elementos aportados por las diferentes disciplinas. Esta integración evita esfuerzos duplicados derivados de trabajos aislados y asegura que los recursos generados a partir del modelo se utilicen de manera óptima. Finalmente, todo el contenido modelado debe pasar por un proceso de verificación y aprobación —como se ilustra en el gráfico siguiente— para confirmar que la información es precisa, completa y está alineada con los objetivos y el alcance definidos en el Plan de Ejecución BIM. Este procedimiento garantiza que el modelo aporte eficazmente al desarrollo del proyecto y satisfaga las necesidades planteadas.

5.6.1 Protocolo de Gestión de Interferencias

En el marco del protocolo para la gestión de interferencias, el Coordinador BIM desempeña un rol esencial en la planificación y resolución de posibles conflictos entre las distintas disciplinas que participan en el proyecto. Para esto, se apoya en una guía de coordinación tridimensional, una herramienta visual que facilita la identificación y manejo eficiente de las interferencias entre los modelos de diversas áreas, como arquitectura, estructura y MEP, entre otras. Esta guía permite visualizar cómo interactúan los distintos elementos en el espacio 3D, lo que contribuye a detectar y anticipar posibles conflictos antes de la etapa de construcción.

Adicionalmente, el Coordinador BIM establece estrategias fundamentadas en la identificación de hitos clave a lo largo del proyecto. Estos hitos representan momentos críticos del avance, en los cuales se realizan revisiones periódicas para verificar que los modelos estén sincronizados con el cronograma y libres de conflictos. Para apoyar este

proceso, se utiliza la matriz de interferencias, una herramienta que organiza y clasifica las colisiones detectadas entre disciplinas. Dicha matriz ofrece un marco estructurado para abordar cada problema a medida que aparece, permitiendo asignar niveles de prioridad a las interferencias según su gravedad y el impacto que puedan generar en el proyecto.

Los parámetros de seguimiento contenidos en esta matriz permiten un control detallado de cada interferencia y su respectiva solución, garantizando una respuesta oportuna a cada conflicto. Esta metodología no solo optimiza la eficiencia en la coordinación multidisciplinaria, sino que también contribuye a minimizar riesgos de retrasos o contratiempos durante la ejecución, al permitir que las dificultades sean solucionadas anticipadamente, evitando así que afecten el progreso real en obra.

5.6.1.1 Flujo gestión de interferencias y resoluciones.

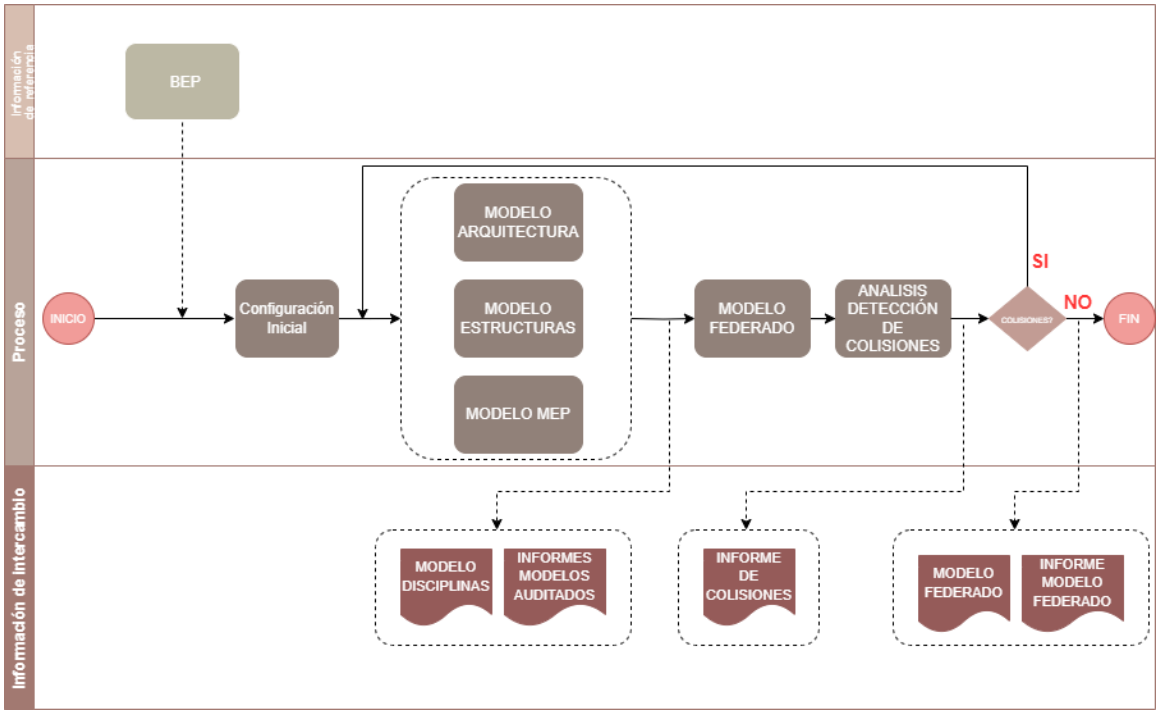


Ilustración 42: Flujo de gestión de interferencias (Elaboración propia)

Una vez que los modelos correspondientes a las distintas disciplinas, tales como Arquitectura, Estructura y MEP, han sido recibidos y revisados, alcanzando un progreso mínimo del 75%, la Coordinación BIM procede con un paso fundamental: la ejecución del modelo coordinado. Para este fin, se emplea la herramienta Navisworks, que facilita la

integración de todos los modelos involucrados y permite realizar un análisis exhaustivo para detectar posibles interferencias o colisiones entre los elementos diseñados.

El propósito principal de esta etapa es identificar y gestionar de manera eficiente cualquier conflicto entre los modelos, antes de que el proyecto avance a fases más avanzadas. Para ello, se generan informes detallados de colisiones, que permiten visualizar y priorizar las interferencias según su gravedad. A través de un índice de gravedad, se clasifican las colisiones según su impacto en el desarrollo del proyecto: aquellas con alta prioridad, como las que pueden afectar directamente el cronograma o el presupuesto, son atendidas con urgencia; mientras que las de menor prioridad se resuelven de forma progresiva.

Una vez identificadas y clasificadas las interferencias, el Coordinador BIM asigna la responsabilidad de resolver cada conflicto a los líderes de las disciplinas respectivas. Esta comunicación se formaliza mediante informes de transmisión (transmittals) o reuniones programadas, en las cuales los responsables discuten las problemáticas y proponen soluciones colaborativas. El objetivo es asegurar una resolución eficaz y rápida de todos los conflictos detectados.

Tras la solución y entrega de los modelos corregidos por parte de los líderes de disciplina, se procede a la aprobación final de los mismos. Posteriormente, la Coordinación BIM genera el modelo federado, que representa la integración consolidada de todos los modelos disciplinares en un único modelo coherente. Este modelo final refleja el trabajo coordinado para eliminar colisiones y optimizar el diseño con vistas a la ejecución constructiva.

Este proceso garantiza no solo que los modelos estén completos y libres de interferencias, sino que también permite un avance más fluido hacia las siguientes etapas del proyecto, minimizando riesgos y facilitando que los equipos multidisciplinarios trabajen de forma eficiente y sincronizada.

5.6.2 Matriz de interferencias

El proceso de análisis de colisiones inició con la elaboración de una matriz destinada a identificar interferencias, en la cual se detallaron los hitos de cada disciplina y su interacción con las demás áreas. Cada hito fue evaluado y clasificado según su

relevancia, utilizando una escala de letras: “A” para la máxima prioridad, “B” para prioridad media y “C” para la mínima. A partir de esta clasificación, se definieron índices de gravedad para cada tipo de colisión; por ejemplo, las colisiones entre dos hitos “A” (A-A) recibieron la máxima prioridad 1, representada con color rojo, debiendo ser abordadas primero. Las colisiones entre niveles “A” y “B” (A-B) se marcaron con prioridad 2 y color naranja, y así sucesivamente hasta llegar a las de menor gravedad, señaladas en verde. La siguiente figura ilustra el esquema de priorización empleado para la resolución de interferencias basado en su nivel de gravedad.

Finalmente, se generó una matriz de interferencias que incorpora los hitos identificados y su respectiva prioridad, acorde con los índices de gravedad descritos. La matriz de detección de interferencias creada para este proyecto se presenta en la siguiente ilustración.

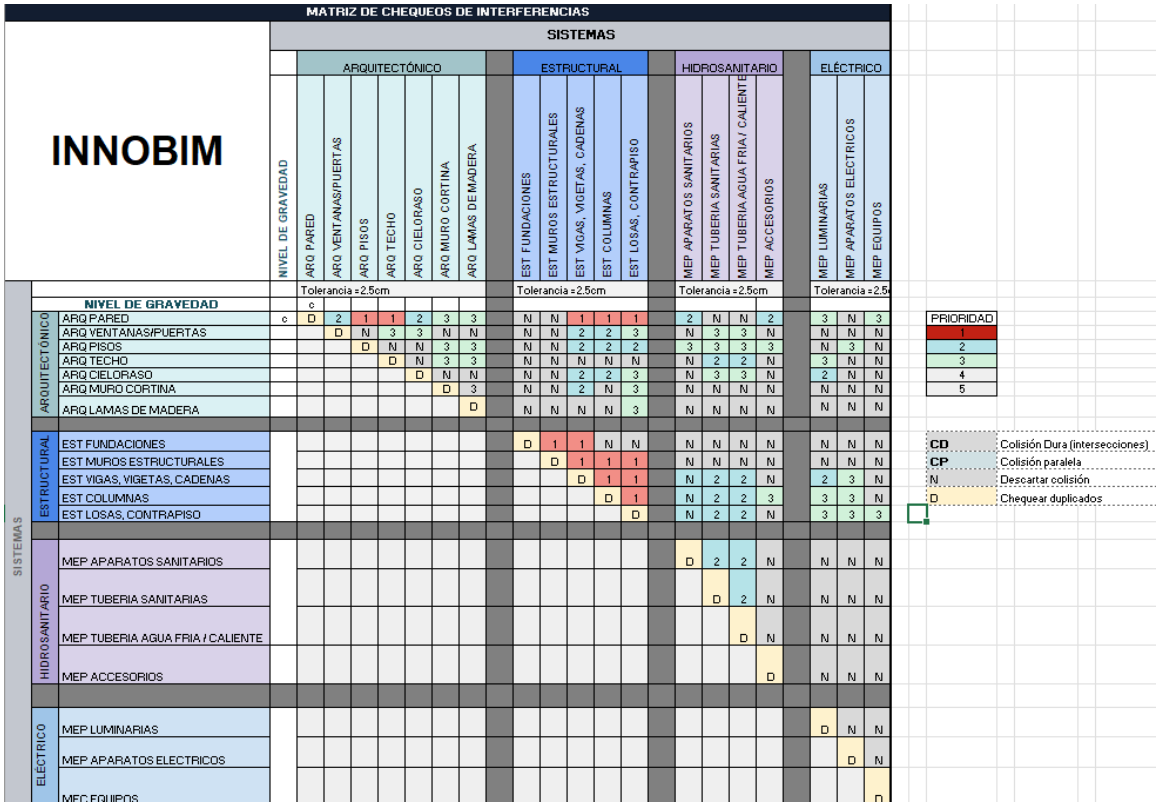


Ilustración 43: Matriz de interferencias (Elaboración propia)

5.6.2.1 Hitos de coordinación

A partir del análisis realizado con la matriz de interferencias, se diseñó una tabla de hitos de coordinación que concentra aquellos puntos críticos con mayor prioridad, según el nivel de gravedad asignado para la resolución de las interferencias. En la tabla siguiente se presentan en detalle los hitos seleccionados, indicando los correspondientes a cada disciplina involucrada en el proyecto, junto con su respectivo grado de prioridad para atender y solucionar las colisiones detectadas.

