

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BIM EN LA
ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL
EDIFICIO COMERCIAL CANTA PLAZA, CANTA,
LIMA 2023”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Omar Efrain Pando Garcia

Asesor:

Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida
<https://orcid.org/0000-0002-5043-6510>

Lima - Perú

2023

INFORME DE SIMILITUD

Rev1

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	2%
3	doc.contraloria.gob.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	integralarquitectos.com.pe Fuente de Internet	1%
6	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Nacional de Tumbes	1%

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, que siempre me apoyaron en mi vida universitaria, de no ser por su esfuerzo, y dedicación no hubiera llegado hasta estas instancias.

A mi abuela que siempre estuvo conmigo apoyándome en todo momento y ahora que no se encuentra conmigo quiero dedicárselo.

A mi novia Julie Figueroa, por apoyarme en todo el proceso de titulación.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento al gerente general de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C. por todas las enseñanzas a lo largo de mi trayectoria profesional.

Así mismo, a mi asesor Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida por la orientación en el desarrollo de la presente investigación.

TABLA DE CONTENIDO

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Descripción de la empresa	11
1.2. Misión y Visión de la empresa.....	11
1.3. Organigrama de la empresa.....	12
1.4. Proyectos de la empresa	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Bases teóricas	17
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	27
3.1. Descripción de la experiencia profesional	27
3.2. Descripción de las funciones realizadas en la empresa.....	28
3.3. Equipo Técnico	28
3.4. Descripción del proyecto.....	29
3.5. Desarrollo del proyecto	32
3.6. Identificación del problema.....	53
3.7. Objetivos	53
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	55
4.1. Resultados del objetivo específico 1	55
4.2. Resultados del objetivo específico 2	60
4.3. Resultados del objetivo específico 3	62
4.4. Resultados del objetivo específico 4	63

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1. Conclusiones	66
5.2. Recomendaciones.....	66
REFERENCIAS	68
ANEXOS	70
ANEXO N° 1. Plan de Ejecución BIM (Introducción)	70
ANEXO N° 2. Plan de Ejecución BIM (Usos BIM)	71
ANEXO N° 3. Plan de Ejecución BIM (Objetivos BIM)	72
ANEXO N° 4. Plan de Ejecución BIM (Procedimientos de colaboración)	73
ANEXO N° 5. Plan de Ejecución BIM (Niveles de desarrollo).....	74
ANEXO N° 6. Plan de Ejecución BIM (Entregables).....	75
ANEXO N° 7. Plano de ubicación y localización	76
ANEXO N° 8. Plano de Arquitectura (Sótano 1, Sótano 2 y Cisterna)	77
ANEXO N° 9. Plano de Arquitectura (Primer, Segundo y Tercer Piso).....	78
ANEXO N° 10. Plano de Arquitectura (Mezanine y Techos).....	79
ANEXO N° 11. Corte fugado del proyecto.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales proyectos de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C.	13
Tabla 2. Listado de Usos BIM Nacionales	21
Tabla 3. Beneficios del BIM en las fases de un proyecto.....	23
Tabla 4. Roles BIM y sus principales responsabilidades	24
Tabla 5. Cuadro de áreas del proyecto	30
Tabla 6. Usos BIM empleados en el proyecto.....	55
Tabla 7. Cuadro resumen de la aplicación del PEB en el proyecto.....	59
Tabla 8. Detección de interferencias del proyecto.....	60
Tabla 9. Interferencias resueltas del proyecto	61
Tabla 10. Actividades realizadas como trabajo colaborativo en el proyecto	63
Tabla 11. Costos de la elaboración de un proyecto BIM y un proyecto tradicional.....	64
Tabla 12. Tiempo de elaboración de un proyecto BIM y un proyecto tradicional.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C.	12
Figura 2. Vista 3D del proyecto Edificio Comercial Canta Plaza.....	15
Figura 3. Vista 3D del proyecto Polideportivo Municipal de Chancay	15
Figura 4. Vista 3D del proyecto Polideportivo San Juan de Milpo.....	16
Figura 5. Nivel de desarrollo BIM	19
Figura 6. Dimensiones BIM	20
Figura 7. Usos BIM Nacionales relacionados con las fases del ciclo de inversión.....	22
Figura 8. Equipo Técnico de Edificio Comercial Canta Plaza.....	28
Figura 9. Localización del proyecto	29
Figura 10. Ubicación del proyecto	29
Figura 11. Plantas de zonificación del proyecto.....	31
Figura 12. Visita al terreno.....	33
Figura 13. Project Base point del modelo topográfico	34
Figura 14. Modelo 3D de emplazamiento del proyecto	34
Figura 15. Niveles y ejes del proyecto de la especialidad de arquitectura	35
Figura 16. Plantillas de vista de la especialidad de arquitectura	36
Figura 17. Elementos del modelado 3D de la especialidad de arquitectura.....	36
Figura 18. Modelo 3D de la especialidad de arquitectura	38
Figura 19. Project browser del modelado 3D de la especialidad de arquitectura.....	38
Figura 20. Niveles y ejes del proyecto de la especialidad de estructuras.....	39
Figura 21. Elementos del modelado 3D de la especialidad de estructuras.....	40
Figura 22. Modelo 3D de la especialidad de estructura	41
Figura 23. Project browser del modelado 3D de la especialidad de estructuras	41
Figura 24. Niveles del proyecto de la especialidad de instalaciones sanitarias.....	42
Figura 25. Elementos del modelado 3D de la especialidad de instalaciones sanitarias	43
Figura 26. Modelo 3D de instalaciones sanitarias.....	44
Figura 27. Project browser del modelado 3D de la esp. de instalaciones sanitarias	44
Figura 28. Modelo 3D de ACI.....	45
Figura 29. Niveles del proyecto de las esp. de instalaciones eléctricas y mecánicas.....	46
Figura 30. Elementos del modelado 3D de las esp. de inst. eléctricas y mecánicas	46
Figura 31. Modelo 3D de instalaciones eléctricas.....	48

Figura 32. Modelo 3D de instalaciones mecánicas	48
Figura 33. Proyect browser del modelado 3D de las esp. de instó eléctricas y mecánicas	49
Figura 34. Exportación de archivos a Navisworks NWC.....	49
Figura 35. Uso de la función Clash detective.....	50
Figura 36. Modelo 3D con los resultados del Clash detective para analizar MEP vs MEP	50
Figura 37. Modelo 3D federado en Navisworks	51
Figura 38. Listado de carpetas y archivos del proyecto	52
Figura 39. Planos del proyecto elaborados en el software AutoCAD.....	57
Figura 40. Modelos 3D del proyecto elaborados en el software Revit	58
Figura 41. Modelado 3D federado en el software Navisworks	59
Figura 42. Porcentaje de interferencias resueltas del proyecto	61

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo analizar de qué manera se aplican de las herramientas BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, se ubica en el distrito de Canta, provincia y departamento de Lima. En mi experiencia profesional como Coordinador BIM, dicho expediente se inició con la visita al terreno para el registro fotográfico y, levantamiento topográfico, luego se elaboró el anteproyecto arquitectónico y el modelamiento de la especialidad de arquitectura, después de aprobado por la entidad correspondiente se realizó el desarrollo del modelamiento de las especialidades, detección de interferencias e incompatibilidades y se obtuvieron los entregables del expediente técnico. Los resultados obtenidos del objetivo específico N° 1, se evaluó el cumplimiento parcialmente los usos BIM y al 100% los procedimientos de colaboración, niveles de desarrollo y los entregables, del objetivo específico N° 2 se calculó que la medida de 91.50% de los modelos 3D permitieron detectar las interferencias al compatibilizar las especialidades en la elaboración del expediente técnico, del objetivo específico N° 3 se determinó el cumplimiento parcialmente el intercambio de información y al 100% las reuniones de coordinación, sesiones ICE y gestión de datos (ECD) y del objetivo específico N° 4 se cuantificó que los costos de elaboración por m² fueron S/28.0. y tiempo de elaboración fue de 2500 horas. Finalmente, del análisis realizado respecto a de qué manera se aplicaron las herramientas BIM en la elaboración del expediente técnico, se determinó que se obtuvo una aplicación positiva al aplicar el plan de ejecución BIM, usos BIM, trabajo colaborativo, detección de interferencias, entorno común de datos con la finalidad de generar un expediente técnico con la información necesaria para desarrollar el proyecto de construcción.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la empresa

La empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C. con RUC 20550634512, ubicada en Jr. Eleuterio Ventura Huamán N° 976, Urb. San German, 2da Etapa, distrito de San Martin de Porres, provincia y departamento de Lima, fue fundada en el año 2011 por arquitectos formados en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes (FAUA) de la Universidad Nacional de Ingeniería, que luego de egresar laboraron por varios años en estudios de arquitectura y entidades estatales, realizando proyectos de diversas tipologías y complejidades, logrando ganar una amplia experiencia en proyectos de arquitectura e ingeniería.

La empresa tiene más de años realizando diversos proyectos teniendo como clientes al sector público y privado, los tipos de servicios que brinda la empresa son los siguientes:

- Gestión y proyectos BIM
- Estudios de preinversión
- Saneamiento físico legal, habilitaciones urbanas
- Anteproyectos arquitectónicos
- Proyectos arquitectónicos
- Expedientes técnicos
- Supervisión de obra
- Asesoramiento en proyectos arquitectónicos y urbanos
- Infografías y presentación arquitectónica 3D

1.2. Misión y Visión de la empresa

La misión de la empresa es ofrecer a sus clientes proyectos integrales que contengan todo lo necesario para convertir sus ideas y necesidades personales o de su empresa, en infraestructura funcional y agradable a los sentidos, a través del dominio de todas las etapas del proceso proyectual e integrado a un equipo multidisciplinario en el desarrollo de dichos proyectos, lo que se traduce en un eficiente uso del tiempo y de su inversión.

La visión de la empresa es convertirse en una empresa consolidada y en un referente de la arquitectura peruana y latinoamericana, que cuente con un equipo de profesionales

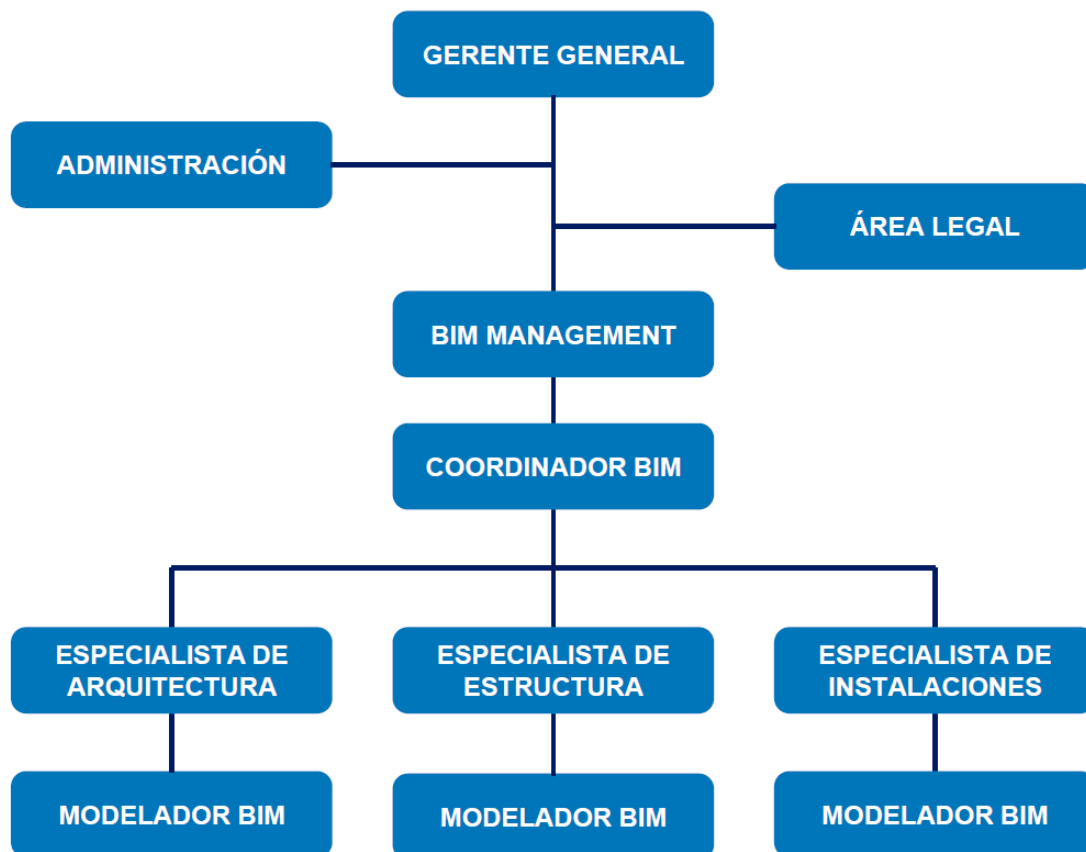
multidisciplinarios capaces de dar soluciones a proyectos en los campos de la arquitectura, urbanismo y diseño del paisaje, brindando servicios al sector público y privado.

1.3. Organigrama de la empresa

La estructura interna de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C. se encuentra conformada por un equipo de 12 personas distribuida en los puestos de Gerente General, Administración, Área legal, BIM Management, Coordinador BIM, Especialista de arquitectura, Especialista de estructura, Especialista de instalaciones eléctricas, Especialista de instalaciones sanitarias y tres modeladores BIM.

Figura 1

Organigrama de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C.



Nota. Esta imagen muestra la organización de empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C., donde se muestra el nivel jerárquico de mi puesto como Coordinador BIM.

1.4. Proyectos de la empresa

Los principales proyectos de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C. son los siguientes:

Tabla 1

Principales proyectos de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C.