Diseño de pruebas: Permite planificar y controlar revisiones clave del proyecto.

Diseño de test de interferencias				
Prioridad	**Conjunto A**	**Elementos**	**Conjunto B**	**Elementos**
(A)	01 ARQ	Muros	04 ARQ	Cieloraso
(M)	01 ARQ	Muros	03-ARQ	Puertas Ventanas CW
(A)	01-ARQ	Muros	12-MEP	Equipos
(A)	01-ARQ	Muros	11-ARQ	Cubiertas
(M)	01-ARQ	Muros	13-MEP	Elementos fijos
(A)	01-ARQ	Muros	08-EST	Columnas
(A)	ARQ	Acabados	MEP	Elementos fijos, HVAC red de conductos, tuberías principales.
(A)	ARQ	Acabados	EST	Columnas
(A)	ARQ	Puertas y Ventanas	MEP	Elementos fijos, HVAC red de conductos, Saneamiento(red tuberías)
(A)	ARQ	Equipos, Puertas y Ventanas	EST	Losas,vigas, correas, columnas, muros estructurales
(A)	ARQ	Escaleras, rampas y ascensores	MEP	Elementos fijos, HVAC Red de conductos, saneamiento (red tuberías)
(A)	ARQ	Escaleras, rampas y ascensores	EST	Losas,vigas, correas, columnas, muros estructurales

Hitos de coordinación: Desarrollo de hitos de coordinación de acuerdo a la matriz de interferencias y prioridad de resolución de colisiones.

HITOS DE COORDINACIÓN	
HITO de Coordinaci	**Colocación/Coordinación/Detección**
Hito 1	01. Arq. Muros vs 05. Est. Columnas
Hito 2	01. Arq. Muros vs 02. Arq. Puertas y Ventanas
Hito 3	01. Arq. Muros vs 03. Arq. Cielo Raso
Detección H1	Detección de conflictos del hito 1, 2, 3
Hito 4	Arq. Mobiliario vs 05. Est. Columnas
Detección H234	Detección de conflictos del hito 4
Hito 5	04. Arq. Escaleras vs 07. Est. Suelo, 06. Est. Vigas
Detección H5	Detección de conflictos del hito 5

HITOS DE COORDINACION				
HITO de Coordinación	Colocación/Coordinación/Detección	Tiempo/fecha	% INFORME 1	% INFORME 2
Hito 1	Coordinación entre disciplinas de forma individualmente arquitectura (60%), estructura (50%), Interferencias de prioridad 1 elementos grandes (Paredes, Losas, techo, muro de cimentación)		Completado 100%	Se llevó a cabo la coordinación interdisciplinaria de forma individual, analizando la relación entre los modelos y sus elementos para la detección de choques e interferencias elementos grandes (Paredes, losas, techo). Como resultado, se elaboró el informe correspondiente con los hallazgos y ajustes necesarios.
Detección H1	Detección de conflictos de Hito 1		Completado 100%	La detección de las interferencias fue realizada con éxito
Hito 2	Coordinación entre disciplinas Arquitectura al (80%), Estructura al (70%) y MEP (Hidrosanitario 40%) Interferencias de prioridad 1,2 (ventanas, cielorrasos, Pared, pisos puertas, vigas, cadenas, viguetas)		Completado 100%	Se llevó a cabo la coordinación interdisciplinaria, analizando la relación entre los modelos y sus elementos para la detección de choques e interferencias con elementos de (Muros, ventanas, cielorrasos, pisos puertas, vigas, cadenas, viguetas). Como resultado, se elaboró el informe correspondiente con los hallazgos y ajustes necesarios.
Hito 3	Coordinación entre disciplinas Arquitectura al (90%), Estructura al (80%) y MEP (Hidrosanitario al 80%). Interferencias de prioridad 1, 2 y 3 (Aparatos sanitarios, tuberías de agua fría)		Completado 100%	Se llevó a cabo la coordinación interdisciplinaria, analizando la relación entre los modelos y sus elementos para la detección de choques e interferencias. Más pequeños (Aparatos sanitarios, Aparatos eléctricos, luminarias, tuberías)
Hito 4	Coordinación entre disciplinas Arquitectura al (100%), Estructura al (100%), MEP (Hidrosanitario al 80% y MEP (Eléctrico) al 50%). con los cambios con el modelo de sostenibilidad (Muros cortina, Lamas de madera)		Completado 100%	Se llevó a cabo la coordinación interdisciplinaria, analizando la relación entre los modelos y sus elementos para la detección de choques e interferencias
Detección H234	Detección de conflictos de Hito 2,3,4		Completado 100%	La detección de las interferencias fue realizada con éxito
Hito 5	Coordinación entre disciplinas MEP Hidrosanitario) al (100%) y MEP Eléctrico al (100%)		Completado 100%	Se llevó a cabo la coordinación con los modelos hidrosanitarios y electricos
Detección H5	Detección de conflictos de Hito 5		Completado 100%	La detección de las interferencias de los modelos de las diferentes disciplinas se completó al 100% y todas las correcciones fueron llevados a cabo.

Ilustración 44: Hitos de coordinación (Elaboración propia)

5.6.2.2 Informes de colisiones

Los reportes de colisiones se elaboraron mediante el uso del software Navisworks, en el cual se integraron los modelos correspondientes a las diferentes disciplinas involucradas en el proyecto. Se configuraron pruebas específicas para la detección de interferencias entre los elementos modelados. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis detallado de las colisiones identificadas, realizando las siguientes actividades para la generación del informe:

- Se examinó minuciosamente cada colisión detectada.
- Se documentó la descripción de cada conflicto y se sugirieron soluciones viables.
- Se asignó la responsabilidad de resolver cada interferencia al líder de disciplina correspondiente.

El proceso de elaboración del informe de colisiones se desarrolló en diversas fases a lo largo del proyecto. Inicialmente, se abordaron las colisiones internas dentro de cada disciplina, seguido por las colisiones interdisciplinarias, y finalmente, se consolidó un informe basado en los hitos de coordinación establecidos. La configuración utilizada para definir estos hitos y elaborar el informe final de interferencias resueltas se ilustra en la figura adjunta.

Pruebas de coordinación Multidisciplinar				
INNOBIM	1	01-Arq_Paredes	vs	01-Est_Fundaciones
	1	01-Arq_Paredes	vs	03-Est_Vigas, Vigetas, Cadenas
	1	01-Arq_Paredes	vs	04-Est_Columnas
	1	01-Arq_Paredes	vs	02-Est_Muros_Estructurales
	1	01-Arq_Paredes	vs	05-Est_Losas,contrapiso
	2	02-Arq_Cielorraso	vs	04-Est_Columnas
	2	02-Arq_Cielorraso	vs	03-Est_Vigas, Vigetas, Cadenas
	2	02-Arq_Cielorraso	vs	01-MEP_Iluminación
	2	02-Arq_Cielorraso	vs	01-MEP_Tuberia_sanitarias
	2	02-Arq_Cielorraso	vs	01-MEP_Tuberia_Agua_Fria
	2	10.Arq_Escalera	vs	03-Est_Vigas, Vigetas, Cadenas
	2	10.Arq_Escalera	vs	04-Est_Columnas
	2	03-Arq_Puertas_Ventanas	vs	03-Est_Vigas, Vigetas, Cadenas
	2	03-Arq_Puertas_Ventanas	vs	04-Est_Columnas
	2	01-Arq_Lamas_Madera	vs	05-Est_Losas,contrapiso
	2	01-Est_Fundaciones	vs	05-MEP_Tuberia_Agua_Fria
	2	01-Est_Fundaciones	vs	04-MEP_Tuberia_sanitarias
	2	04-Est_Columnas	vs	05-MEP_Tuberia_Agua_Fria
	2	04-Est_Columnas	vs	04-MEP_Tuberia_sanitarias
	2	03-Est_Vigas, Vigetas, Cadenas	vs	05-MEP_Tuberia_Agua_Fria
	2	03-Est_Vigas, Vigetas, Cadenas	vs	04-MEP_Tuberia_sanitarias
	2	05-Est_Losas,contrapiso	vs	05-MEP_Tuberia_Agua_Fria
	2	05-Est_Losas,contrapiso	vs	04-MEP_Tuberia_sanitarias

AUTODESK®
NAVISWORKS®

Informe de conflictos

Test 1	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.025m	285	285	0	0	285	0	Estático	Aceptar

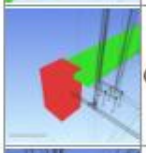
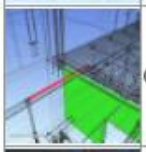
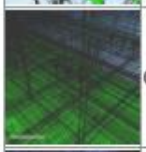
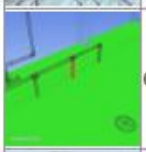
				Elemento 1	Elemento 2
Imagen	Nombre de conflicto	Ubicación de rejilla	Punto de conflicto	ID de elemento	ID de elemento
	Conflicto1	A-1 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:-42.107, y:4.145, z:-0.200	*ID de elemento*: 1454769	*ID de elemento*: 723028
	Conflicto2	N-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:39.831, y:-29.493, z:-0.099	*ID de elemento*: 1455117	*ID de elemento*: 723028
	Conflicto3	H-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:6.695, y:-13.947, z:-0.684	*ID de elemento*: 1446190	*ID de elemento*: 167322
	Conflicto4	G-4 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:1.796, y:6.732, z:-0.970	*ID de elemento*: 877584	*ID de elemento*: 474668
	Conflicto5	H-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:6.608, y:-13.716, z:-0.773	*ID de elemento*: 1428171	*ID de elemento*: 167322
	Conflicto6	L-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:32.447, y:-23.030, z:-4.002	*ID de elemento*: 1403018	*ID de elemento*: 554730
	Conflicto7	L-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:30.967, y:-22.422, z:-4.002	*ID de elemento*: 1402938	*ID de elemento*: 554730

Ilustración 45: Informe de colisiones (Elaboración propia)

5.6.3 Tipos de Interferencias

Para el Coordinador BIM, es fundamental identificar y comprender las diferentes clases de interferencias o colisiones, ya que esto facilita una gestión eficaz del proyecto al permitir la resolución oportuna de los conflictos que surgen de la integración de los modelos. Según el tipo de interferencia detectada, se implementan estrategias específicas para abordarlas y reducir su impacto en el avance del proyecto. Entre las categorías más comunes se encuentran las colisiones duras y las colisiones blandas.