PROYECTO	UBICACIÓN	AÑO	TIPOLOGIA	ÁREA DE INTERVENCIÓN
Polideportivo San Juan de Milpo	San Juan de Milpo, Pasco	2022	Deporte	11,759.99 m ²
Polideportivo Municipal de Chancay	Chancay, Lima	2021-2022	Deporte	3,775.15 m ²
Edificio Comercial Canta Plaza	Canta, Lima	2021-2022	Comercio	2,500.00 m ²
Complejo Deportivo Zona Sur de Chancay	Chancay, Lima	2019	Deporte	16,558.75 m ²
Mercado Municipal de Abastos de Chancay	Chancay, Lima	2017-2018	Comercio	11,146.85 m ²
Consultorio Odontológico y Vivienda Multifamiliar	Independencia, Lima	2016	Comercio Vivienda	638.58 m ²
Hospital Santo Tomás	Chumbivilcas, Cusco	2016	Salud	13,578.60 m ²
Remodelación Oficinas IPEN	San Borja, Lima	2016	Oficinas	316.00 m ²
Sede del Instituto Peruano de Energía Nuclear IPEN	San Borja, Lima	2016	Oficinas	10,036.56 m ²
Puestos Comerciales Amazonas	Barrios Altos, Lima	2016	Comercio	3,200.00 m ²
Hospital Nacional PNP “Luis N. Sáenz” (Dos propuestas)	Jesús María, Lima	2015-2016	Salud	33,390.37 m ² 34,134.13 m ²
Centro de Acopio Municipal de Chancay	Chancay, Lima	2015	Equipamiento	275.00 m ²
Residencial Canaan	Huamanga, Ayacucho	2015	Vivienda	23,112.00 m ²
Cooperativa de servicios múltiples	Lima	2015	Oficinas	902.28 m ²
Habilitación urbana San Pedro	San Pedro de Lloc, La Libertad	2014	Vivienda	402,654.00 m ²

Santuario Señor de Luren	Ica	2014-2015	Iglesia	1,950.07 m ²
Planta de Empacado de frutos AVOPACK	Chao, Virú, La Libertad	2014	Industria	27,518.79 m ²
Mercado Carabayllo (Dos propuestas)	Carabayllo, Lima	2014	Comercio	3,000.00 m ² 6,000.00 m ²
Facultad de Administración - UNICA	Ica	2014-2015	Educación	3,085.14 m ²
Facultad de Contabilidad - UNICA	Ica	2014-2015	Educación	3,168.56 m ²
Facultad de Ciencias Económicas - UNICA	Ica	2014-2015	Educación	3,260.00 m ²
Facultad de Derecho - UNICA	Ica	2014-2015	Educación	3,350.00 m ²
Plan Maestro Ampliación 4 Facultades - UNICA	Ica	2014-2015	Educación	13,220.00 m ²
Residencial Las Dalmacias	Puente Piedra, Lima	2013-2014	Vivienda	6,460.00 m ²
Colegios públicos rurales	Cutervo, Cajamarca	2013	Educación	9,031.90 m ²
Multifamiliar La Apacheta	San Miguel, Lima	2013	Vivienda	438.47 m ²

Nota. Esta tabla muestra los principales proyectos en los que ha colaborado la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C.

Adicionalmente, la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C. realizó proyectos de vivienda unifamiliares y multifamiliares para personas naturales, que según el requerimiento del cliente se trabajaron con la metodología tradicional o BIM.

Algunos de los proyectos en los que he colaborado a lo largo de mi trayectoria profesional en la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C. son los siguientes:

Proyecto 1

El Edificio Comercial Canta Plaza, se encuentra ubicado en el terreno donde se encontraba el Centro Comercial Inmaculada Concepción, el proyecto se encuentra conformado por dos sótanos (estacionamiento) y tres pisos superiores (puestos venta y puesto de comida). De este proyecto, se seguirá profundizando su proceso de elaboración en el presente trabajo de investigación.

Figura 2

Vista 3D del proyecto Edificio Comercial Canta Plaza



Proyecto 2

El Polideportivo Municipal de Chancay, se encuentra ubicado en las esquinas de la Av. 1ro de Mayo y Calle Pedro Venegas del distrito de Chancay, el proyecto presenta dos grandes sectores en los que se desarrollan el Coliseo y la Piscina Semiolímpica. Dentro de estos dos sectores se distribuyen todos los ambientes que pertenecen a una de las cinco zonas del proyecto: Coliseo, Piscina Semiolímpica, Administración, Cafetería y Mantenimiento.

Figura 3

Vista 3D del proyecto Polideportivo Municipal de Chancay



Proyecto 3

El Polideportivo San Juan de Milpo se desarrolló en diferentes niveles por las condiciones topográficas, el piso 1 (equivalente a la cota topográfica 4,171.00 msnm.) es donde se desarrolla los dos sectores principales, los cuales tienen un desnivel variable con el exterior, el pavimento exterior tiene una pendiente de 2.28% desde el ingreso principal y el coliseo de losas múltiples se encuentra la plazoleta.

Figura 4

Vista 3D del proyecto Polideportivo San Juan de Milpo



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Definición de BIM

BIM es el acrónimo de “Building Information Modeling”, que traducido al español significa “Modelado de información para la construcción”, el cual es un grupo de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un área virtual [...]” (BIM Dictionary, definición 1).

La metodología BIM emplea herramientas informáticas para la gestión de un proyecto de edificaciones o infraestructura, por medio de un banco de datos gráficos que permite crear un modelo tridimensional inteligente de una edificación o infraestructura, que cuenta con información gráfica (representación gráfica 3D) y no gráfica (especificaciones técnicas, estados de avance y etc.) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

De la misma manera, en el artículo 2 del Decreto Supremo N° 108-2021-EF define BIM como “una metodología de trabajo colaborativo para la gestión de la información de una inversión pública, que hace uso de un modelo de información creado por las partes involucradas, para facilitar la programación multianual, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura pública, asegurando una base confiable para la toma de decisiones” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

Mientras tanto, la Norma Técnica Peruana ISO 19650-1, define que BIM es el “uso de representación digital compartida de un activo construido, para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, con la finalidad de contar con una base confiable para la toma de decisiones” (Instituto Nacional de Calidad, 2021, pág. 8).

2.1.2. *Plan de Ejecución BIM (PEB)*

También conocido como BEP por sus siglas en inglés, “es un documento que describe cómo el equipo de ejecución se ocupará de los aspectos de gestión de la información de la designación”. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2023, pág. 36).

El PEB debe ser elaborado y suscrito por el Coordinador BIM del Consultor y aprobado por el Coordinador BIM de la Entidad donde se describen los alcances para la implementación de Metodología BIM que serán aplicados al proyecto. (La Contraloría General de la República del Perú, 2022, pág. 4)

Como indica La Contraloría General de la República del Perú (2022) “El PEB debe contener como mínimo:

- Objetivos generales y específicos
- Roles y personal de la organización incluyendo los roles del personal de la Entidad y de la Supervisión.
- Alcances BIM generales y específicos al proyecto.
- Definición de nombres de los modelos.
- Definición de nombres de los reportes de observación.
- Definición del Entorno Común de Datos, estructura de carpetas, estados y matriz de permisos por carpetas y documentos.
- Infraestructura tecnológica, versiones y formato de entrega. El PEB elaborado en todo su contenido será adecuado específicamente al uso de los softwares de modelado propuestos por el Consultor.
- Las consideraciones previas para obtener el Modelo BIM.
- Procedimientos y formatos para realizar el Control de Calidad de los Modelos BIM y sus entregables.
- Flujo de Trabajo e Información de todos los procesos de colaboración e intercambio de información.
- Técnicas de modelado por cada especialidad a aplicar por el Consultor para la elaboración de los modelos BIM.”

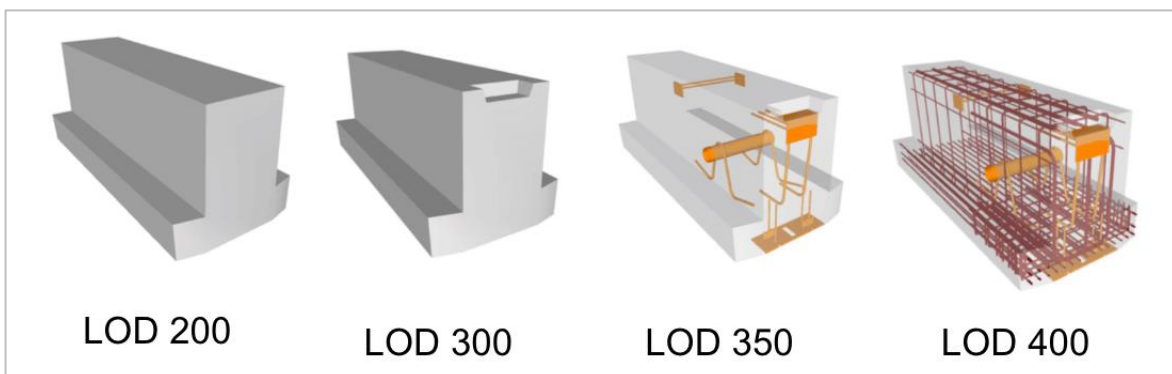
2.1.3. Nivel de desarrollo BIM

También conocido como LOD por las siglas en inglés “Level of Development”, es el nivel de información que posee un elemento del modelo donde incluye geometría y especificaciones de los componentes (The American Institute of Architects, 2008, pág. 2), los cuales se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- LOD100 - Conceptual: El elemento del modelo puede representarse gráficamente en el modelo con un símbolo o alguna representación genérica.
- LOD200 - Geometría: El elemento del modelo es reconocible gráficamente mediante sus características geométricas (tamaño, forma, ubicación y etc.).
- LOD300 - Construcción: El elemento del modelo se representa gráficamente como objetos, sistemas o conjunto específico incluyendo sus características geométricas.
- LOD350- Coordinación y colisiones: El elemento del modelo se representa gráficamente como objetos, sistemas o conjunto específico incluyendo sus características geométricas y adicionalmente se incluye soportes y conexiones.
- LOD400 - Fabricación: Toda la información gráfica de LOD 350, adicionalmente se incluye información de los elementos para su fabricación.
- LOD500 – As Built: Toda la información gráfica de LOD 400, adicionalmente se considera representar lo que realmente está construido (BIM FORUM, 2019).

Figura 5

Nivel de desarrollo BIM



Nota. Esta imagen muestra la diferencia entre cada uno de los niveles de desarrollo BIM. Adaptado de *MundoBIM* [Fotografía] (<https://mundobim.com/2017/03/level-of-development-lod-bim/>).

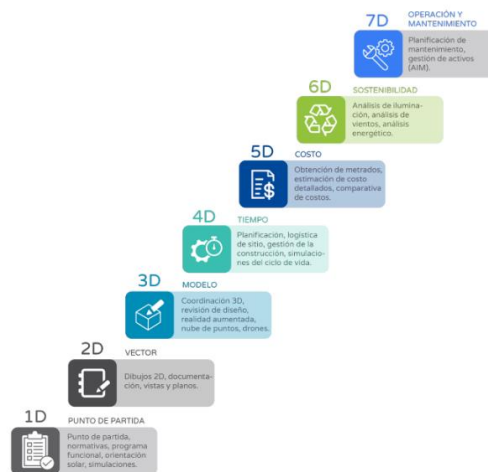
2.1.4. Dimensiones BIM

Son el ciclo de vida de un proyecto BIM, que comienza desde la concepción de la idea hasta la operación y mantenimiento de este, a continuación, se detalla las 7 dimensiones BIM:

- 1D Punto de partida: En esta dimensión se establece la concepción de la idea de proyecto con estudios de viabilidad, estimaciones y entre otros.
- 2D Vector: En esta dimensión se establece el flujo de trabajo y estudios para el desarrollo del proyecto.
- 3D Modelo: Corresponde al modelo 3D del proyecto representando información geométrica por medio de elementos integrados (muros, columnas, vigas y etc.).
- 4D Tiempo: En esta dimensión se establece los plazos de ejecución y logros cumplidos.
- 5D Costo: En esta dimensión se incorpora el control de costes y estimación de gastos del proyecto
- 6D Sostenibilidad: En esta dimensión se realizan simulaciones de los sistemas de ahorro energético y gestión de recursos.
- 7D Operación y mantenimiento: En esta dimensión se gestiona el ciclo de vida del proyecto y sus servicios derivados (Cappuyns, 2020, págs. 40, 41).

Figura 6

Dimensiones BIM



Nota. Esta imagen muestra las 7 dimensiones de BIM, indicando la información que contiene. Adaptado de “Guía Nacional BIM, Gestión de la Información para inversiones desarrolladas en BIM, Versión 1” (p. 151), por Ministerio de Economía y Finanzas.

2.1.5. Usos BIM

Al iniciar el desarrollo de un proyecto con BIM, es importante definir los usos BIM que serán empleados, en base a los objetivos y requisitos del proyecto.

Los Usos BIM Nacionales, son 28 métodos de aplicación de BIM que se definen a través de procesos que se pueden relacionar con cada fase del ciclo de inversión para alcanzar los objetivos (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, págs. 24-28), los cuales son:

Tabla 2

Listado de Usos BIM Nacionales

Usos BIM
1. Levantamiento de condiciones existentes
2. Análisis de entorno físico
3. Diseño de especialidades
4. Elaboración de documentación
5. Visualización 3D
6. Coordinación de la información
7. Análisis del programa arquitectónico
8. Estimación de cantidades y costos
9. Revisión de diseño
10. Análisis estructural
11. Análisis lumínico
12. Análisis energético de las instalaciones
13. Análisis de constructibilidad
14. Análisis de otras ingenierías
15. Evaluación de sostenibilidad
16. Supervisión del modelo de información
17. Detección de interferencias e incompatibilidades
18. Planificación de la fase de ejecución
19. Diseño de sistemas constructivos para la ejecución
20. Fabricación digital
21. Planificación de obras preliminares y provisionales

22. Control de equipos para montajes
23. Modelo de información As-built
24. Gestión de activos
25. Programación de operación y mantenimiento
26. Análisis de los sistemas del activo
27. Gestión y seguimiento del espacio del activo
28. Planificación y prevención de desastres

Nota. Esta tabla muestra el listado de los 28 Usos BIM Nacionales

Figura 7

Usos BIM Nacionales relacionados con las fases del ciclo de inversión



Nota. Esta imagen muestra los 28 Usos BIM Nacionales, indicando las fases del ciclo de inversión que le corresponde a cada uno de ellos. Adaptado de “Guía Nacional BIM, Gestión de la Información para inversiones desarrolladas en BIM, Versión 1” (p. 29), por Ministerio de Economía y Finanzas.

2.1.6. Beneficios del BIM

Los principales beneficios del BIM son los siguientes:

Tabla 3

Beneficios del BIM en las fases de un proyecto

Etapas del proyecto			
Preconstrucción	Diseño	Construcción y fabricación	Posconstrucción
Concepto, viabilidad y beneficios de diseño	Visualización temprana y más precisa	Uso del diseño para la fabricación de componentes	Mejora la puesta en marcha y la entrega de las instalaciones
Aumento del desempeño y la calidad del edificio	Corrección automática cuando se realizan modificaciones	Reacción rápida a los cambios de diseño	Mejor gestión y operación de las instalaciones
Colaboración mejorada por medio de la Entrega Integrada de Proyectos (IPD)	Generación automática de dibujos en 2D	Descubrimiento de errores antes de que comience la construcción	Integración con la gestión de instalaciones
	Colaboración temprana entre disciplinas	Sincronización del diseño y planificación y de la construcción	
	Estimaciones de costos automáticas	Sincronización de las adquisiciones con el diseño y la construcción	

Nota. Esta tabla muestra los diferentes beneficios del BIM en cada una de las fases un proyecto.