- **Colisiones Duras:** Estas representan las interferencias más críticas dentro del proceso de coordinación BIM, ya que pueden afectar considerablemente el cronograma y el presupuesto del proyecto. Se producen cuando dos o más elementos de diferentes disciplinas se superponen físicamente en el mismo espacio de manera incompatible, impidiendo su coexistencia en el modelo. Estas colisiones requieren atención inmediata porque su falta de resolución puede causar retrasos significativos y sobrecostos. Por ello, el Coordinador BIM les otorga la máxima prioridad, asegurando que se solucionen con prontitud para evitar impactos negativos en el desarrollo del proyecto.

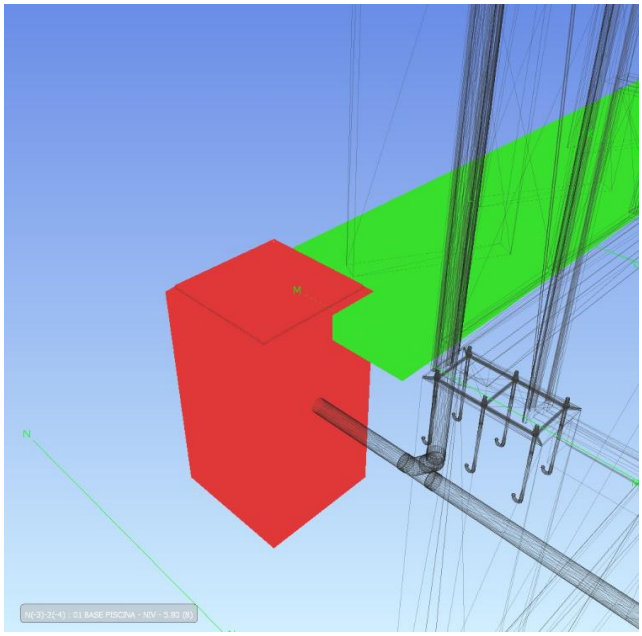


Ilustración 46: Colisiones duras (Elaboración propia)

- **Colisiones Blandas:** Aunque no generan un efecto tan grave como las colisiones duras, estas interferencias también deben ser monitoreadas y gestionadas durante la coordinación. Normalmente son más sencillas de resolver y no representan una amenaza inmediata para el proyecto. Sin embargo, si no se tratan adecuadamente, pueden evolucionar y convertirse en obstáculos que afectan el ritmo y la calidad del trabajo en etapas posteriores. Por ello, se mantiene una evaluación constante para asegurar que el modelo permanezca preciso y funcional.

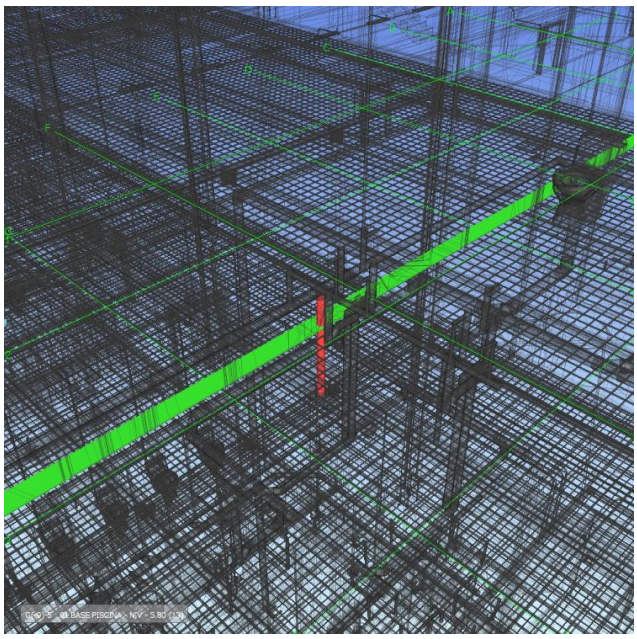


Ilustración 47: Colisiones blandas (Elaboración propia)

5.6.4 Análisis de Interferencias

Dentro del ámbito de la coordinación BIM, el análisis de interferencias se enfoca en detectar y solucionar posibles conflictos entre los distintos componentes de diseño provenientes de diversas disciplinas. Este proceso se realiza de forma colaborativa, integrando a todos los equipos técnicos involucrados —como arquitectura, estructuras, y MEP— para asegurar que los inconvenientes se identifiquen y resuelvan oportunamente, evitando que se conviertan en obstáculos en etapas posteriores del proyecto. La finalidad principal es elevar la calidad del diseño y prevenir retrasos o contratiempos durante la fase de construcción.

Más allá de encontrar respuestas a los conflictos detectados, este análisis también implica una gestión efectiva de los cambios que puedan surgir a lo largo del desarrollo del proyecto. Así, se promueve que las decisiones se tomen de manera informada y en consenso con todas las disciplinas participantes. En relación con el impacto que las interferencias pueden tener, se priorizan soluciones que sean prácticas y eficientes, con el fin de minimizar cualquier repercusión negativa sobre los tiempos y costos previstos. De esta forma, el análisis de interferencias no solo facilita la resolución de problemas, sino que contribuye significativamente a la optimización integral del proyecto.

5.6.5 Estrategias para la Gestión de Interferencias

Una vez identificadas las interferencias mediante el análisis del modelo, es responsabilidad del Coordinador BIM diseñar e implementar soluciones efectivas para resolver los conflictos encontrados. Esta tarea exige realizar ajustes dentro de los modelos de cada disciplina involucrada, con el objetivo de asegurar que el diseño final esté libre de colisiones antes de que inicie la etapa constructiva.

Estas acciones correctivas no solo buscan eliminar los errores detectados, sino también preservar la coherencia del diseño general del proyecto. El Coordinador BIM debe velar porque cada solución se integre armónicamente con los criterios técnicos y estéticos planteados desde el inicio, garantizando así que la calidad y la intención del diseño se mantengan intactas durante todo el proceso.

En esta etapa se emplean herramientas especializadas de coordinación, como la matriz de interferencias, los hitos de coordinación y las estrategias de corrección. La matriz de interferencias permite clasificar y dar prioridad a los conflictos según su impacto, facilitando una gestión eficiente de los mismos. Por su parte, los hitos de coordinación sirven para estructurar y dar seguimiento al proceso de revisión, asegurando que los equipos disciplinarios trabajen de manera sincronizada. Las acciones correctivas, una vez aplicadas, contribuyen a dejar el modelo completamente depurado y listo para su integración final.

Este proceso de coordinación y resolución de conflictos es esencial para garantizar una ejecución constructiva fluida. Al llegar a obra con un modelo completamente validado e integrado, se minimizan los errores, se evitan retrabajos y se optimizan los recursos del

proyecto, contribuyendo directamente al cumplimiento de los plazos, costos y calidad esperados.

5.6.6 Desarrollo de soluciones para las interferencias.

Una vez que se ha realizado el análisis de las interferencias y se entiende la naturaleza del conflicto, el siguiente paso es colaborar estrechamente con el líder de la disciplina que está directamente involucrada en el problema. Esta colaboración es crucial para buscar soluciones efectivas. Dependiendo de la gravedad y el tipo de interferencia, se pueden considerar varias alternativas para modificar el diseño original y minimizar el impacto que el conflicto podría tener en el desarrollo del proyecto.

									Elemento 1				Elemento 2				
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	Comentarios
	Conflicto1	Revisado	-0.183	4° B : 5. Nivel+4.00	Estático (conservador)		Arq. Kevin Romero	x:504542.276, y:9982395.466, z:7.515	ID de elemento: 545716		Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 588226		Conducto flexible rectangular	Sólido	Asignado a Arq. Kevin Romero Es necesario mover el conducto mecánico mas abajo para que no haya conflicto en la viga

Ilustración 48: Soluciones para las interferencias (Elaboración propia)

5.6.7 Modelo Federado

El modelo federado está compuesto por los modelos de todas las disciplinas involucradas en el proyecto, como Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica y Plomería. Este modelo se creó después de que se aprobaran los modelos individuales y se resolvieran las colisiones entre ellos. Las siguientes figuras muestran cómo se ve el modelo federado.

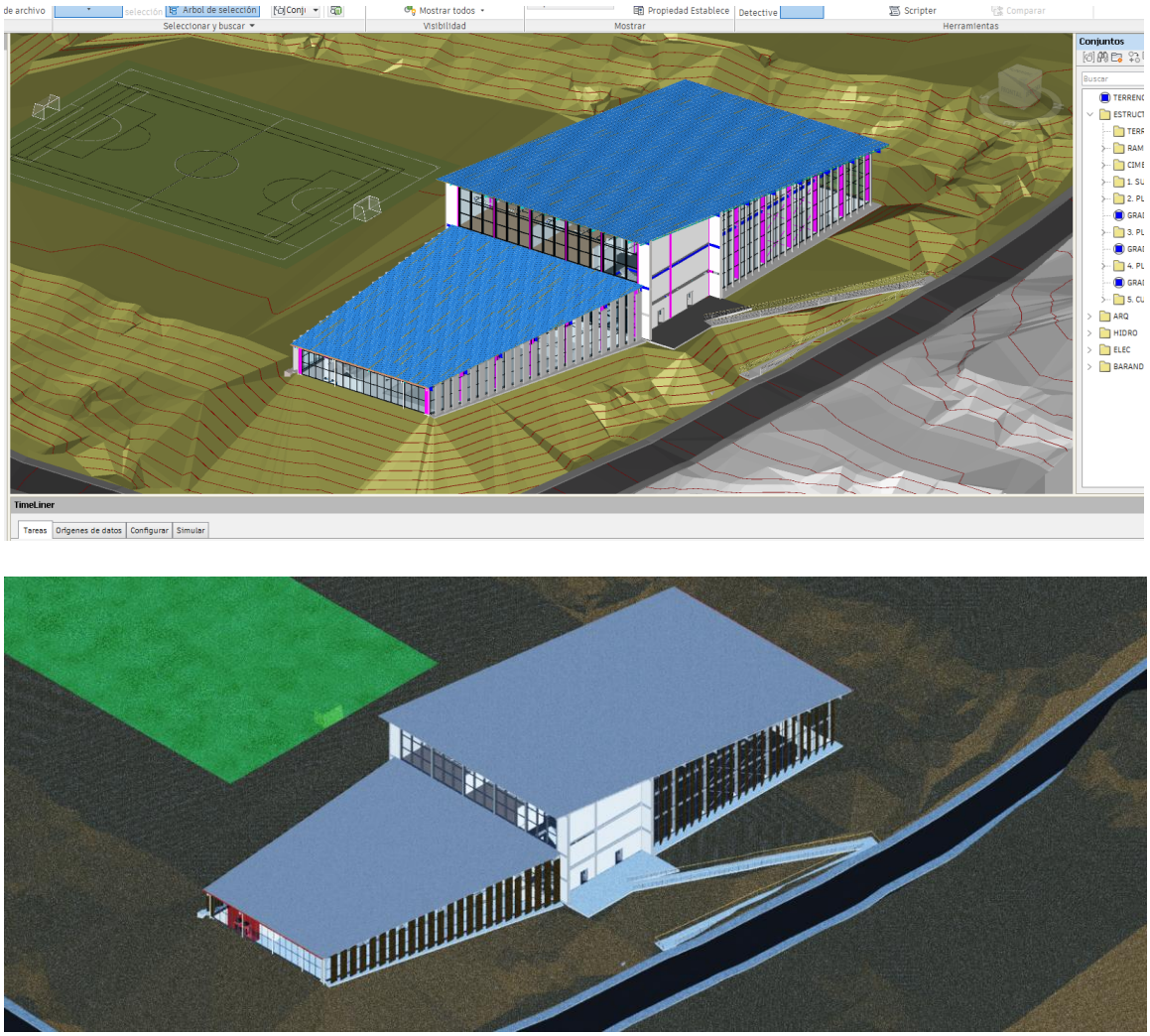


Ilustración 49: Modelo federado (Elaboración propia)

5.6.8 Simulación constructiva

La coordinación basada en la metodología BIM se ha consolidado como un componente esencial en el desarrollo eficiente de proyectos constructivos, aportando beneficios que difícilmente pueden obtenerse mediante procesos tradicionales. En etapas anteriores a la adopción de BIM, muchos proyectos carecían de una figura específica para coordinar las diferentes disciplinas o de un procedimiento estructurado para integrar sus modelos. Esto derivaba en fallos comunicativos, errores en los planos y conflictos durante la ejecución que generaban atrasos, sobrecostos y la necesidad de rehacer trabajos ya realizados.

La implementación de la Coordinación BIM transforma radicalmente la forma en que se planifican y desarrollan los proyectos, promoviendo una mayor eficiencia desde las fases iniciales. Uno de los aportes más relevantes es la detección anticipada de interferencias. Gracias a la integración de modelos tridimensionales, se identifican conflictos entre disciplinas como arquitectura, estructuras y MEP desde las primeras etapas del diseño, lo que permite resolverlos oportunamente y evitar contratiempos en obra.

Además, el trabajo con modelos 3D ofrece una visualización clara y detallada de los componentes del proyecto, lo cual disminuye el margen de error. La capacidad de observar cómo interactúan los distintos elementos facilita la toma de decisiones informadas y mejora la calidad del diseño. A diferencia del enfoque tradicional en 2D, que puede dar lugar a interpretaciones incorrectas o ambigüedades, el modelado digital reduce significativamente los malentendidos y las fallas de ejecución.

Otro aspecto crucial es la reducción de errores gracias al entorno colaborativo que proporciona BIM. Al centralizar toda la información del proyecto en un Entorno Común de Datos (CDE), se asegura que cada integrante del equipo trabaje con información sincronizada y actualizada. Esto evita discrepancias entre modelos y promueve una integración efectiva entre disciplinas, lo cual disminuye los riesgos técnicos y optimiza los resultados constructivos.

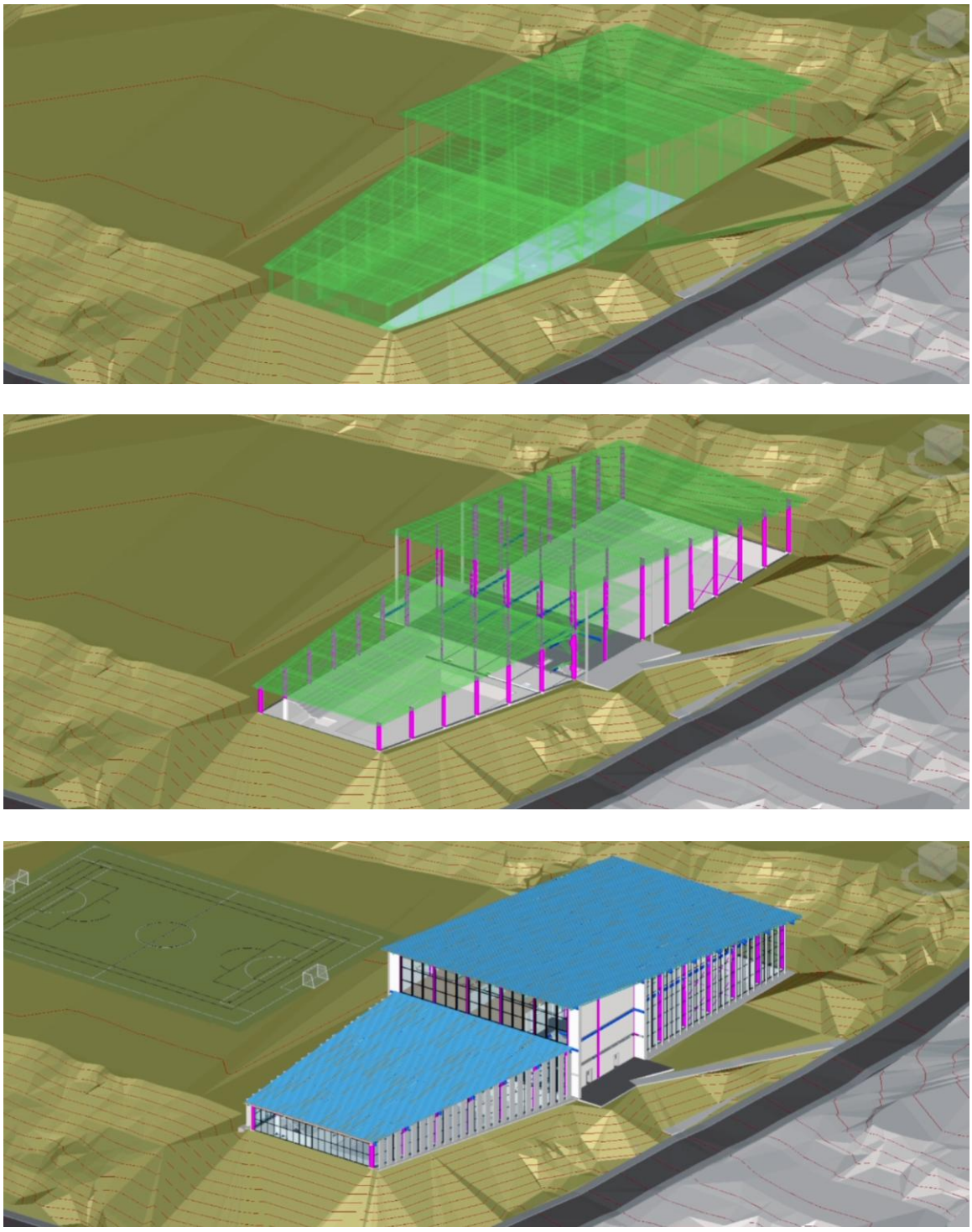


Ilustración 50: Simulación constructiva (Elaboración propia)

5.7 Aporte de la Coordinación BIM en Proyectos

La Coordinación BIM ha emergido como una herramienta fundamental en la gestión eficiente de proyectos constructivos, brindando beneficios tangibles que superan ampliamente a los métodos tradicionales. En muchos casos anteriores a la adopción de esta metodología, no existía una figura encargada específicamente de armonizar el trabajo entre disciplinas como arquitectura, estructura y MEP, ni se contaba con procesos definidos para integrar sus modelos. Esto solía provocar fallas de comunicación, errores recurrentes en el diseño y numerosos conflictos durante la ejecución, generando retrasos, costos adicionales e incluso la repetición de trabajos ya realizados en obra.

Con la aplicación de la Coordinación BIM, se transforma de manera significativa la forma en que se planifica y se lleva a cabo el proyecto. Uno de los aportes más destacados es la identificación temprana de interferencias entre los modelos disciplinarios. Gracias al trabajo en entornos virtuales tridimensionales, es posible visualizar de manera precisa cómo interactúan los sistemas y anticipar problemas antes de que lleguen al sitio de construcción. Esto permite tomar decisiones correctivas de forma oportuna, evitando impactos negativos en la ejecución.

Además, la visualización detallada en 3D mejora notablemente la comprensión del diseño. Al representar los elementos de forma realista, se reducen los errores de interpretación y se incrementa la precisión en la toma de decisiones técnicas. En contraste, los esquemas 2D tradicionales, al ser más abstractos, pueden generar confusiones y aumentar el margen de error durante la planificación y construcción.

Otro beneficio relevante es la disminución de inconsistencias en los modelos gracias al trabajo colaborativo que propone BIM. Al operar en un Entorno Común de Datos (CDE), todos los actores del proyecto tienen acceso a la misma información actualizada, lo que evita duplicidades, omisiones o contradicciones entre disciplinas. Este enfoque integral promueve una mayor coherencia entre los modelos y reduce significativamente los errores de diseño y ejecución, fortaleciendo la calidad general del proyecto.

Capítulo 6: Detalle del Rol- Líder de MEP (eléctrico)

6.1 Introducción

Dentro de la metodología BIM (Building Information Modeling), el rol del Líder MEP (Eléctrico) adquiere un carácter fundamental al ser el responsable de dirigir, coordinar y supervisar el desarrollo del modelo de instalaciones eléctricas en 3D. Este liderazgo implica tanto la implementación de los sistemas eléctricos como una visión integral de coordinación interdisciplinaria —arquitectura, estructuras, hidrosanitarias, sostenibilidad, entre otras—, asegurando la coherencia del diseño, el cumplimiento de estándares y la calidad documental. Este capítulo detalla las funciones, responsabilidades, entregables y flujos de trabajo que guían el accionar del Líder MEP Eléctrico en un entorno BIM colaborativo, tomando como referencia el desarrollo del proyecto Centro Deportivo Integral CSSM.

6.1.2 Líder MEP (eléctrico)

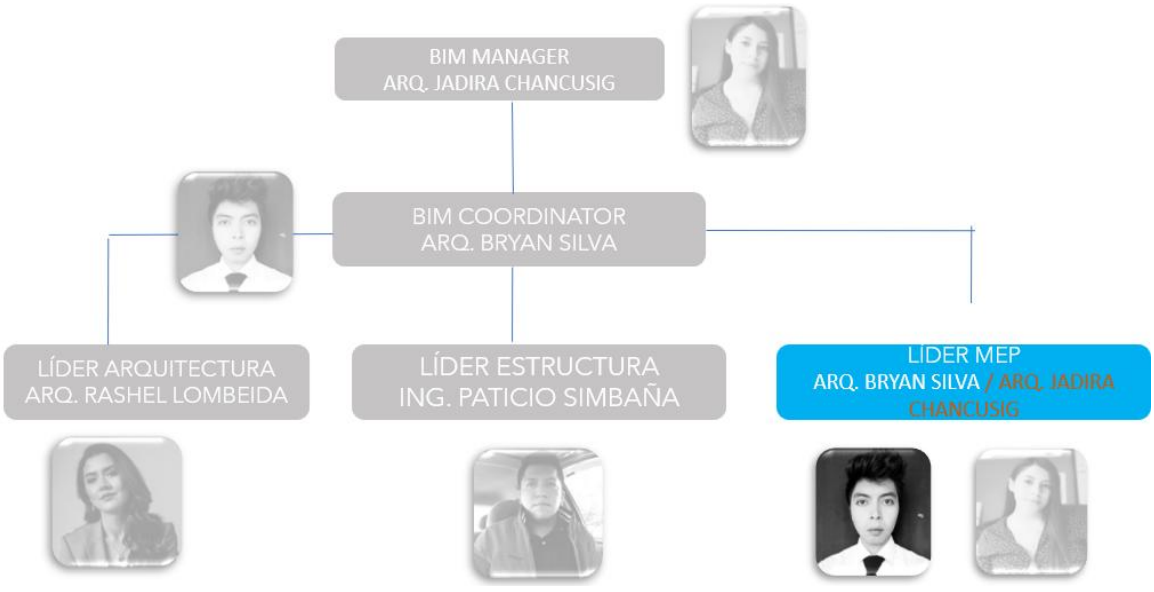


Ilustración 51: Líder MEP eléctrico (Elaboración propia)

Dentro de la metodología BIM, el líder MEP Eléctrico es el encargado de dirigir y supervisar el desarrollo del modelo eléctrico 3D. Su función es garantizar que se cumplan

los protocolos, estándares y requisitos que exige el proyecto. Su rol incluye la gestión de procesos de modelado, coordinación con otras disciplinas como arquitectura, estructuras e instalaciones hidrosanitarias, y la generación de documentación técnica que asegure el correcto desarrollo de las etapas de diseño y construcción.