2.1.7. Roles BIM

Son funciones que se le designa un grupo de personas en el desarrollo de un proyecto aplicando BIM, teniendo que asumir diversas responsabilidades con la finalidad de cumplir con el proceso de Gestión de la Información BIM (Ministerio de Economía y Finanzas, 2023, pág. 61), los cuales se detallan a continuación:

Tabla 4

Roles BIM y sus principales responsabilidades

Rol	Principales responsabilidades
Líder BIM	Desarrollar estrategias y procesos de implementación BIM
Gestor BIM	Gestionar la información y desarrollar el Plan de Ejecución BIM (BEP)
Coordinador BIM	Coordinar la elaboración del modelo de información
Modelador BIM	Desarrollar los modelos de información, según su especialidad
Supervisor BIM	Revisa y validar los modelos de información generados por parte del equipo de Ejecución

Nota. Esta tabla muestra el listado de los roles BIM indicando sus principales responsabilidades.

2.1.8. Trabajo Colaborativo

Es el proceso de desarrollo de un proyecto de edificación o construcción en el que la totalidad de los actores involucrados se centran en obtener beneficios en común de un conjunto de tareas que realizan durante el ciclo de vida, teniendo como finalidad que la generación de información sea coordinada, independientemente de la forma de contrato. (PlanBim, 2019, pág. 34)

Para realizar un correcto trabajo colaborativo en BIM se requiere de comunicación y transparencia entre todas las partes involucradas, con el objetivo de planificar el desarrollo de las inversiones como un equipo articulado. La correcta planificación permite que se pueda reutilizar la información para diversos propósitos, dando como resultados que se genere información para los diferentes niveles jerárquicos entre los equipos de trabajo. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2023, pág. 213).

2.1.9. Entorno de datos comunes

“El entorno de datos comunes tiene un rol fundamental en el desarrollo de trabajo colaborativo y la gestión de la información para el desarrollo de inversiones aplicando BIM” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2023, pág. 217).

Se le conoce como CDE, por sus siglas en inglés “Common Data Environment”. Es la fuente de información utilizada por el equipo del proyecto en las inversiones desarrolladas mediante la aplicación de BIM para recopilar, gestionar y distribuir cada contenedor de información generada por los involucrados en la inversión. (UK BIM Framework, 2020)

El equipo del proyecto se encuentra formado por tres partes: parte que designa, parte designada principal y la parte designada.

2.1.10. Término de Referencia (TDR)

Términos de referencia, su abreviatura es TDR, es un documento proporcionado por la Entidad donde se describe los alcances respecto al diseño del expediente técnico y construcción que debe tener en cuenta el Consultor. (La Contraloría General de la República del Perú, 2022, pág. 4)

2.1.11. Requisitos de información del empleador (EIR)

EIR que por sus siglas en inglés “Employer’s information requirement” en español significa “Requisitos de información del empleador”, es un documento que contiene requisitos de información que el cliente establece en el proyecto que será desarrollado bajo la metodología BIM.

2.1.12. Softwares BIM

Revit. Es un programa para BIM utilizado principalmente por arquitectos, ingenieros y personas ligadas a la construcción, que permite crear un solo modelo que cuente con todas especialidades del proyecto, dicho programa cuenta con información del modelo a partir de la realización de dibujos y documentos (Autodesk, s.f.).

El software Revit cuenta con tres aplicaciones: Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP. El Revit Architecture es compatible con el AutoCAD 2D, estos archivos del AutoCAD pueden ser importados para generar nuevos modelos en Revit, este programa cuenta con funciones similares al AutoCAD 3D, el Revit Structure se utiliza para modelar todo tipo de sistemas estructurales, el Revit MEP se utiliza para el modelado de instalaciones eléctricas, mecánicas y sanitarias. Dichos programas de Revit, consta de una base de datos centralizada para que todos los cambios se actualicen de manera progresiva al avance de cada especialidad. (Azhar y otros, 2008)

Navisworks. Es un programa usado para mejorar la revisión y coordinación de proyectos mediante el BIM, dicho programa permite combinar los datos de diseño y construcción en un solo modelo e identificar y resolver los problemas de interferencia en la construcción. Además, a partir del modelo 3D se puede simular elementos de costos y gestión del proyecto (Autodesk, s.f.).

Cypecad. Es un software BIM que permite diseñar, editar, calcular y dimensionar las estructuras de una edificación y finalmente obtener listados y planos. (CYPE Ingenieros S.A.)

2.1.13. Expediente Técnico

De acuerdo al Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado - OSCE (s.f.) sostiene que:

“Es el conjunto de documentos de carácter técnico y/o económico que permiten la adecuada ejecución de una obra, el cual comprende la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto de obra, valor referencial, fecha del presupuesto, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios”. (pág. 19)

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Descripción de la experiencia profesional

En agosto del 2020, después de levantadas las medidas de inmovilización social obligatoria por la pandemia de COVID-19, postulé a la empresa BITLAB 3D DISEÑO Y ARQUITECTURA S.A.C. como practicante preprofesional de Ingeniería Civil, por medio de una convocatoria publicada en plataformas digitales y después de realizar todo el proceso de selección, fui elegido para tomar el puesto. En dicha empresa, realice funciones de elaboración de proyectos a nivel estructural con el asesoramiento de los especialistas y el modelamiento de arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas y sanitarias en el programa REVIT, en ese año para ampliar mis conocimientos estudie Revit Estructure, Revit Mep en SENCICO.

En enero del 2021, después de egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, el gerente general de la empresa BITLAB 3D DISEÑO Y ARQUITECTURA S.A.C., quien es también gerente general de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C., me promovió a dicha empresa con el cargo Coordinador BIM de Proyectos, para desarrollar proyectos de gran envergadura y diversas tipologías, como son el Edificio Comercial Canta Plaza y Polideportivo Municipal de Chancay, en dicha empresa realice funciones como coordinar los procesos con el equipo de trabajo, revisar las incompatibilidades e interferencias del modelo de información, así mismo, para continuar con mi crecimiento profesional estudie un Programa de Alta Especialización de Coordinador de Proyectos BIM en la Escuela de Construcción Digital en el año 2022.

En el año 2023, inicie mis estudios del Curso Especializado de BIM Management en la Escuela de Posgrado de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) para ampliar mis conocimientos en la metodología BIM. En el presente año, estuve desempeñado el cargo de Coordinador BIM en la empresa ARQKON S.A.C. desarrollando el Expediente Técnico del Proyecto I.E. Juan Velasco Alvarado, que pertenece al Paquete N° 2 del Proyecto Especial de Inversión Pública Escuelas Bicentenario (PEIP). Actualmente, fui promovido al cargo de Coordinador BIM de Metrados de las 7 Escuelas Bicentenario que se vienen realizando en la empresa.

3.2. Descripción de las funciones realizadas en la empresa

Las funciones que desempeñe con el cargo de Coordinador BIM en la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C. son las siguientes:

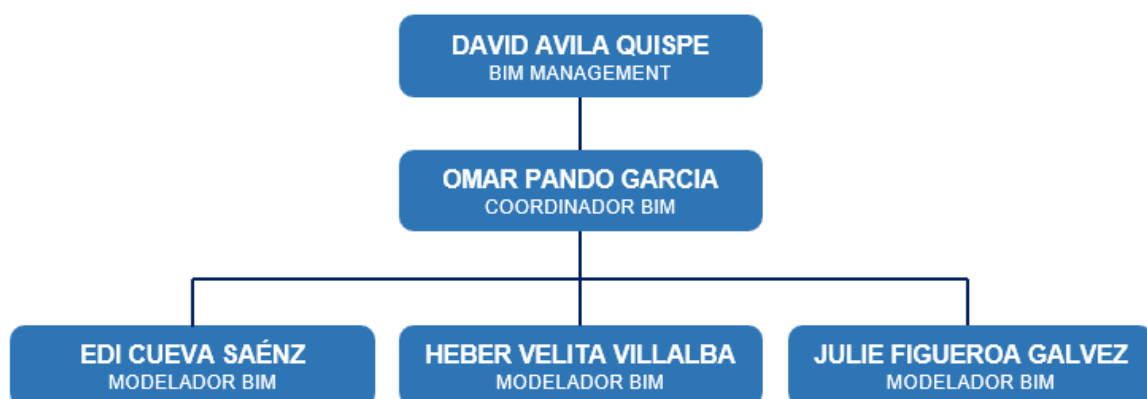
- Establecer los planes para el modelo del proyecto.
- Organizar y coordinar los procesos con el equipo de trabajo.
- Revisar el modelo del proyecto.
- Coordinar la integración de los modelos de las distintas especialidades.
- Coordinar con los especialistas los cambios que se estén realizando en el diseño para plasmarlo en el modelo.
- Revisar y plantear soluciones a las incompatibilidades e interferencias del modelo del proyecto
- Verificar que el modelo cuente con la información contenida con el cliente.
- Extraer documentación a partir del modelo del proyecto.

3.3. Equipo Técnico

El equipo técnico responsable de la elaboración del expediente técnico del proyecto “Edificio Comercial Canta Plaza” es el siguiente:

Figura 8

Equipo Técnico de Edificio Comercial Canta Plaza



Nota. Esta imagen muestra los nombres de los profesionales involucrados en la elaboración del proyecto.

3.4. Descripción del proyecto

Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado la Av. 26 de Junio S/N, Mz. 148, Lt. 8, en el Centro Poblado de Canta, distrito y provincia de Canta y departamento de Lima, a la altura del km. 98 de la carretera Lima-Canta al noreste de la ciudad de Lima.

Figura 9

Localización del proyecto



Nota. Esta imagen muestra la localización del proyecto en relación con el distrito de Canta.

Figura 10

Ubicación del proyecto



Nota. Esta imagen muestra la ubicación del terreno del proyecto.

Generalidades

El proyecto Edificio Comercial Canta Plaza, es un proyecto privado promovido por la Cooperativa de Ahorro y Crédito Inmaculada Concepción de Canta LTDA. (CREDICANTA). A requerimiento de dicha empresa, se propone un Centro Comercial en la misma ubicación donde anteriormente se ubicaba “El Centro Comercial Inmaculada Concepción”.

El área del terreno donde se desarrolla el proyecto es 513.70 m² y el perímetro es 105.318 ml. El proyecto se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Tabla 5

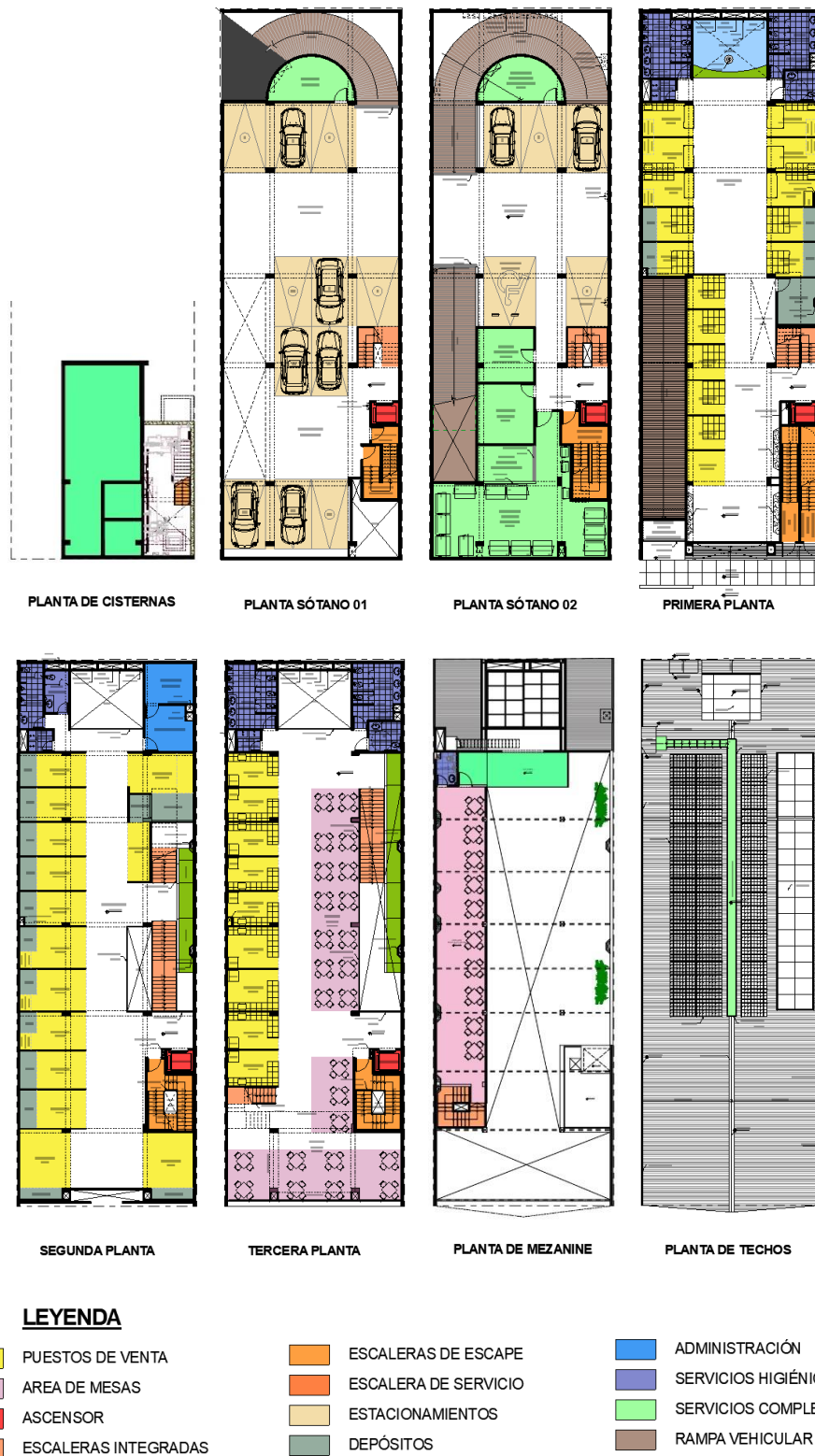
Cuadro de áreas del proyecto

PISOS	ÁREA TECHADA
SÓTANO 02	390.69 m ²
SÓTANO 01	506.29 m ²
PISO 1	441.29 m ²
PISO 2	449.68 m ²
PISO 3	488.04 m ²
MEZANINE	145.02 m ²
CUARTO DE BOMBAS	21.42 m ²
CISTERNAS	82.86 m ²
	2442.43 m²

Como idea principal se plantea que el proyecto sea un hito comercial y turístico del lugar, no solo un espacio donde se puedan desarrollar actividades comerciales, sino también momentos de distracción y ocio. El proyecto está conformado por dos sótanos y tres niveles superiores. En los dos sótanos se encuentran los estacionamientos y servicios generales. En el primer nivel se encuentran los puestos de venta y servicios higiénicos. En el segundo nivel se encuentran los puestos de venta, servicios higiénicos y administración. En el tercer nivel se encuentran los puestos de venta de comidas, área de mesas (patio de comidas), servicios higiénicos y un mezanine. En total hay 39 puestos, 30 puestos de venta y 9 puestos de venta de comida.