6.2 Objetivos

6.2.1 Objetivo general

Cumplir con todas las responsabilidades que tiene un Líder MEP Eléctrico dentro del entorno BIM, definiendo sus responsabilidades, funciones y flujo de trabajo dentro del entorno común de datos. Garantizando así una coordinación interdisciplinaria eficaz junto con una documentación eléctrica detallada para el correcto desarrollo del proyecto.

6.2.2 Objetivos específicos

- Definir las funciones del Líder MEP Eléctrico dentro del entorno BIM.
- Cumplir con las responsabilidades de acuerdo con los requerimientos del EIR.
- Explicar y detallar el flujo de trabajo que se llevará a cabo dentro de la disciplina eléctrica y en conjunto con las demás disciplinas.
- Conocer la estructura del entorno común de datos y describir su organización en las carpetas personales para la gestión eficiente de documentación.
- Asegurar el uso de protocolos de modelado, plantillas y manuales de estilo entregadas por el BIM Manager para mantener la estandarización del proyecto.

6.3 Funciones

Las funciones que tiene el Líder BIM MEP son:

- Se desarrolló el protocolo de modelado en conjunto con el Gerente BIM, bajo la norma ISO19650.

- Desarrollo y supervisión del Modelo MEP Eléctrico 3D.
- Garantizar que el modelado eléctrico cumpla con las directrices del manual de estilos.
- Elaboración de informes de interferencias interdisciplinarias.
- Corrección de las interferencias detectadas entre el modelo eléctrico y los modelos de arquitectura, estructuras e instalaciones hidrosanitarias.
- Control de calidad del modelo eléctrico, asegurando que cumpla con los estándares establecidos.
- Desarrollo de planos eléctricos y visualizaciones técnicas cuando sea necesario.

6.4 Responsabilidades EIR

- Elaborar el modelo MEP eléctrico cumpliendo con el protocolo, manual de estilos y plantillas, con un LOD 300.
- Cumplir con el cronograma de trabajo establecido por el BIM Manager.
- Generar documentación técnica de planos eléctricos conforme al manual de estilos y los estándares establecidos.

6.5 Entregables EIR

- Modelado MEP Eléctrico 3D con todos los sistemas y componentes definidos, georreferenciado y con LOD 300.
- Informe de interferencias entre el modelo eléctrico y las demás disciplinas, incluyendo soluciones propuestas.
- Planos eléctricos (planta, unifilares, detalles) generados con base en el manual de estilos.
- Simulación constructiva eléctrica para prever problemas y optimizar la secuencia de trabajos.

6.6 Entorno común de datos:

El Líder MEP Eléctrico trabaja dentro del Entorno Común de Datos (CDE),

Ilustración 52: Autodesk Constuction Cloud (Elaboración propia)

utilizando la plataforma Autodesk Construction Cloud para la gestión centralizada de archivos eléctricos. La subcarpeta MEP dentro de la estructura WIP contiene archivos .RVT, familias .RFA, planos .PDF y modelos de intercambio .IFC específicos del sistema eléctrico. También se cuenta con una carpeta de coordinación para los informes de colisiones.

Para facilitar el intercambio de información, se emplea la plataforma Autodesk Construction Cloud. Para ello, el coordinador BIM del proyecto me otorgó los permisos correspondientes, permitiendo que pueda cargar los archivos con los avances generados. Dentro de esta herramienta también llevamos los procesos de revisión.

- CAD: Contiene los archivos de tipo .DWG referenciales con los que se inició el proyecto.
- RTE: Contiene las plantillas que han sido entregadas por el coordinador BIM para el desarrollo y modelado del proyecto.
- RVT: En esta carpeta se encuentra el archivo en el cual se almacena el proceso de trabajo del modelado arquitectónico.
- RFA: Contiene cierto tipo de familias que serán creadas para este proyecto en específico.

- IFC: Es una carpeta destinada para los archivos que requieran intercambio.
- PDF: Fue creada para almacenar los planos arquitectónicos ejecutivos finales.
- CONSUMIDO: En esta carpeta se encuentran dos subcarpetas la una se denomina Arquitectura y Estructura. Son las subcarpetas que almacenaran los archivos de las otras disciplinas necesarios para gestionar la resolución de interferencias.
- COORDINACIÓN: Es la carpeta destinada para contener los informes de colisiones interdisciplinarias y los archivos provenientes del coordinador BIM.

6.7 Canales de comunicación

Se utilizó ACC como canal principal, además de reuniones por Zoom para revisiones y coordinación, y WhatsApp para resolver detalles dudas u observaciones del MEP eléctrico de manera rápida. El registro formal de ACC garantizó trazabilidad y claridad en la gestión del modelo eléctrico.

6.8 Flujo de trabajo:

El flujo de trabajo del Líder MEP Eléctrico permite organizar y estructurar las fases del proyecto de forma clara y coordinada con otras disciplinas, asegurando la precisión del modelo eléctrico y la resolución de interferencias.

6.8.1 Flujo de trabajo general de la Disciplina MEP (eléctrico)

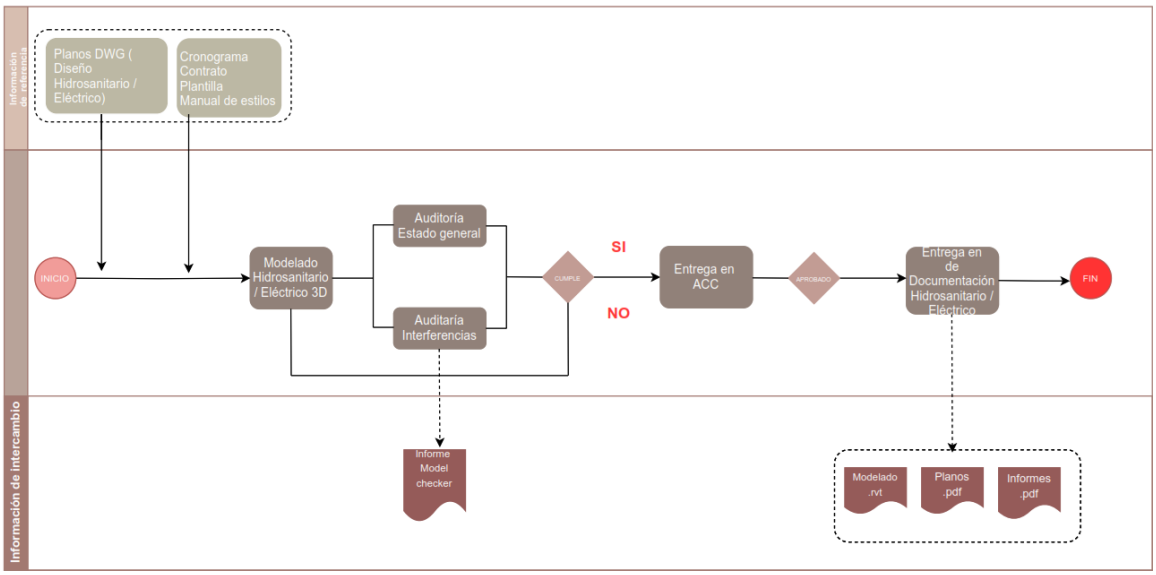


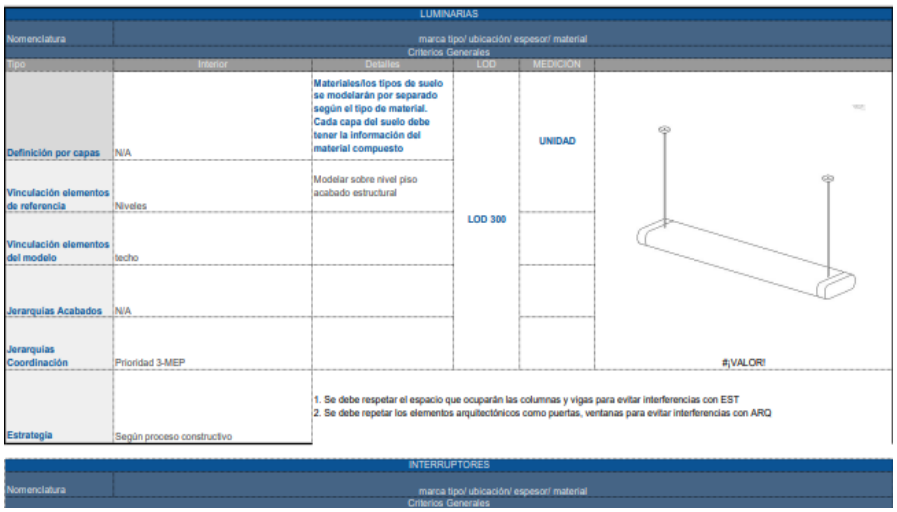
Ilustración 53: Flujo general MEP (Elaboración propia)

6.9 Protocolo de modelado

El protocolo eléctrico define el uso correcto de sistemas eléctricos, codificación de circuitos, ubicación de paneles, normas nacionales y LOD 300. Establece el uso de familias, nomenclaturas y estándares que aseguran interoperabilidad con otras disciplinas.

6.10 Plantillas y manual de estilos

Las plantillas entregadas por el Coordinador BIM incluyen configuraciones predeterminadas para vistas eléctricas, simbología, tipos de líneas, parámetros compartidos y escalas. El manual de estilo define la presentación gráfica para planos eléctricos.