Figura 11

Plantas de zonificación del proyecto



Nota. Esta imagen muestra con los colores, según la leyenda como se encuentra zonificado el proyecto.

3.5. Desarrollo del proyecto

La elaboración del expediente técnico del “Edificio Comercial Canta Plaza” se realizó con las herramientas BIM mediante el uso de los softwares Revit y Navisworks, el cual se desarrolla conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), así como a las Ordenanzas y Parámetros Urbanísticos y Edificatorios del distrito.

Se elaboró un Plan de Ejecución BIM (PEB), en el cual se definió los alcances y limitaciones que debieron de tener los modelos BIM y de qué manera todos los involucrados en el proyecto utilizaron las herramientas BIM bajo un mismo esquema de trabajo, este documento se realizó previo a la realización de los planos porque se debe tener el PEB como referencia para tener claro cómo se va llegar el proyecto.

El PEB del presente proyecto es un documento conformado por 15 capítulos, los cuales son: introducción, información general, contactos, roles y responsabilidades, alcances BIM del proyecto, procedimientos de colaboración, nivel de desarrollo, control de avance, exclusiones, control de calidad, generalidades del modelo, estandarización, entregables, alcances y limitaciones e infraestructura tecnológica.

Dicho documento contuvo los objetivos BIM del proyecto los cuales fueron los siguientes:

- Garantizar que, durante la fase de diseño, los esfuerzos se centren en establecer los mejores criterios de cálculo y análisis.
- Reducir los conflictos entre especialidades mediante la detección de interferencias en los diferentes modelos de información tanto por software como por inspección visual.
- Garantizar la coherencia de información estableciendo que toda la información relativa a los planos se derive directamente de los modelos de información.
- Implementar dentro de las directrices el desarrollo de los modelos de información que se utilizarán en la fase de operación y mantenimiento
- Permitir a todas las partes interesadas entender el proyecto desde una fase temprana
- Consolidar todos los datos técnicos y de diseño en una única fuente de información en un entorno común.

Elaboración de Anteproyecto

El proyecto inicia definiendo el requerimiento del cliente y planteando las necesidades del usuario. Posteriormente, el equipo técnico realizó una visita al terreno y realizó un levantamiento topográfico con el uso de una estación total convencional, para obtener información para dar inicio al anteproyecto.

Figura 12

Visita al terreno



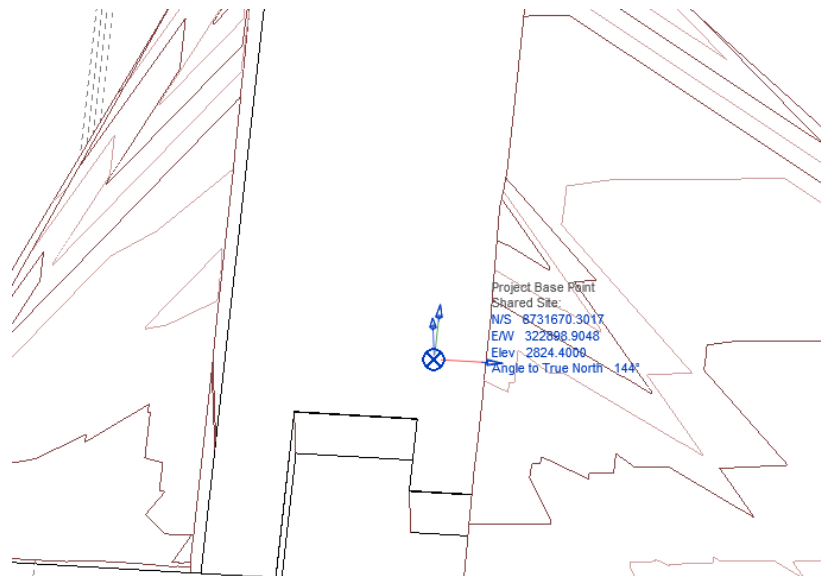
Nota. Esta imagen fue tomada el día que se realizó la visita al terreno con el equipo técnico.

El equipo técnico de arquitectura realizó el programa arquitectónico, zonificación y vista frontal de la fachada para presentarle tres propuestas al cliente y puedan optar por una de ellas, después de definida la propuesta se ingresó el levantamiento topográfico para formar el modelo 3D de la topografía en el programa Revit y continuar con el modelamiento de la propuesta arquitectónica y se realizaron los planos de ubicación, arquitectura y memoria descriptiva, los cuales se ingresaron como expediente técnico de “Anteproyecto en Consulta” a la Municipalidad de Canta.

En mi función de coordinador, ingresé los datos obtenidos del estudio topográfico al programa Revit, donde se indicaron las coordenadas del punto base (base point) del proyecto, y estos se reflejaron en todos los modelos de las diferentes especialidades que se encuentran vinculadas a estas coordenadas.

Figura 13

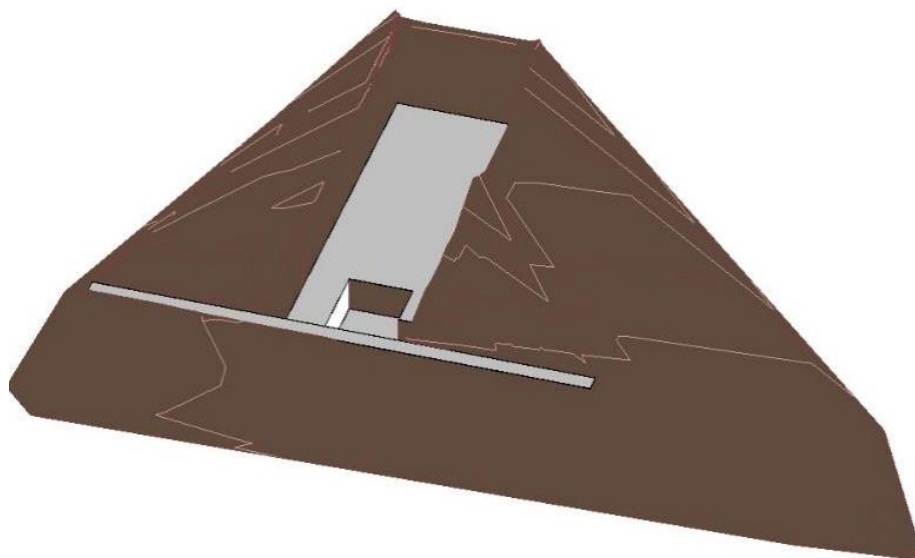
Project Base point del modelo topográfico



Nota. Esta imagen muestra la ubicación del base point del modelo topográfico.

Figura 14

Modelo 3D de emplazamiento del proyecto



Nota. Esta imagen muestra la topografía del terreno y alrededores donde se ejecutó el proyecto.

Desarrollo de especialidades

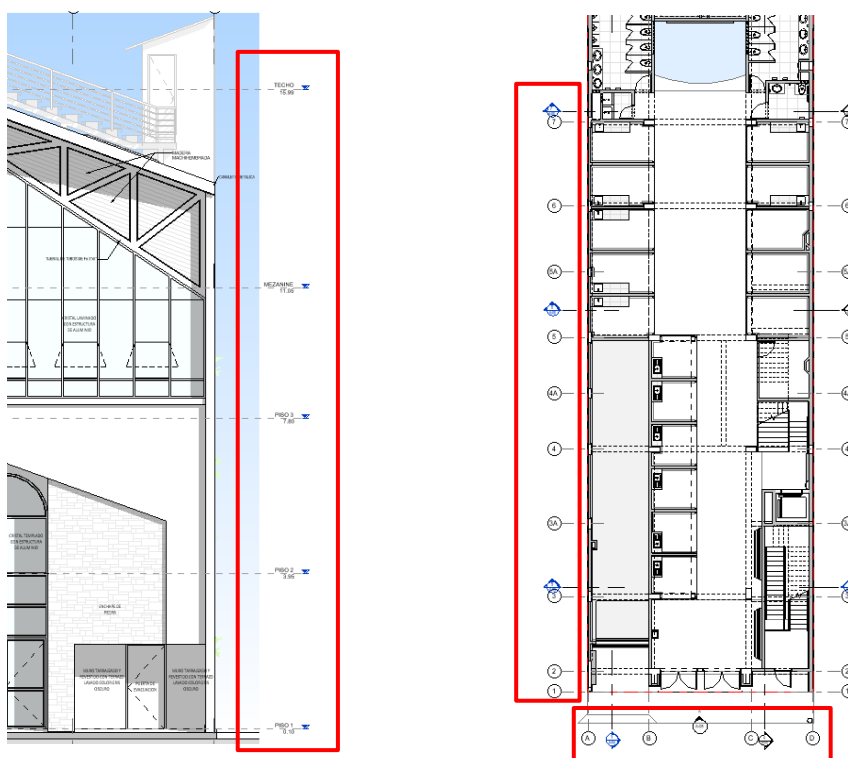
Desarrollo de los modelos

Después de aprobado el anteproyecto, se coordinó con el especialista de arquitectura y se designó a un modelador para continuar con el modelado 3D de la especialidad de arquitectura, generando los elementos arquitectónicos como: muros, pisos, techos puertas, ventanas, escaleras y acabados, colocándole materiales a todos los elementos y agregándole mobiliario interior y exterior, el cual se realizó en LOD 350.

Al iniciar la elaboración del modelado de arquitectura, primero definí los niveles del proyecto y ubiqué los ejes del modelo de arquitectura.

Figura 15

Niveles y ejes del proyecto de la especialidad de arquitectura

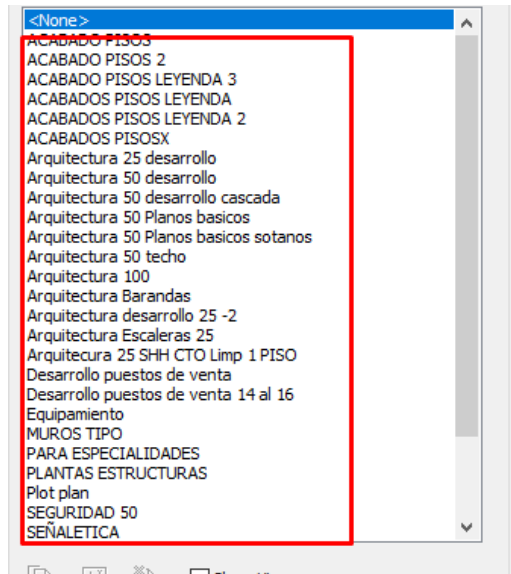


Nota. Esta imagen muestra los niveles y ejes del proyecto de la especialidad de arquitectura.

Luego, genere las plantillas para la elaboración de las vistas en las plantas del modelo de arquitectura.

Figura 16

Plantillas de vista de la especialidad de arquitectura

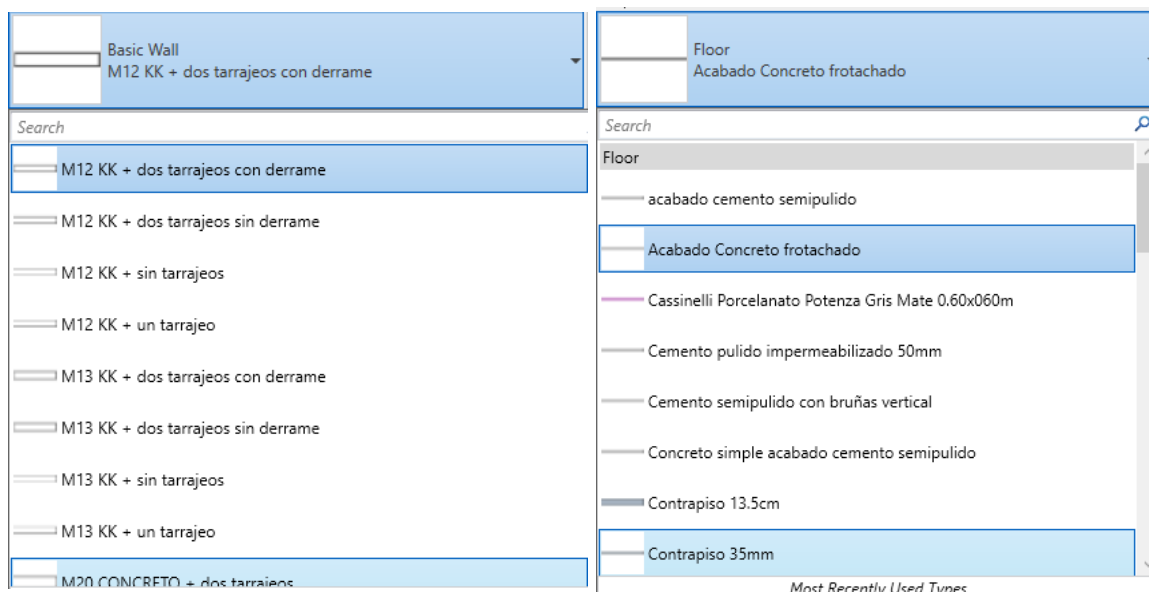


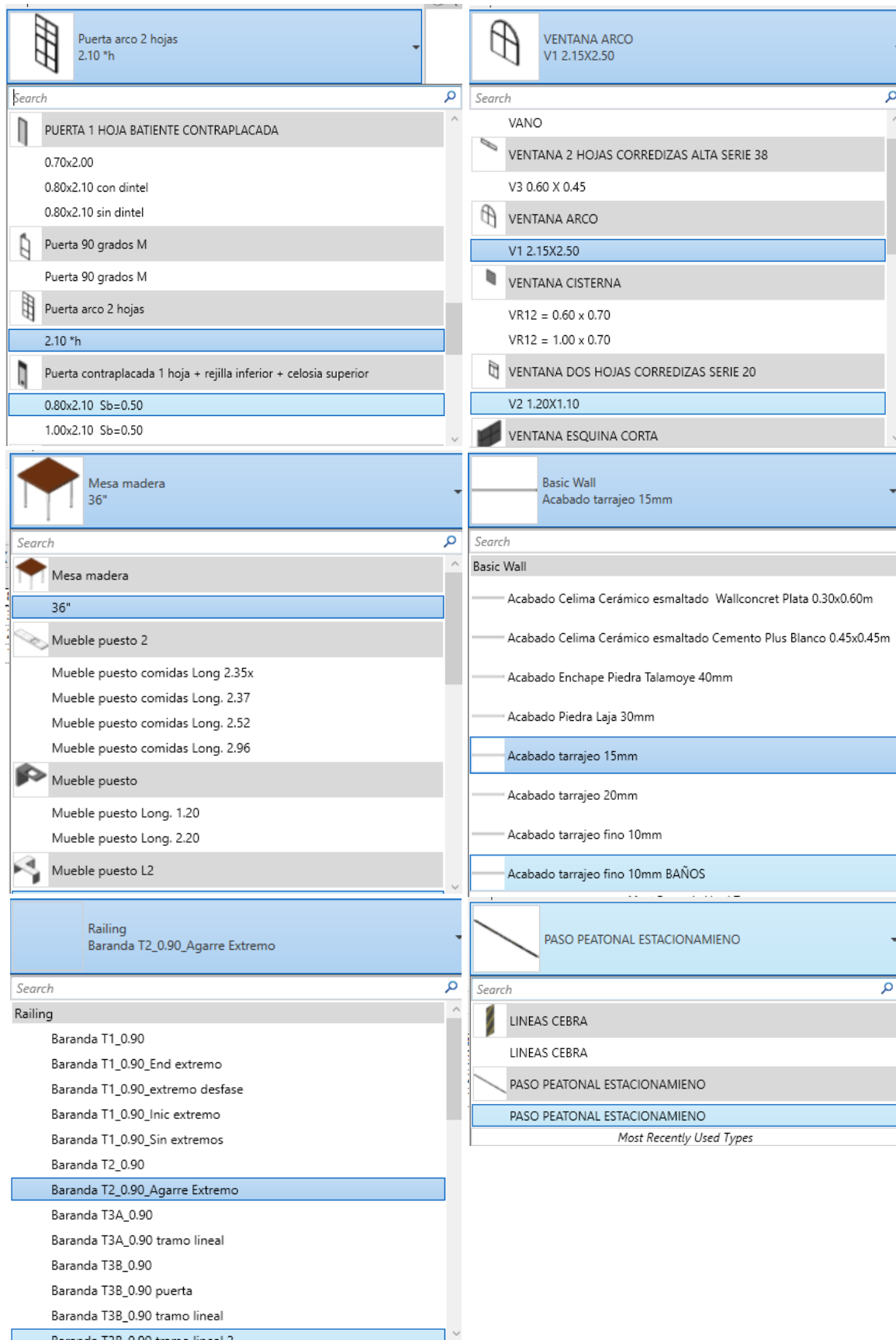
Nota. Esta imagen muestra las plantillas de vistas proyecto.

Después, definí los tipos de elementos que se utilizaran dentro del modelado de arquitectura como las puertas, muros, pisos, ventanas, mobiliario, acabados, barandas y diversos elementos para complementar el modelo arquitectónico.

Figura 17

Elementos del modelado 3D de la especialidad de arquitectura

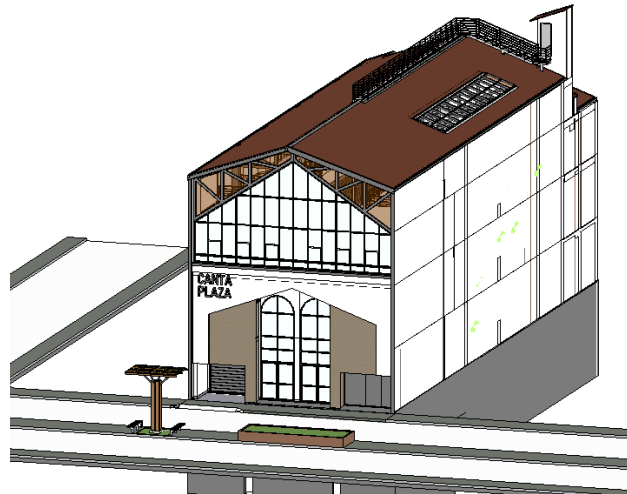




Nota. Esta imagen muestra los elementos arquitectónicos utilizados en el modelo 3D.

Figura 18

Modelo 3D de la especialidad de arquitectura

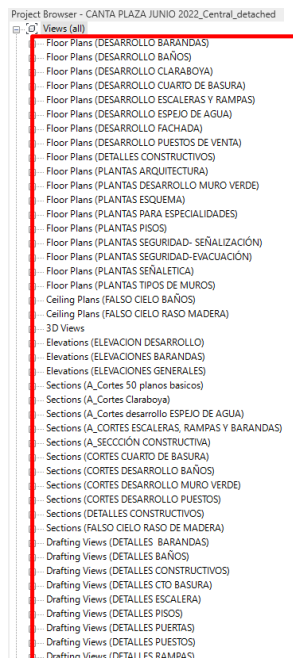


Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D de arquitectura del proyecto.

Además, organicé el project browser, el cual mostraba las vistas en planta de donde se elaboraba el proyecto y las vistas en 3D de la especialidad de arquitectura.

Figura 19

Project browser del modelado 3D de la especialidad de arquitectura



Nota. Esta imagen muestra el organizador de vista del proyecto en la especialidad de arquitectura.

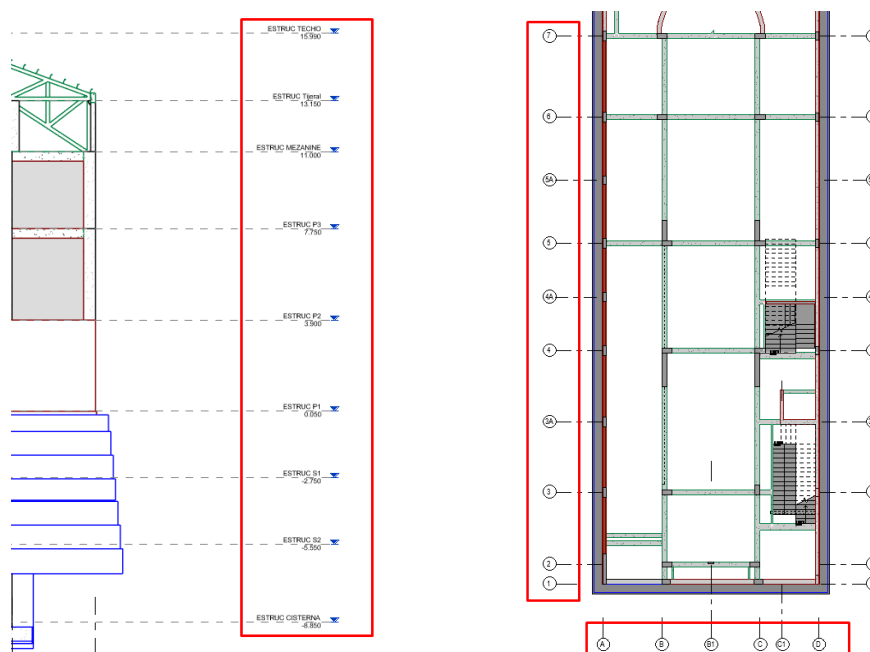
Después de tener el modelo de arquitectura definido, el especialista de estructura procedió a realizar el predimensionamiento de elementos estructurales en el software Cypecad, el especialista de estructura me envió las dimensiones para designar a un modelar a que genere los elementos estructurales en 3D en el software Revit.

Posteriormente, se realizó la compatibilización de las especialidades de arquitectura y estructuras para unificar los diseños, en el cual se identificó que se tenían que realizar algunos cambios en las dimensiones de los elementos estructurales, por lo que, el especialista de estructura realizó un ajuste en el dimensionamiento y procedió a realizar el diseño de acero para todos los elementos estructurales. Teniendo todas cantidades y dimensiones de los aceros, designe a los modeladores BIM para que inicien generando el modelo de acero de cada elemento estructural.

Al iniciar la elaboración del modelado de estructuras, primero definí los niveles del proyecto, respecto a los niveles que se generaron en el modelo de arquitectura y ubiqué los ejes del modelo de estructura.

Figura 20

Niveles y ejes del proyecto de la especialidad de estructuras

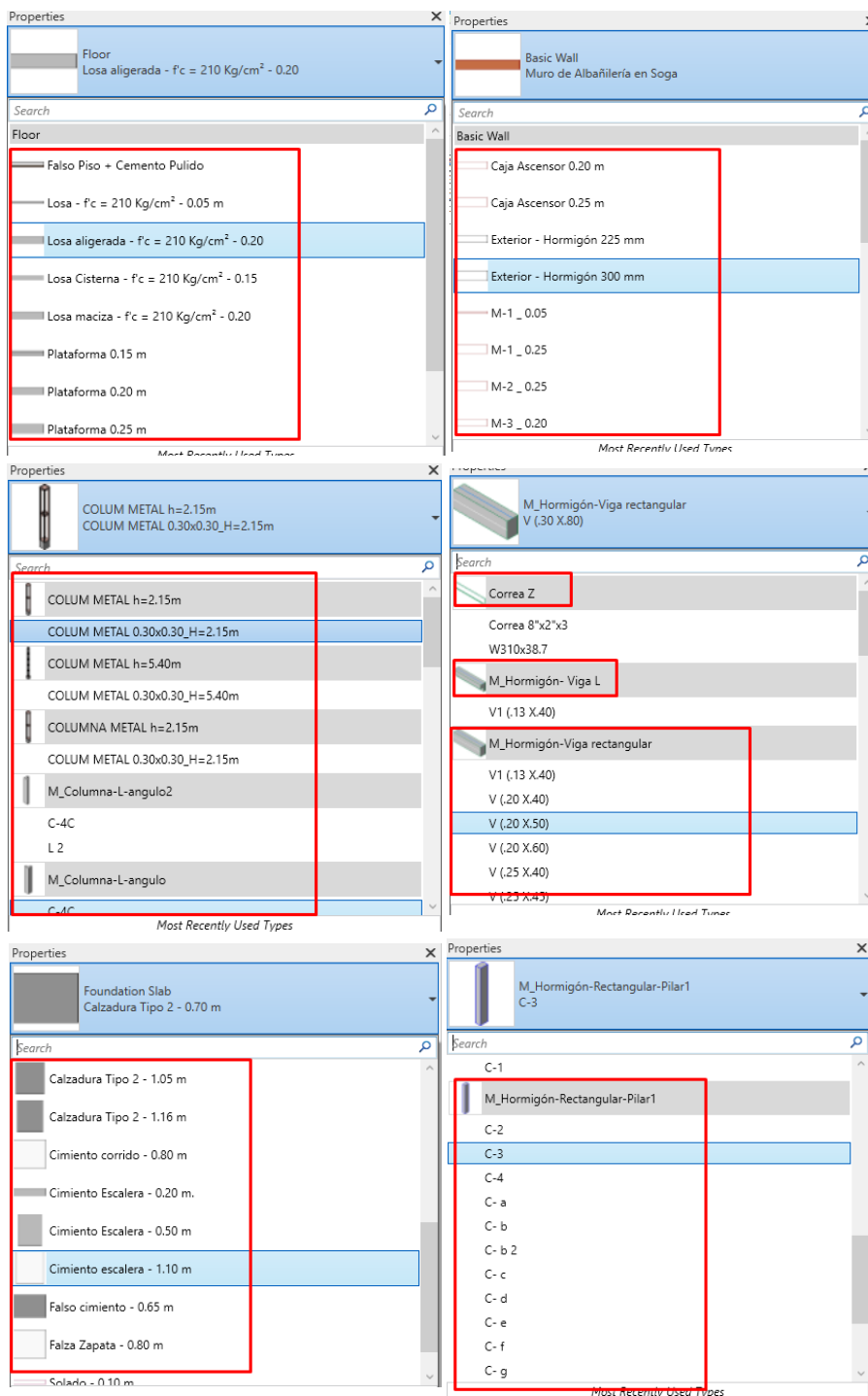


Nota. Esta imagen muestra los niveles y ejes del proyecto de la especialidad de estructuras.

Después, definí los tipos de elementos que se utilizaran dentro del modelado de estructuras como las columnas, muros, pisos, vigas, estructuras metálicas y cimentaciones.

Figura 21

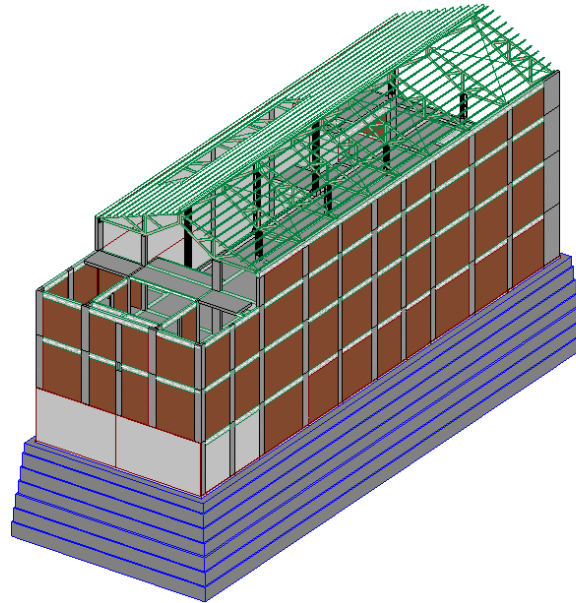
Elementos del modelado 3D de la especialidad de estructuras



Nota. Esta imagen muestra los elementos estructurales utilizados en el modelo 3D.

Figura 22

Modelo 3D de la especialidad de estructura

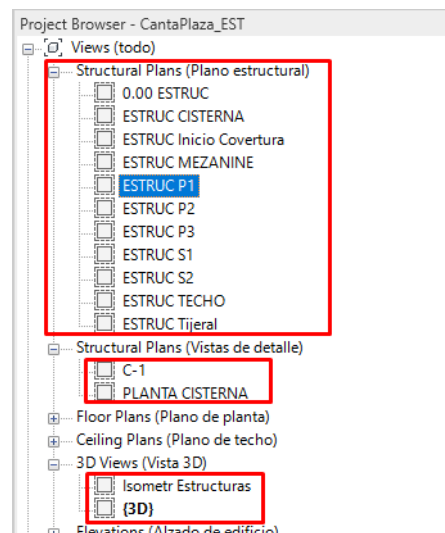


Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D de estructura del proyecto.

Además, organicé el project browser, el cual mostraba las vistas en planta de donde se elaboraba el proyecto y las vistas en 3D de la especialidad de estructuras.

Figura 23. Project browser del modelado 3D de la especialidad de estructuras

Project browser del modelado 3D de la especialidad de estructuras



Nota. Esta imagen muestra el organizador de vista del proyecto en la especialidad de estructuras.