LUMINARIAS					
Nomenclatura	marca tipo/ ubicación/ espesor/ material				
Criterios Generales					
Tipo	Interior	Detalles	LOD	MEDICIÓN	
Definición por capas	N/A	Materiales/los tipos de suelo se modelarán por separado según el tipo de material. Cada capa del suelo debe tener la información del material compuesto	LOD 300	UNIDAD	
Vinculación elementos de referencia	Niveles	Modelar sobre nivel piso acabado estructural			
Vinculación elementos del modelo	techo				
Jerarquías Acabados	N/A				
Jerarquías Coordinación	Prioridad 3-MEP				#¡VALOR!
Estrategia	Según proceso constructivo	1. Se debe respetar el espacio que ocuparán las columnas y vigas para evitar interferencias con EST 2. Se debe repetar los elementos arquitectónicos como puertas, ventanas para evitar interferencias con ARQ			

INTERRUPTORES	
Nomenclatura	marca tipo/ ubicación/ espesor/ material
Criterios Generales	

Ilustración 54: Manual de estilos (Elaboración propia)

6.11 Estructura del navegador

El diseño del explorador de proyectos en Revit se planificó con el propósito de simplificar la exploración, el análisis y la modificación del diseño arquitectónico. Esta configuración se realizó siguiendo las pautas marcadas en el manual de estilos y la plantilla original, agrupando las representaciones por grupos como: representaciones de planta, secciones, alzados, representaciones 3D, planos de ampliación y símbolos. Además, se implementaron filtros y subgrupos para separar las representaciones por etapa, altura o especialidad, aumentando la nitidez y el manejo del contenido. Esta distribución del explorador permite que los miembros del ambiente BIM puedan comprender el diseño de manera eficaz, reduciendo equivocaciones y acelerando los procedimientos de coordinación y análisis.

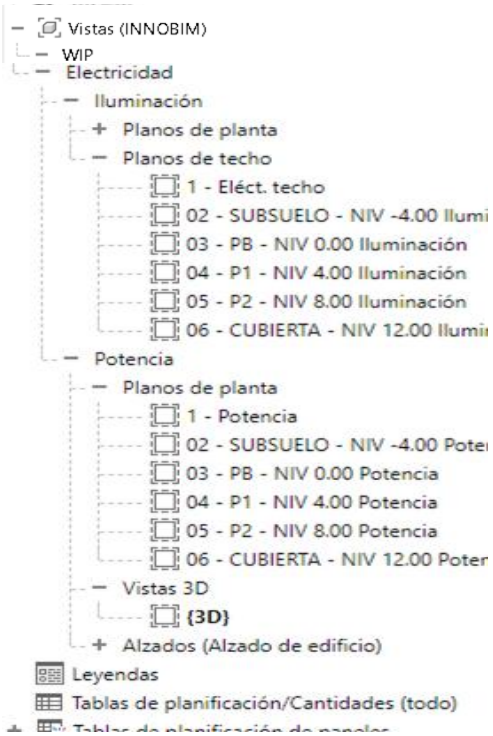


Ilustración 55: Navegador Revit (Elaboración propia)

6.12 Desarrollo del modelado

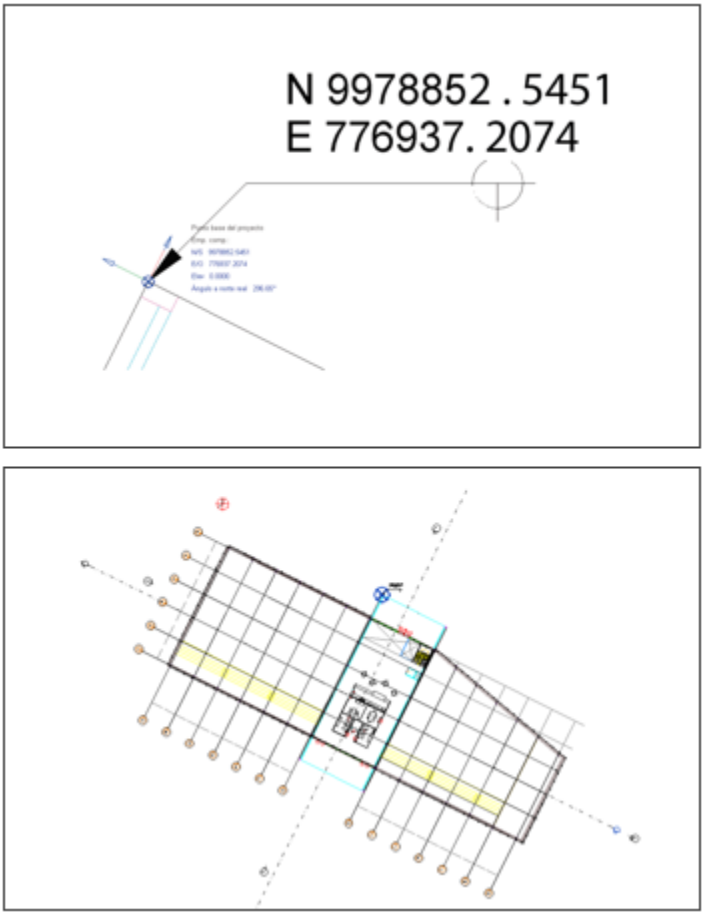


Ilustración 56: Coordenadas (Elaboración propia)

- Revisión de documentación inicial: El primer paso consiste en revisar los documentos DWG proporcionados por el coordinador BIM. El protocolo, la guía de estilo y los estándares se examinan cuidadosamente para comprender plenamente el alcance del proyecto.

- Georreferenciación de proyecto: Para comenzar el modelado 3D, se georreferencia el modelo MEP, lo que garantiza una ubicación precisa con las coordenadas correctas. Este primer paso fundamental sienta las bases para el modelado posterior realizado por otras disciplinas.

- Colocación de rejillas y niveles: Colocación de Cuadrículas y Niveles: La configuración de cuadrículas y niveles es un paso fundamental en el modelado BIM, ya que define la estructura organizativa del proyecto. Su correcta ejecución es crucial, ya que sirven como referencia para los modelos de otras disciplinas.

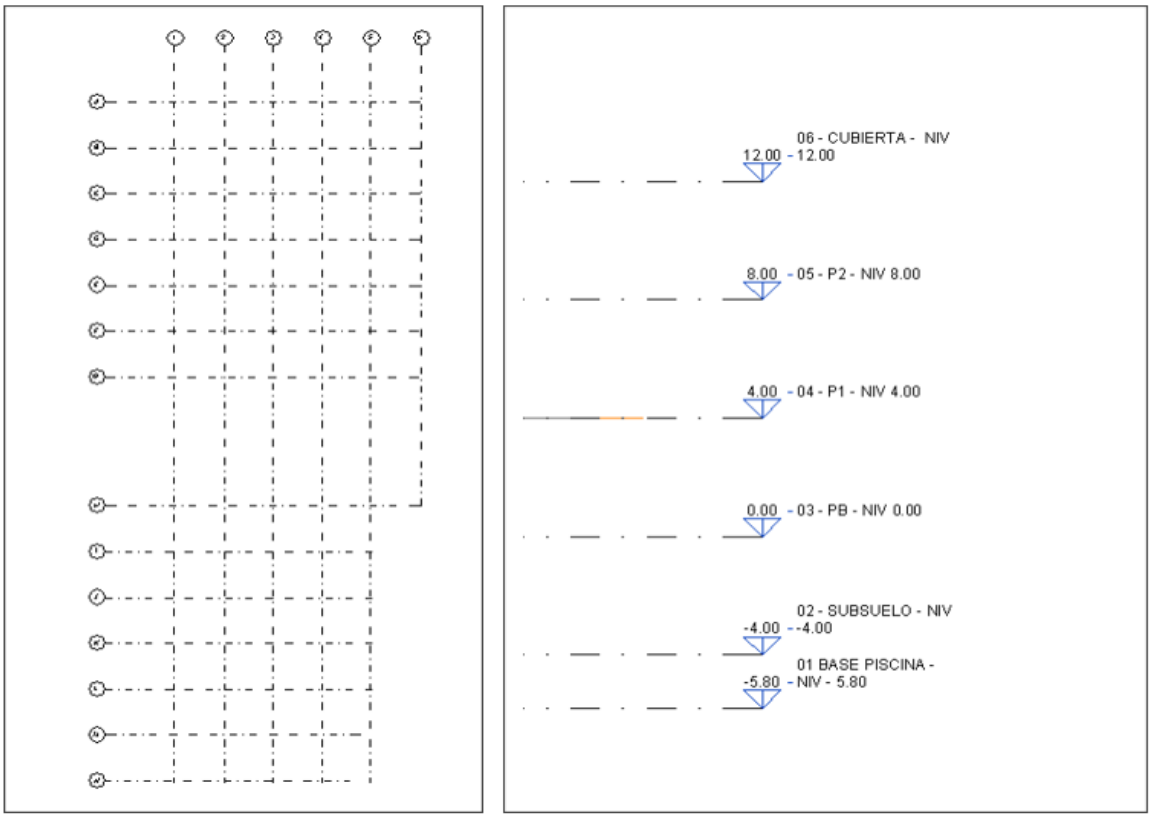


Ilustración 57: Grillas y niveles (Elaboración propia)

Modelo Organizacional

• La disposición de los niveles en MEP determina las alturas de los diferentes niveles.

Suelos y componentes de construcción.

• Las rejillas o ejes proporcionan una referencia geométrica para la localización de diferentes aparatos eléctricos.

• Facilita el desplazamiento entre los planos, secciones y elevaciones.

Coordinación entre las distintas disciplinas

• Arquitectura, estructuras y MEP emplean las mismas referencias, previniendo la utilización de otras, o desequilibrios.

• Resultan fundamentales para la adecuada conexión de modelos en un ambiente de colaboración.

Identificación de Interferencias.

• Una adecuada sincronización de rejillas y niveles simplifica el estudio de impactos entre las disciplinas. Especialmente con las herramientas especializadas como Navisworks o Revit.

6.13 Estrategias de modelado

Se modelaron primero tableros principales y rutas principales de canalización, permitiendo al equipo coordinar con otras disciplinas desde etapas tempranas. También se aplicó la estrategia de "modelar como se construye".

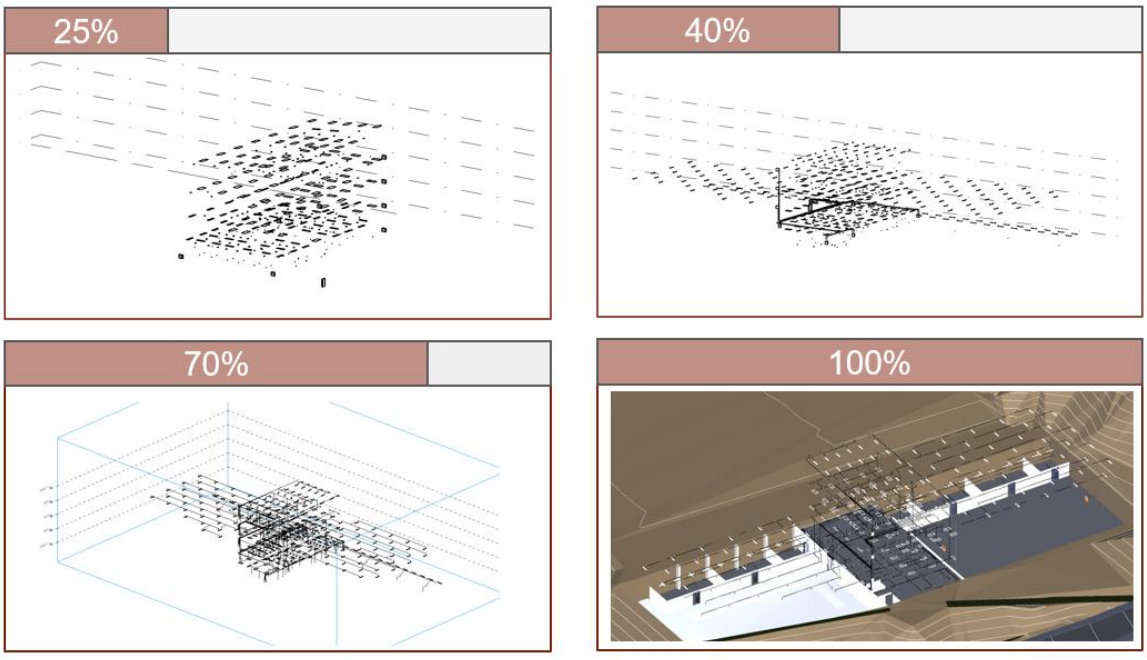


Ilustración 58: Avance MEP eléctrico (Elaboración propia).