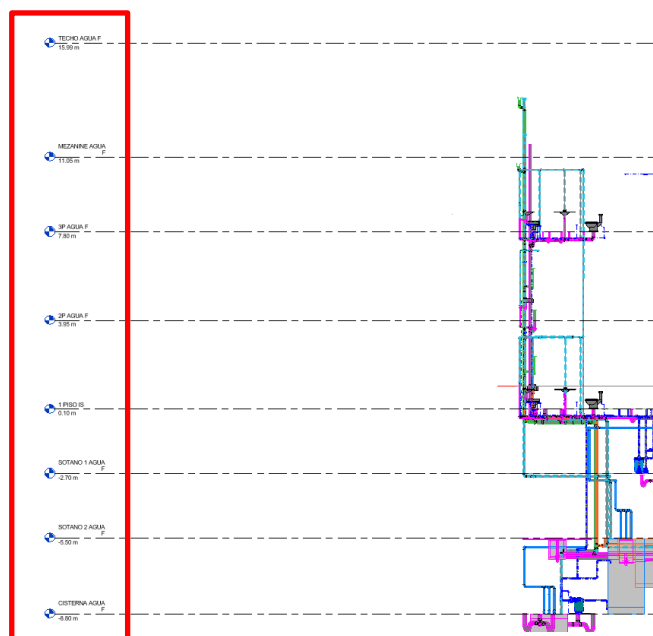
Después de tener el modelo de arquitectura y estructura definido, se le envió dicho archivo al especialista de instalaciones sanitarias para realice el diseño de las instalaciones de agua fría, agua caliente, desagüe, ventilación y ACI. Cuando el especialista de instalaciones sanitarias finalizo los recorridos de las tuberías, me lo envió para que designe a un modelador a generar los elementos de las instalaciones sanitarias y ACI en 3D en el software Revit.

Posteriormente, se realizó la compatibilización de las especialidades de arquitectura entre las instalaciones sanitarias y ACI, en el cual se identificó que se tenían que realizar algunos cambios en el diseño de las instalaciones debido al requerimiento arquitectónico, por lo que, el especialista realizo algunos ajustes en el diseño de las instalaciones y envió un nuevo diseño para que se actualicen dichos cambios en el modelo 3D.

Al iniciar la elaboración del modelado de instalaciones sanitarias, primero definí los niveles del proyecto, respecto a los niveles que se generaron en el modelo de arquitectura.

Figura 24

Niveles del proyecto de la especialidad de instalaciones sanitarias

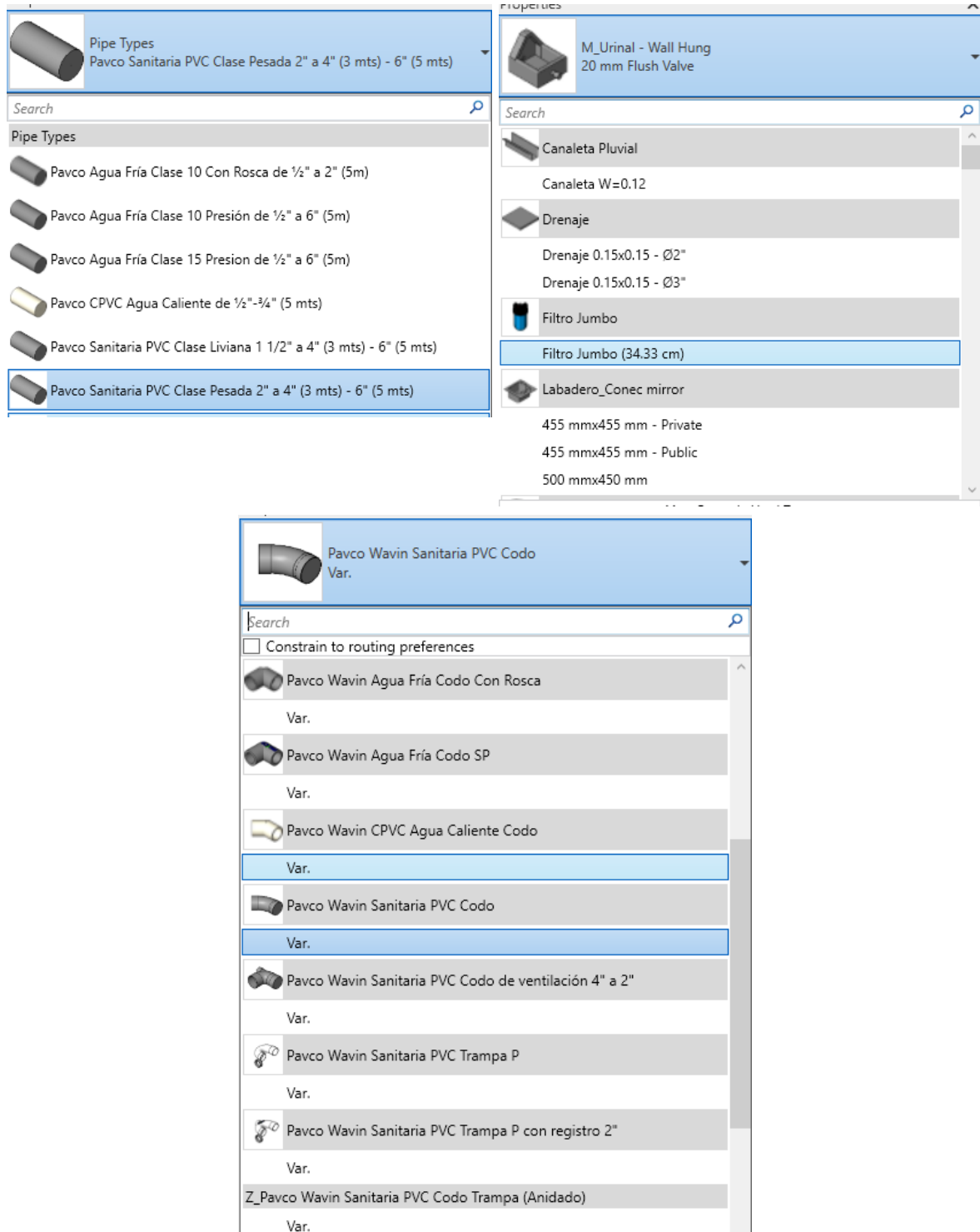


Nota. Esta imagen muestra los niveles del proyecto de la especialidad de instalaciones sanitarias.

Después, definí los tipos de elementos que se utilizaran dentro del modelado de instalaciones sanitarias como las tuberías, accesorios y aparatos sanitarios.

Figura 25

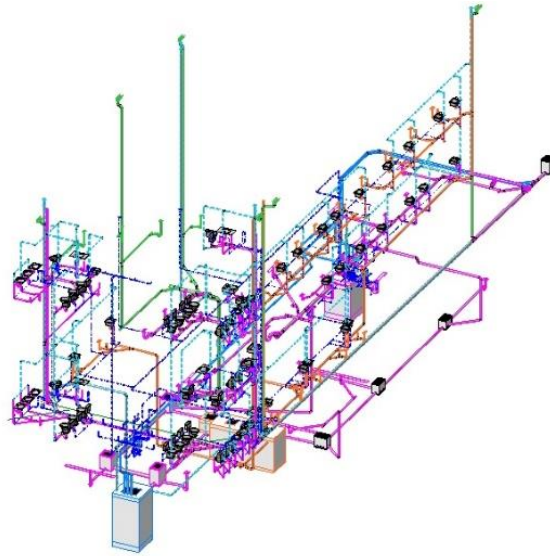
Elementos del modelado 3D de la especialidad de instalaciones sanitarias



Nota. Esta imagen muestra los elementos sanitarios utilizados en el modelo 3D.

Figura 26

Modelo 3D de instalaciones sanitarias

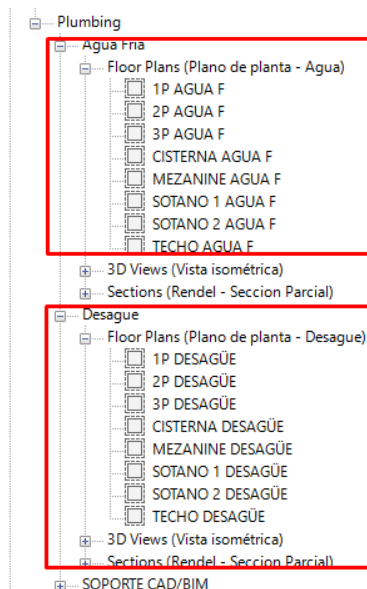


Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D de instalaciones sanitarias del proyecto.

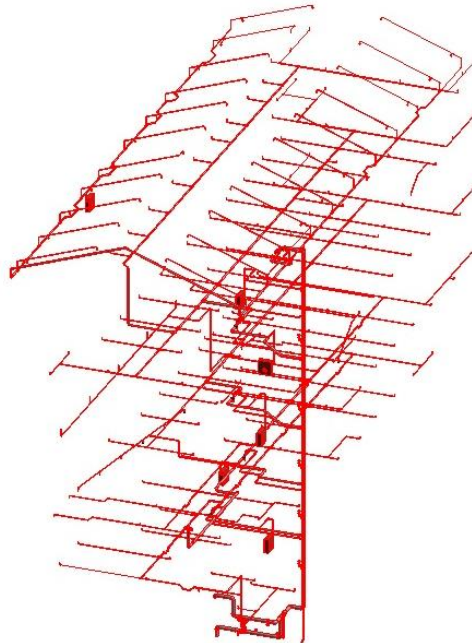
Además, organicé el project browser, el cual mostraba las vistas en planta de donde se elaboraba el proyecto y las vistas en 3D de la especialidad de instalaciones sanitarias.

Figura 27

Project browser del modelado 3D de la especialidad de instalaciones sanitarias



Nota. Esta imagen muestra el organizador de vista del proyecto en la especialidad de instalaciones sanitarias.

Figura 28*Modelo 3D de ACI*

Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D de ACI del proyecto.

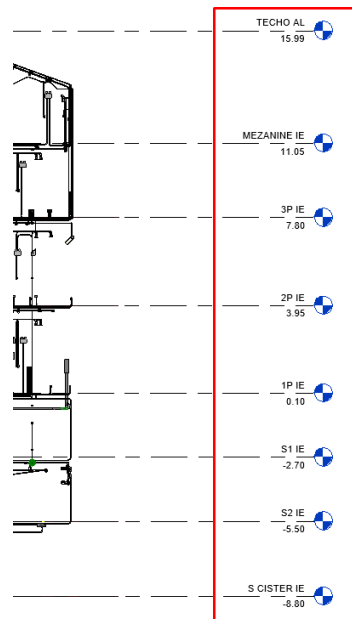
De manera paralela a la realización del diseño de instalaciones sanitarias, se le envió el modelo de arquitectura y estructura definido al especialista de instalaciones eléctricas, el cual realizó el diseño de las instalaciones eléctricas y mecánicas. Una vez se tuvo el diseño, el especialista me envió para que pueda designar a un modelador a generar los elementos de las instalaciones eléctricas y mecánicas en 3D en el software Revit.

Posteriormente, se realizó la compatibilización de las especialidades de arquitectura entre las instalaciones eléctricas y mecánicas, en el cual se identificó que se tenían que realizar algunos cambios en el diseño de las instalaciones debido al requerimiento arquitectónico, por lo que, el especialista realizó algunos ajustes en el diseño de las instalaciones y envió un nuevo diseño para que se actualicen dichos cambios en el modelo 3D.

Al iniciar la elaboración del modelado de instalaciones eléctricas y mecánicas, primero definí los niveles del proyecto, respecto a los niveles que se generaron en el modelo de arquitectura.

Figura 29

Niveles del proyecto de las especialidades de instalaciones eléctricas y mecánicas

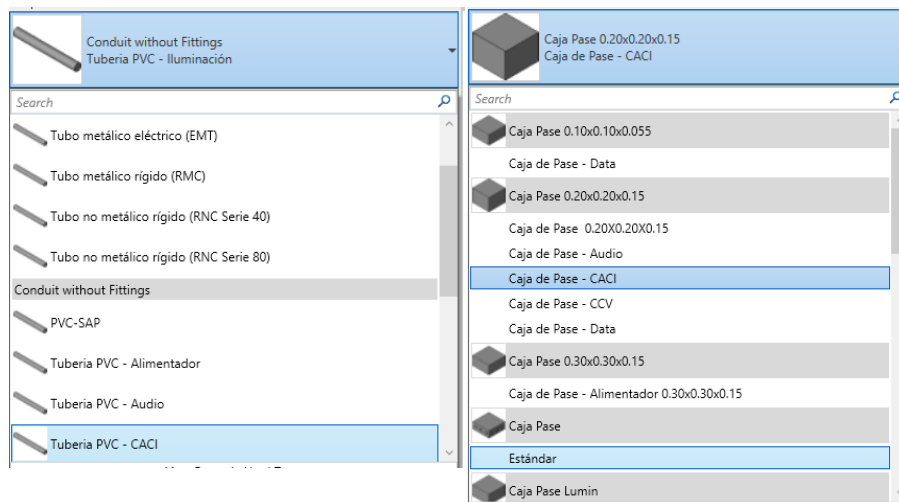


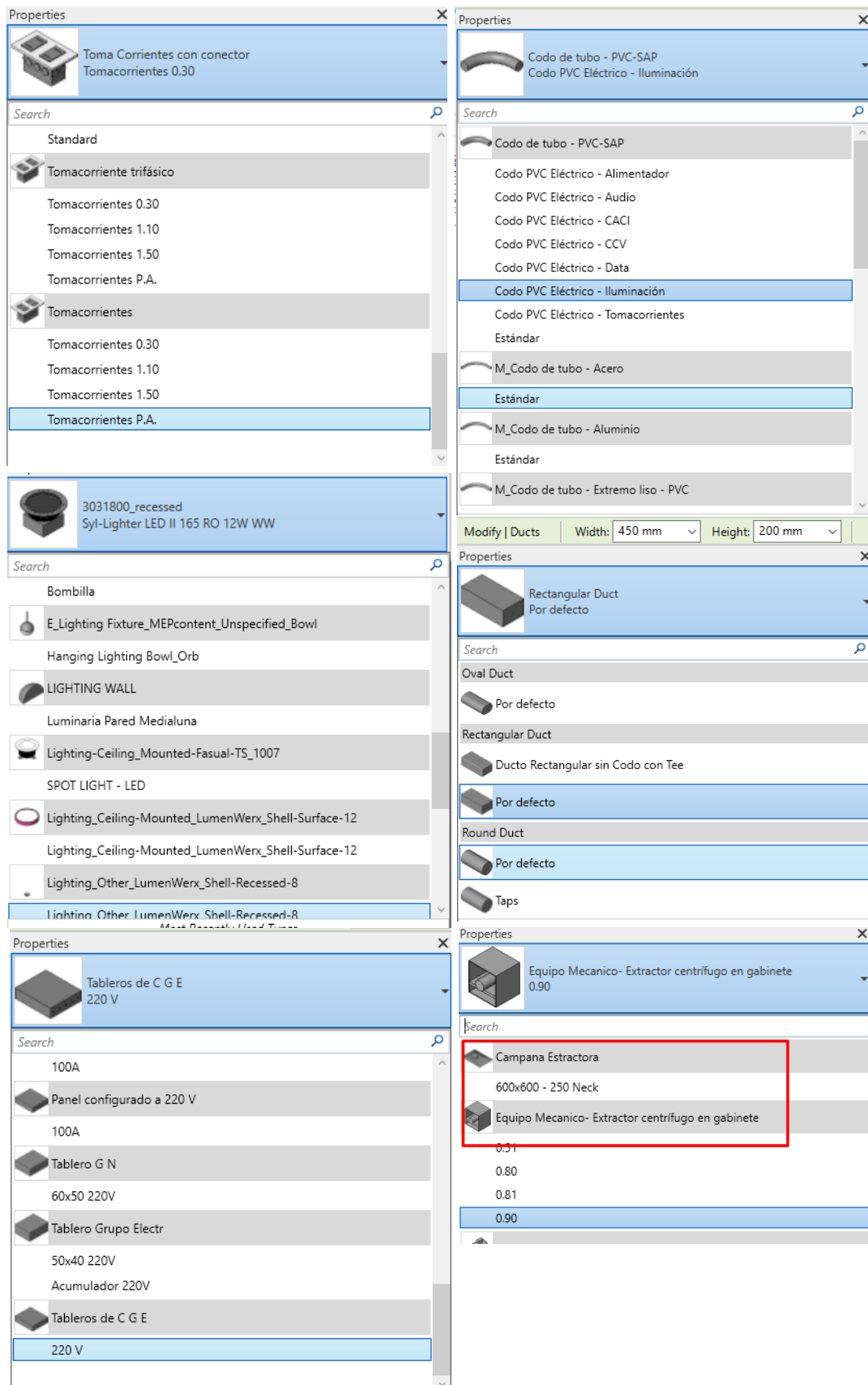
Nota. Esta imagen muestra los niveles del proyecto de la especialidad de instalaciones eléctricas.

Después, definí los tipos de elementos que se utilizaran dentro del modelado de instalaciones eléctricas y mecánicas como las tuberías, accesorios, cajas de pase, tomacorrientes, interruptores, luminarias, aparatos eléctricos, ductos y aparatos mecánicos.

Figura 30

Elementos del modelado 3D de las especialidades de instalaciones eléctricas y mecánicas

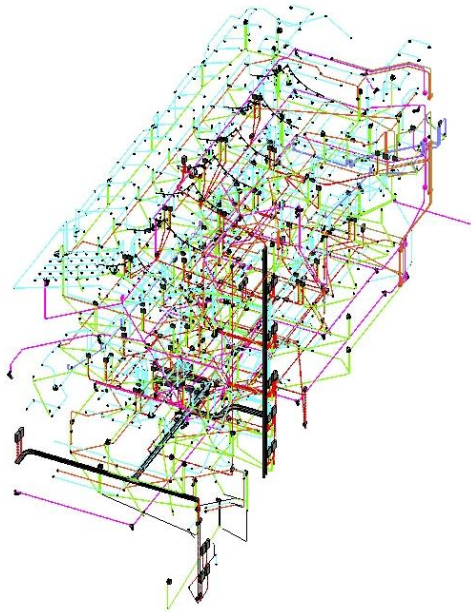




Nota. Esta imagen muestra los elementos eléctricos y mecánicos utilizados en el modelo 3D.

Figura 31

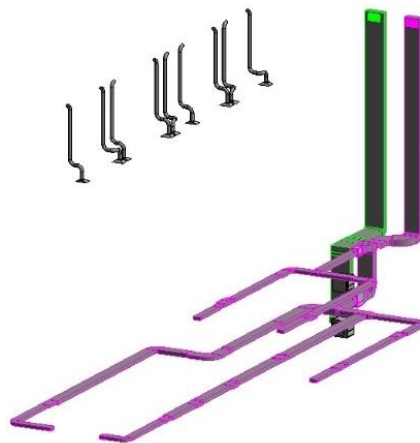
Modelo 3D de instalaciones eléctricas



Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D de instalaciones eléctricas del proyecto.

Figura 32

Modelo 3D de instalaciones mecánicas

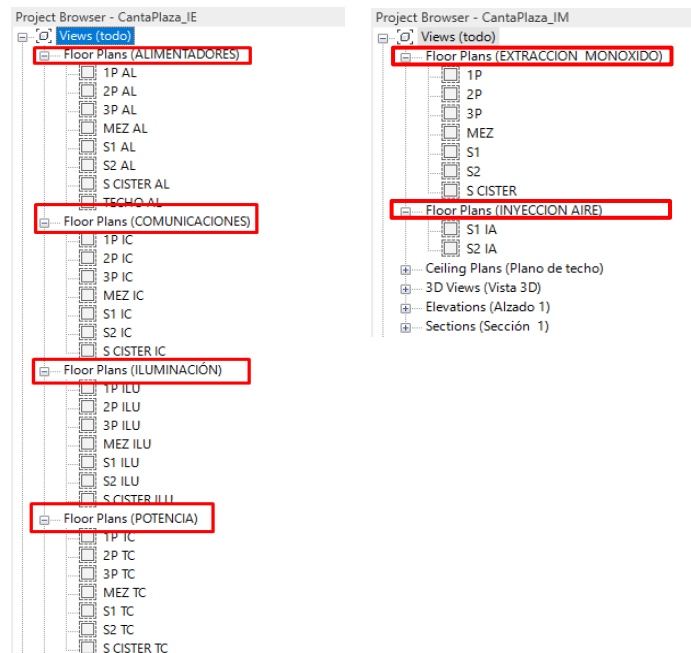


Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D de instalaciones mecánicas del proyecto.

Además, organicé el project browser, el cual mostraba las vistas en planta de donde se elaboraba el proyecto y las vistas en 3D de la especialidad de instalaciones eléctricas y mecánicas

Figura 33

Project browser del modelado 3D de las especialidades de instalaciones eléctricas y mecánicas



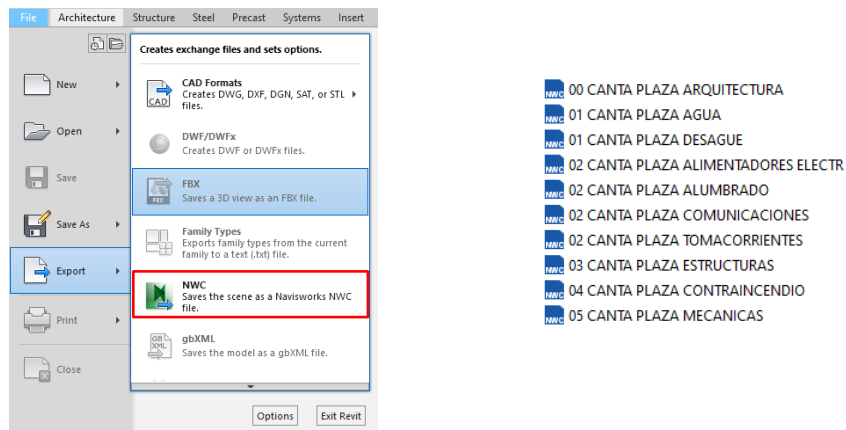
Nota. Esta imagen muestra el organizador de vista del proyecto en las especialidades de instalaciones eléctricas y mecánicas.

Detección de interferencias e incompatibilidades

Realice la exportación de los modelos 3D de las especialidades de Arquitectura, Estructura, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Eléctricas y Mecánicas en archivos NWC.

Figura 34

Exportación de archivos a Navisworks NWC

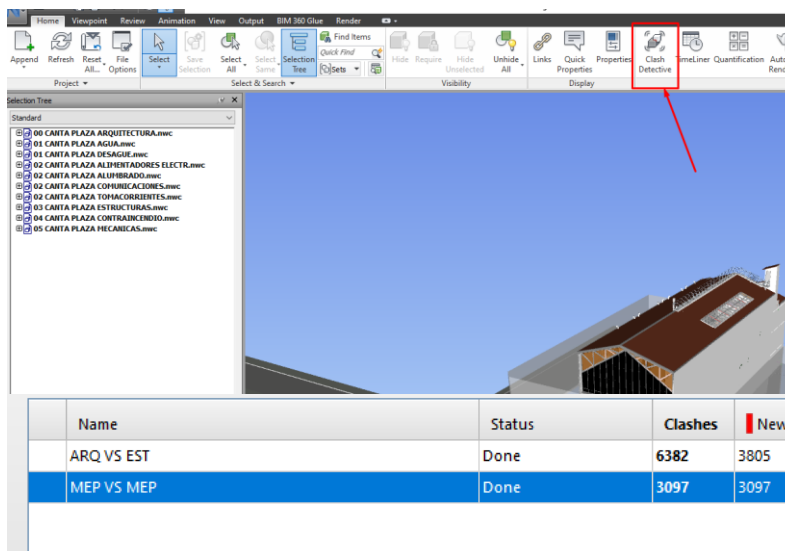


Nota. Esta imagen muestra los pasos realizados para exportar los archivos a NWC.

En mi rol de Coordinador BIM, empecé integrando los modelos 3D exportados del software Revit e importando los archivos de todas las especialidades al software Navisworks, una vez generado el modelo federado, se procedió a generar las interferencias entre especialidades con la herramienta Clash detective.

Figura 35

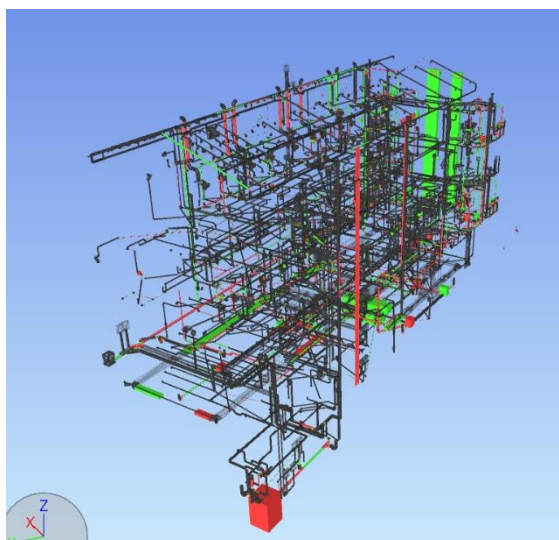
Uso de la función Clash detective



Nota. Esta imagen muestra la ubicación de la función Clash detective.

Figura 36

Modelo 3D con los resultados del Clash detective para analizar MEP vs MEP



Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D donde se muestran las interferencias.

Figura 37*Modelo 3D federado en Navisworks*

Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D federado en Navisworks.

Reuniones de diseño e interferencias

En la etapa del desarrollo de las especialidades, se realizaron reuniones una vez la semana con el cliente para revisar el avance del diseño arquitectónico y cuando se observaba que se tenía que modificar y/o replantear algunos puntos se ideaba un plan para desarrollarlo de la mejor manera.

Para realizar las reuniones entre especialidades, primero se analizaba el modelo integrado mediante el software Navisworks para generar un documento en donde se plasmaban las interferencias entre especialidades y así plantear con los especialistas plantear las mejores estrategias para dar solución a esas interferencias generando el menor retrabajo posible.

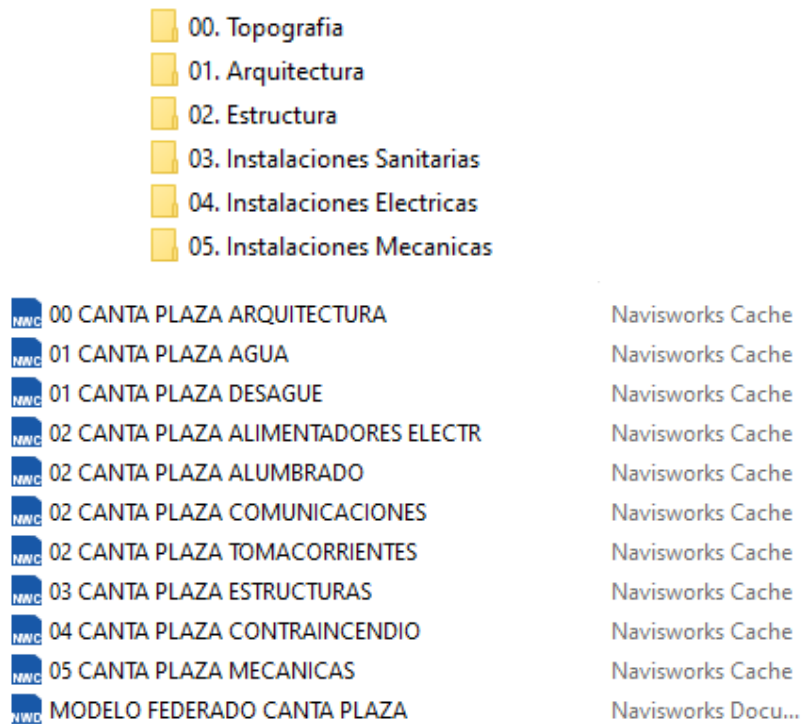
Entregables del Proyecto

En la última etapa del desarrollo del expediente técnico del proyecto de Canta Plaza, los planos arquitectónicos se desarrollaron en el programa Revit, los planos estructurales se desarrollaron en el programa Cypecad y se exportaron al programa AutoCAD, la planimetría de las especialidades de instalaciones eléctricas y sanitarios se desarrollaron en el programa AutoCAD y posteriormente modelados en el programa Revit.

En dicha etapa, me encargue de gestionar la calidad de los modelos, tanto como las interferencias entre elementos en el mismo modelo y el correcto nombramiento de los elementos.

Figura 38

Listado de carpetas y archivos del proyecto



Nota. Esta imagen muestra el listado de carpetas y archivos del proyecto

Para los otros de entregables, como la elaboración de presupuesto y cronograma de proyecto se realizaron con el método tradicional, a causa de que los especialistas en estas especialidades usaban los programas AutoCAD y/o Excel para el desarrollo de expedientes técnicos.

Desenlace del proyecto

A la finalización del desarrollo del expediente técnico se emplearon 250 horas para el modelado de todas las especialidades utilizadas para el proyecto, por otro lado, se emplearon 2,950 horas entre los cuales se involucran las actividades de diseño, coordinación y compatibilización, por ende, haciendo un total de 3200 horas empleadas, que serían un aproximado de 5 meses de desarrollo del expediente técnico.