6.14 Cumplimiento de protocolo y Manual de estilos

El modelado se ejecutó respetando nomenclaturas de circuitos, tipos de dispositivos, materiales y dimensiones reales. Se garantizaron conexiones entre tableros y cargas, respetando el manual eléctrico.

El modelado del sistema eléctrico se desarrolla conforme a los lineamientos establecidos en el protocolo BIM, siguiendo de manera rigurosa las directrices generales definidas por el BIM Manager en la documentación proporcionada.

- Entre las principales pautas a considerar están:
- Elaborar un único modelo por cada disciplina.
- Aplicar correctamente la nomenclatura en archivos, familias, componentes eléctricos y planos.
- Respetar el espacio asignado a elementos estructurales como columnas y vigas, para evitar interferencias con las instalaciones eléctricas.
- Definir con claridad el tipo de material de los elementos.
- Utilizar medidas reales en todos los componentes modelados.

Tal como se especifica en el protocolo, se emplea una nomenclatura adecuada para identificar cada componente eléctrico. En este caso, se ejemplifica con tres tipos de bandejas porta cables, que, aunque tienen una función similar, varían en dimensiones y tipo de instalación (empotradas, superficiales o suspendidas). Esta clasificación permite una mejor organización y control dentro del modelo.

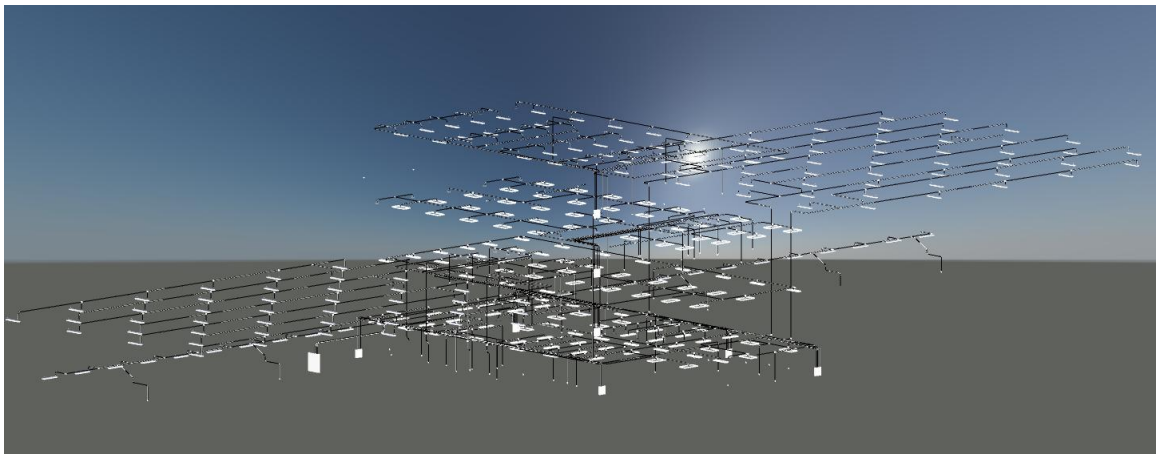


Ilustración 59: 3D eléctrico (Elaboración propio)

Finalmente, se presentan vistas del modelo 3D con los sistemas eléctricos. Estas visualizaciones permiten verificar la correcta asignación de materiales, trayectorias y conexiones, asegurando una planificación precisa y una ejecución fiel a lo proyectado.

6.15 Cumplimiento del LOD

El modelo MEP Eléctrico alcanzó el LOD 300, definiendo geométricamente todos los elementos, sus posiciones exactas, conexiones, orientación, y datos no gráficos como carga, voltaje y especificaciones técnicas.

ROLES	LOD	BREVE DESCRIPCIÓN
Líder Arquitectura	300 (Diseño Detallado)	Los elementos arquitectónicos se modelan en 3D con información geométrica precisa y detalles constructivos completos, como dimensiones exactas, acabados y especificaciones de materiales. También se incluyen datos de coordinación con otras disciplinas (estructuras y servicios), asegurando la integración adecuada del diseño arquitectónico con el resto del proyecto.
Líder Estructura	300 (Diseño Detallado)	Los elementos estructurales se modelan con precisión geométrica y especificaciones completas, incluyendo refuerzos internos, conexiones, materiales y cargas de diseño. También se agregan detalles constructivos que permiten su fabricación e instalación. Se asegura la coordinación con otras disciplinas para resolver posibles interferencias.
Líder MEP	300 (Diseño Detallado)	Los sistemas eléctricos y de plomería se modelan con detalles precisos, incluyendo ubicación exacta de tuberías, conductos, equipos y sus especificaciones técnicas. También se incorporan datos de conexión e integración con elementos estructurales y arquitectónicos para evitar interferencias y garantizar un diseño funcional

Ilustración 60: LOD requerido (Elaboración propia)

6.16 Auditorias disciplinares

Se realizaron revisiones de advertencias y validaciones automáticas con herramientas como Model Checker. Se corrigieron errores como solapamientos, paneles no conectados y circuitos incompletos.

Ilustración 61: Avance en el model checker (Elaboración propia)

El informe inicial arrojó que el 84% del modelo del proyecto se encontraba correctamente desarrollado. A partir de este resultado, se procedió a revisar detalladamente el informe para identificar los errores presentes en el modelado, así como las interferencias detectadas entre disciplinas. Con ayuda del ID asignado a cada elemento, se fueron

solucionando los conflictos de manera individual hasta lograr que el modelo cumpla con todos los requisitos establecidos, alcanzando así el 100% de validación.

6.17 Auditorias interdisciplinares

Las colisiones con estructuras, arquitectura e instalaciones eléctricas fueron detectadas mediante Clash Detection y corregidas con reportes formales. El modelo fue verificado y aprobado para federación.

Test 1	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.025m	285	285	0	285	285	0	Estático	Aceptar

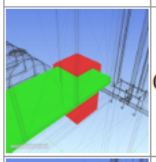
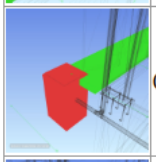
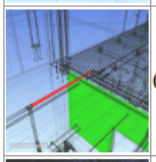
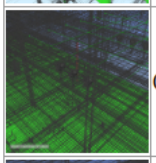
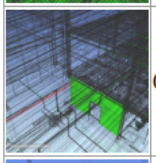
				Elemento 1	Elemento 2
Imagen	Nombre de conflicto	Ubicación de rejilla	Punto de conflicto	ID de elemento	ID de elemento
	Conflicto1	A-1 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:-42.107, y:4.145, z:-0.200	*ID de elemento*: 1454769	*ID de elemento*: 723028
	Conflicto2	N-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:39.831, y:-29.493, z:-0.099	*ID de elemento*: 1455117	*ID de elemento*: 723028
	Conflicto3	H-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:6.695, y:-13.947, z:-0.684	*ID de elemento*: 1446190	*ID de elemento*: 167322
	Conflicto4	G-4 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:1.796, y:6.732, z:-0.970	*ID de elemento*: 877584	*ID de elemento*: 474668
	Conflicto5	H-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:6.608, y:-13.716, z:-0.773	*ID de elemento*: 1428171	*ID de elemento*: 167322
	Conflicto6	L-2 : 01 BASE PISCINA - NIV - 5.80	x:32.447, y:-23.030, z:-4.002	*ID de elemento*: 1403018	*ID de elemento*: 554730

Ilustración 62: Informe de conflictos Naviswork (Elaboración propia)

Proceso de Detección y Gestión de Interferencias

- **Identificación de colisiones:** Para detectar interferencias entre disciplinas, se emplean herramientas especializadas como *Navisworks* y su función de *Clash Detection*. Estas plataformas permiten identificar de forma precisa los puntos de conflicto dentro del modelo. A medida que el avance del modelado supera el 75%, se realizan auditorías técnicas periódicas, con el fin de anticipar y reducir errores antes de la fase de entrega.
- **Análisis y priorización:** Una vez detectadas las interferencias, se evalúa su impacto en la viabilidad constructiva. Se distingue entre aquellas que pueden ser toleradas y las que deben resolverse obligatoriamente. La clasificación se realiza considerando la influencia directa en los costos del proyecto y en el cronograma de ejecución, permitiendo enfocar esfuerzos en los conflictos más críticos.
- **Corrección y coordinación interdisciplinaria:** Con base en los resultados del análisis, se generan reportes detallados que incluyen capturas de pantalla, descripciones técnicas y ubicación exacta de las colisiones. Posteriormente, se asigna la responsabilidad de corrección a la disciplina correspondiente.
- **Verificación final y entrega:** Una vez completadas las correcciones, el modelo es validado nuevamente. Si cumple con todos los criterios de calidad y no presenta interferencias pendientes, se procede a integrarlo dentro del modelo federado. Esta versión consolidada se entrega finalmente como base para la planificación constructiva y ejecución en obra.

6.18 Entrega de planos

Los planos ejecutivos eléctricos se generaron desde Revit cumpliendo el manual gráfico.

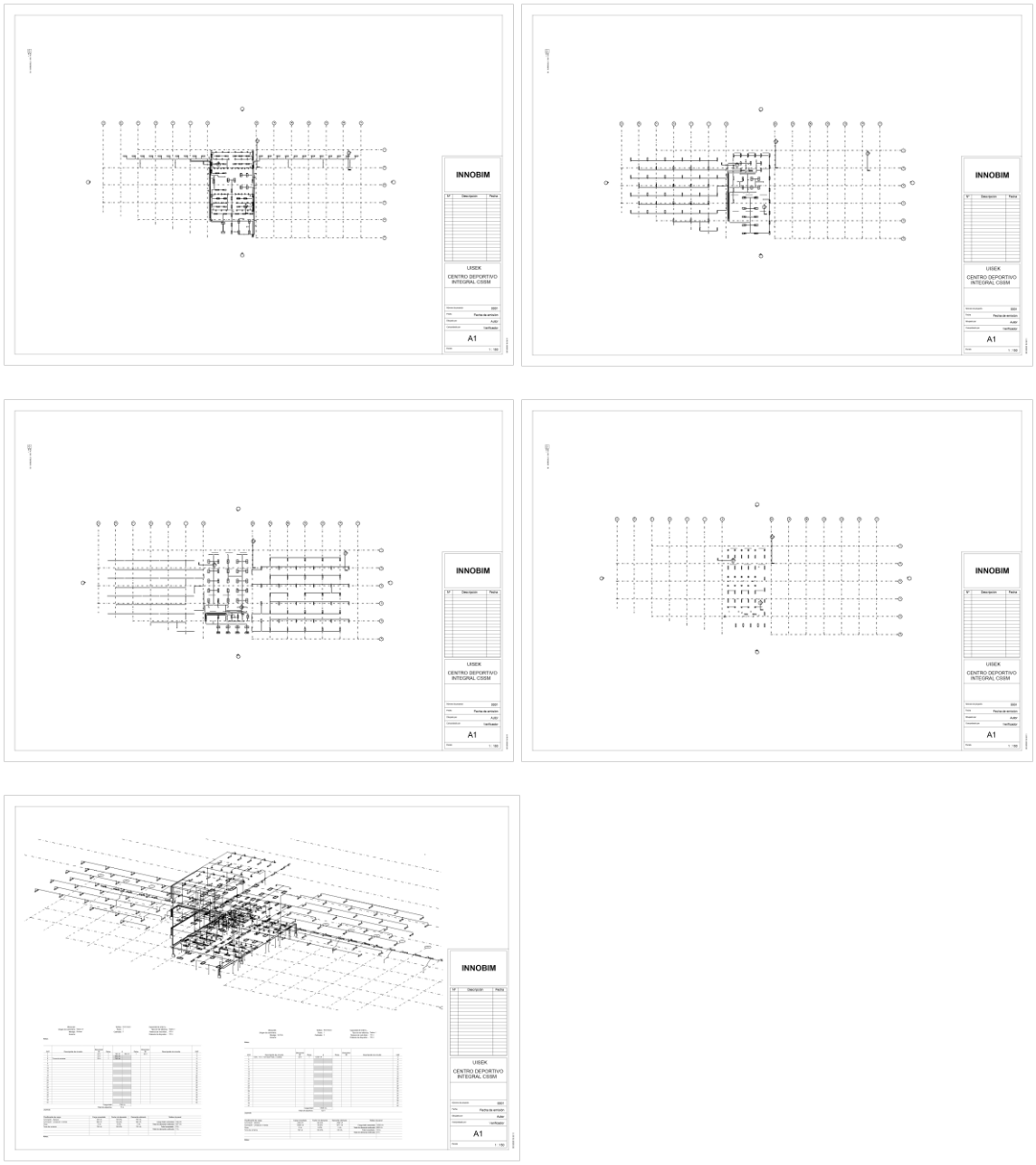


Ilustración 63: Planos eléctricos (Elaboración propia)

Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

7.1.1 Conclusiones Coordinador BIM

- El rol del Coordinador BIM es esencial para garantizar la correcta gestión y coordinación de la información en proyectos de construcción, sirviendo como puente entre diferentes disciplinas y promoviendo una colaboración efectiva.
- La organización y control del flujo de información mediante plataformas como Autodesk Construction Cloud, junto con la implementación de protocolos y manuales de estilo, son fundamentales para mantener la calidad y coherencia de los datos a lo largo del proyecto.
- La detección temprana y resolución de interferencias mediante análisis de colisiones y el uso de herramientas como Navisworks permite reducir errores, evitar retrabajos y optimizar recursos en la fase de construcción.
- La coordinación multidisciplinaria, con la revisión y ajuste interno de modelos por parte de cada líder de disciplina, es clave para consolidar un modelo integrado, preciso y listo para la ejecución en obra.
- La utilización de matrices de interferencias y hitos de coordinación ayuda a priorizar y gestionar eficazmente los conflictos, asegurando que las soluciones se implementen de manera oportuna y eficiente, minimizando riesgos de retrasos.

7.1.2 Conclusiones Líder MEP (Eléctrico)

- La participación temprana del Líder MEP Eléctrico es clave para el éxito del proyecto: Involucrarse desde las primeras fases de planificación permite al Líder MEP Eléctrico asegurar que las necesidades específicas de su disciplina estén correctamente integradas en el entorno colaborativo. Esto

previene errores en etapas posteriores y garantiza que el modelado eléctrico se alinee con los protocolos establecidos desde el inicio.

- La coordinación interdisciplinaria requiere comunicación constante y herramientas efectivas: El uso de plataformas como Autodesk Construction Cloud, combinado con reuniones virtuales y mensajería instantánea, fortalece la colaboración entre disciplinas. Esta sinergia mejora la resolución de conflictos, agiliza los procesos y garantiza una trazabilidad completa de las decisiones tomadas durante el desarrollo del modelo eléctrico.
- Las auditorías internas son una herramienta indispensable para garantizar la calidad del modelado: Implementar revisiones técnicas dentro de la propia disciplina antes de compartir el modelo con otros equipos permite corregir inconsistencias, advertencias o errores técnicos. Esto optimiza el flujo de trabajo general y reduce el número de interferencias en las fases de coordinación.
- El cumplimiento estricto del protocolo BIM asegura la estandarización y compatibilidad del modelo eléctrico: Aplicar correctamente las nomenclaturas, simbologías, materiales y parámetros definidos por el manual de estilos no solo mejora la legibilidad del modelo, sino que también permite su integración fluida con las demás disciplinas, facilitando la generación de entregables precisos y confiables.
- La detección y solución oportuna de interferencias mejora significativamente la calidad del modelo final: El uso de herramientas como *Navisworks* para identificar colisiones, junto con reportes detallados y una coordinación efectiva, permite resolver conflictos antes de la entrega. Este proceso contribuye a lograr modelos 100% validados y listos para su federación y aplicación en obra.

7.2 Recomendaciones

7.2.1 Recomendaciones Coordinador BIM

- Fomentar una comunicación constante y transparente con todos los líderes de disciplina, utilizando plataformas digitales y reuniones periódicas para mantener alineados los avances y resolver dudas rápidamente.
- Establecer y seguir rigurosamente protocolos claros de intercambio de información y manuales de estilo, para garantizar la uniformidad y calidad en todos los entregables del proyecto.
- Implementar un proceso sistemático de revisión interna de modelos por parte de cada disciplina antes de compartirlos, asegurando que los modelos estén libres de errores y sean coherentes con los estándares establecidos.
- Utilizar herramientas de análisis de interferencias, como Navisworks, de manera proactiva en las etapas tempranas del proyecto para detectar y resolver conflictos antes de que afecten la construcción.
- Priorizar la gestión de interferencias mediante matrices y hitos de coordinación, asignando responsabilidades claras y estableciendo plazos definidos para la resolución de cada conflicto, con el fin de mantener el proyecto en marcha y dentro del presupuesto.

7.2.2 Recomendaciones Líder MEP (Eléctrico)

Con base en la experiencia obtenida durante el desarrollo del modelo eléctrico en el proyecto CSSM bajo metodología BIM, se proponen las siguientes recomendaciones para optimizar el desempeño del Líder MEP Eléctrico en futuros proyectos colaborativos:

- Involucrarse desde la planificación inicial: Es fundamental que el Líder MEP Eléctrico participe activamente desde las primeras fases del proyecto, revisando junto al Coordinador BIM los protocolos, manuales de estilo y plantillas. Esta acción permite que las necesidades específicas de la

disciplina eléctrica queden integradas desde el inicio, evitando ajustes tardíos que pueden comprometer plazos o calidad.

- Establecer canales de comunicación efectivos: La coordinación constante con otras disciplinas requiere de canales de comunicación ágiles y formales. Se recomienda combinar plataformas como Autodesk Construction Cloud (para trazabilidad y documentación oficial) con herramientas de contacto inmediato como WhatsApp o reuniones virtuales periódicas para resolver dudas puntuales de forma oportuna.
- Implementar auditorías internas de modelado: Antes de proceder a revisiones interdisciplinares, el Líder MEP debe realizar controles de calidad internos utilizando herramientas como Model Checker. Esta práctica permite detectar advertencias técnicas, circuitos desconectados o elementos no conformes, mejorando la calidad del modelo antes de su federación.
- Cumplir rigurosamente con el protocolo BIM: Se debe asegurar que el modelado eléctrico respete todos los lineamientos técnicos establecidos: uso correcto de nomenclaturas, ubicación precisa de componentes, codificación de circuitos, y aplicación de familias y materiales conforme a los estándares. Esto garantiza la interoperabilidad con otras disciplinas y facilita la generación de planos ejecutivos consistentes.
- Priorizar la detección y solución de interferencias: El uso continuo de herramientas de detección de colisiones, como *Navisworks*, permite identificar interferencias con otras disciplinas desde fases tempranas. El Líder MEP Eléctrico debe generar reportes claros y asignar responsabilidades para resolver los conflictos detectados, asegurando que el modelo final esté libre de errores y listo para su federación y ejecución.

Capítulo 8: Referencias Bibliográficas

Autodesk. (2023). *Guía de Autodesk Construction Cloud*. Recuperado de https://www.autodesk.com

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

ISO. (2018). *ISO 19650-1:2018 - Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles*. International Organization for Standardization.

Ministerio de Fomento de España. (2019). *Manual para la implantación de la metodología BIM por agentes del sector de la construcción*. Gobierno de España.

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003

Zuppa, D., Khanzode, A., & Fischer, M. (2016). *The role of the BIM coordinator in multidisciplinary projects*. Stanford University CIFE Publications.

Guerriero, A. (2022). Coordinación BIM: Fundamentos, procesos y herramientas. *Revista de Tecnología y Construcción*, 8(2), 45–58.

Martínez, J. & Pérez, L. (2020). Implementación del BIM Execution Plan (BEP) en proyectos de infraestructura. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Civil*, 12(1), 31–40.

Rodríguez, C. (2021). Gestión de interferencias y coordinación multidisciplinaria en entornos BIM. *Revista Arquitectura y Tecnología*, 9(3), 77–88.

Universidad SEK. (2025). *Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gerencia de Proyectos BIM*. Quito, Ecuador.

Capítulo 9: Anexos

FLUJOS:

https://drive.google.com/drive/folders/1TmdKb96dclVPWWS4QFfeO77PS4SeFwRA?usp=sharing

PLANTILLAS:

https://drive.google.com/drive/folders/10g3SgpKVqTGiJFTXInmE5g1-9nF-iEv7?usp=sharing

MINUTAS:

https://drive.google.com/drive/folders/1UDUMiqkCh_fl1GOTGdEGDIAHVT_Bgujn?usp=sharing

INFORMES:

https://drive.google.com/drive/folders/1SO_na0RF2RaVioR8dBF00XVbDPZ35A9u?usp=sharing

MATRIZ DE INTERFERENCIAS Y COLISIONES:

https://drive.google.com/drive/folders/15KDfHRBxIeTCBPGE4RL8YHuMO2ztgIOR?usp=sharing

MODELO FEDERADO:

https://drive.google.com/drive/folders/1UNEzBZFS0SO8pWo5yaeFp3LX8lgK4jCD?usp=sharing

SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA:

https://drive.google.com/drive/folders/1vIjEqfMTTHDGUR5x7cGwp73TWgCZueSX?usp=sharing

MODELADO MEP:

https://drive.google.com/drive/folders/1fVTMqZJBfnmPj8sti0mR-yUuaIDDCv7e?usp=sharing