En todo este tiempo empleado en la ejecución del expediente técnico se utilizó un presupuesto de S/. 70 000.00, contemplando la magnitud del proyecto por su ubicación, su complejidad y las especialidades que involucrarían, del cual se destinó un porcentaje para realizar una inversión en la compra de equipos (computadoras, plotters e impresoras) y capacitación de los modeladores BIM, siendo un total de S/. 17 500.00 representando un 25% del presupuesto total para generar una mejora en la empresa y en los futuros proyectos.

3.6. Identificación del problema

Problema General

¿De qué manera se aplican las herramientas BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023?

Problemas Específicos

¿Como influye el plan de ejecución BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023?

¿En qué medida los modelos 3D permiten detectar las interferencias al compatibilizar las especialidades en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023?

¿De qué forma el trabajo colaborativo afecta en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023?

¿Cómo mejoran los costos y tiempos en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023?

3.7. Objetivos

Objetivo General

Analizar de qué manera se aplican de las herramientas BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023

Objetivos Específicos

Evaluar cómo influye el plan de ejecución BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023

Calcular en qué medida los modelos 3D permiten detectar las interferencias al compatibilizar las especialidades en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023

Determinar de qué forma el trabajo colaborativo afecta en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023

Cuantificar cómo mejoran los costos y tiempos en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, Canta, Lima, 2023.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Los resultados presentados están basados a la información obtenidas en el proceso de la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, cuando realice mis funciones como Coordinador BIM de la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C.

4.1. Resultados del objetivo específico 1

Para la obtención de los resultados del objetivo específico 1, se evaluó cómo influyo el plan de ejecución BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza.

Se realizó el plan de ejecución BIM, del cual se analizaron los usos BIM procedimientos de colaboración, niveles de desarrollo, entregables del proyecto. Del primer punto Alcances BIM, se determinó la cantidad de usos BIM empleados en el presente proyecto.

Tabla 6. Usos BIM empleados en el proyecto

Usos BIM empleados en el proyecto

LISTADO DE USOS BIM	USOS EMPLEADOS
1. Levantamiento de condiciones existentes	
2. Análisis de entorno físico	X
3. Diseño de especialidades	X
4. Elaboración de documentación	X
5. Visualización 3D	X
6. Coordinación de la información	X
7. Análisis del programa arquitectónico	X
8. Estimación de cantidades y costos	
9. Revisión de diseño	X
10. Análisis estructural	X
11. Análisis lumínico	
12. Análisis energético de las instalaciones	
13. Análisis de constructibilidad	X

14. Análisis de otras ingenierías	X
15. Evaluación de sostenibilidad	
16. Supervisión del modelo de información	
17. Detección de interferencias e incompatibilidades	X
18. Planificación de la fase de ejecución	
19. Diseño de sistemas constructivos para la ejecución	
20. Fabricación digital	
21. Planificación de obras preliminares y provisionales	
22. Control de equipos para montajes	
23. Modelo de información As-built	
24. Gestión de activos	
25. Programación de operación y mantenimiento	
26. Análisis de los sistemas del activo	
27. Gestión y seguimiento del espacio del activo	
28. Planificación y prevención de desastres	

Nota. Esta tabla se marcó con un aspa (X) los usos BIM que se emplean en el proyecto

Fuente. Elaboración propia

En la tabla, se puede observar que en el proyecto del Edificio Comercial Canta Plaza emplearon once (11) usos BIM de los veintiocho (28) existentes, por encontrarse en etapa de diseño. (Ver Anexo N° 2)

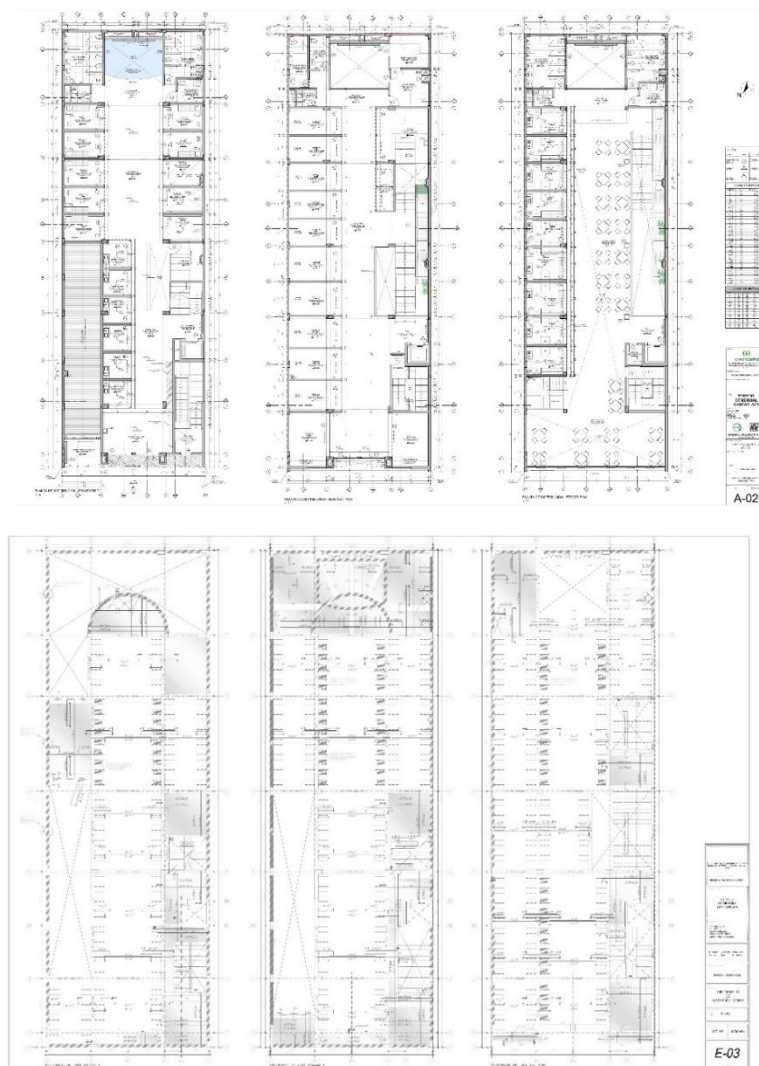
Del segundo punto, los procedimientos de colaboración se realizaron los intercambios de información todos los viernes al final del día, las reuniones de coordinación de desarrollaron de manera virtual todos los miércoles en el horario de 5pm a 7pm y las Sesiones ICE se realizaban de manera semanal, lo cual se programa previamente con el equipo técnico, especialista y cliente, lo cual cumplió con lo establecido en el PEB. (Ver Anexo N° 4)

Del tercer punto, los niveles de desarrollo empleados en los elementos del modelo fueron el LOD 350, lo cual cumplió con lo establecido en el PEB. (Ver Anexo N° 5)

Del cuarto punto, los entregables del proyecto se realizaron los siguientes formatos: los modelos 3D se realizaron en software Revit, el modelo consolidado se compatibilizar en el software Navisworks, los planos 2D se realizaron en el software AutoCAD, todos los softwares utilizados se encontraban en la versión 2021, tal como indica el PEB. (Ver Anexo N° 6)

Figura 39

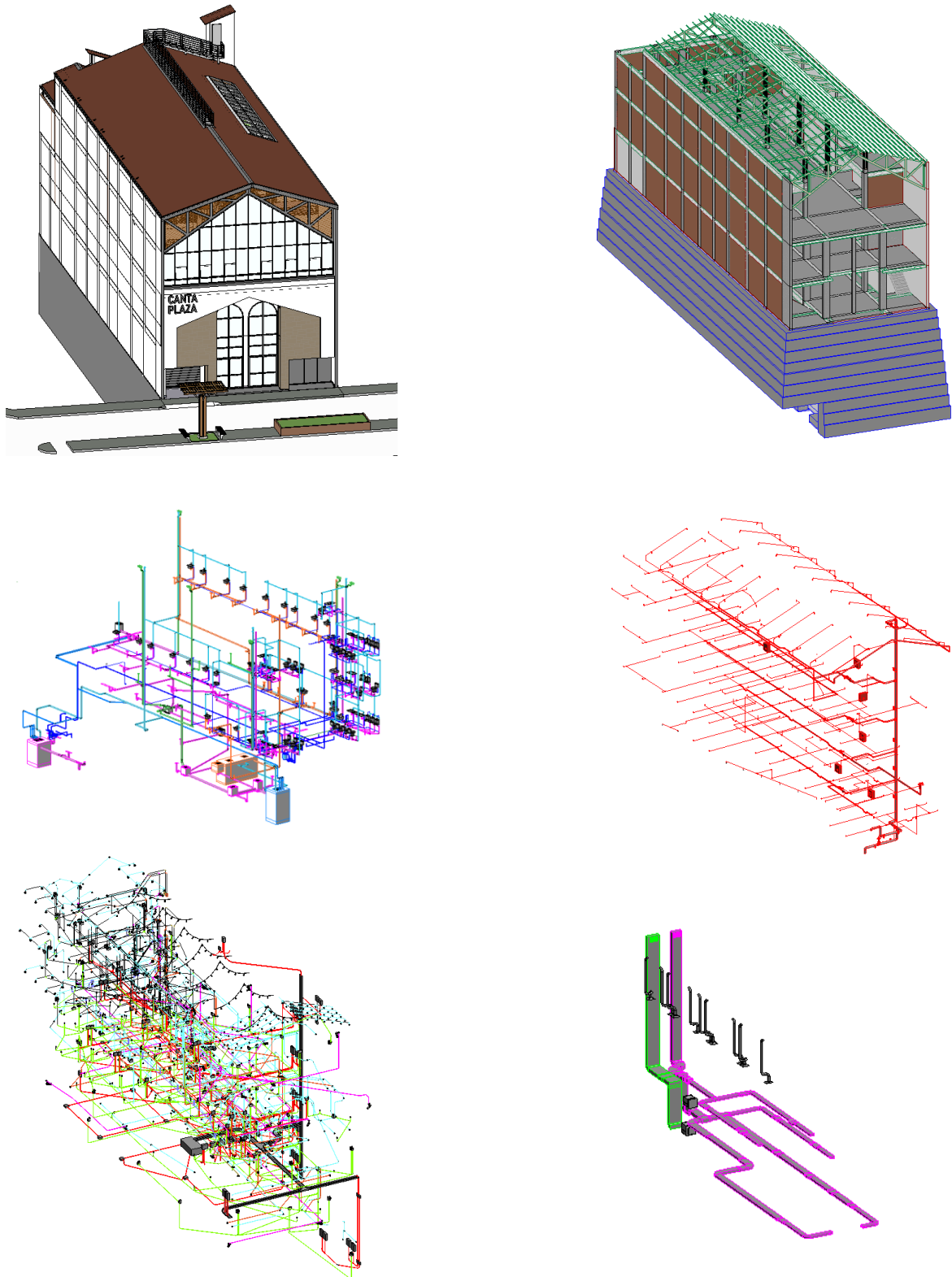
Planos del proyecto elaborados en el software AutoCAD



Nota. Esta imagen muestra el plano de arquitectura y estructuras del proyecto elaborado en el software AutoCAD.

Figura 40

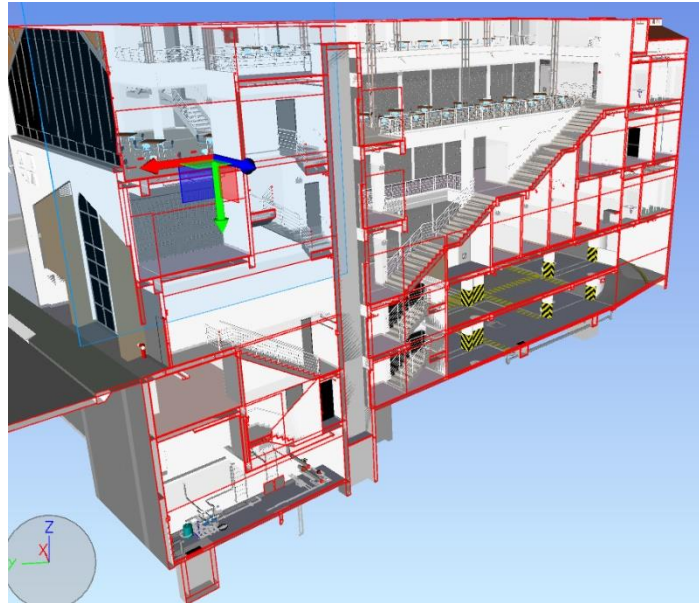
Modelos 3D del proyecto elaborados en el software Revit



Nota. Esta imagen muestra los modelados 3D de todas las especialidades elaborados en el software Revit.

Figura 41

Modelado 3D federado en el software Navisworks



Nota. Esta imagen muestra el modelo 3D federado en el software Navisworks.

Tabla 7

Cuadro resumen de la aplicación del PEB en el proyecto

PEB	CUMPLIO	CUMPLIO PARCIALMENTE	NO CUMPLIO
Usos BIM		X	
Procedimientos de colaboración	X		
Niveles de desarrollo	X		
Entregables	X		

Nota. Esta tabla muestra de acuerdo con el PEB las condicionantes que se cumplieron, cumplieron parcialmente o no se cumplieron

Fuente. Elaboración propia

Por lo tanto, se evaluó que influyó significativamente el plan de ejecución BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, ya que se demostró la aplicación de plan de ejecución BIM en tres de los cuatros alcances mencionados, se cumplió con los procedimientos de colaboración, niveles de desarrollo, entregables y se cumplió parcialmente con los usos BIM.

4.2. Resultados del objetivo específico 2

Para la obtención de los resultados del objetivo específico 2, se calculó en qué medida los modelos 3D permitirían detectar las interferencias al compatibilizar las especialidades en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza.

Para el proceso de detección de interferencias entre especialidades e incompatibilidades se utilizó la herramienta “Clash Detective” del programa Navisworks, el cual ayudo a optimizar y tener una mejor visualización de los clashes entre elementos en los modelos, obteniendo la cantidad de interferencias entre especialidades.

Tabla 8

Detección de interferencias del proyecto

ESPECIALIDADES	CANTIDAD DE INTERFERENCIAS
ARQ VS EST	3805
MEP VS MEP	2783
ARQ VS MEP	986
EST VS MEP	5067

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de interferencias identificadas entre las especialidades.

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 8, se puede observar que entre la especialidad de arquitectura y de estructuras se identificaron 3805 interferencias, entre las especialidades de MEP (instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas) se identificaron 2783 interferencias, entre la especialidad de arquitectura y MEP se identificaron 986 interferencias, entre la especialidad de estructuras y MEP se identificaron 5067 interferencias.

Posteriormente, se procedió verificar cada una de las interferencias y eliminar las interferencias sustanciales de cada una de las especialidades, las cuales podrían afectar la futura construcción de la edificación.

Tabla 9

Interferencias resueltas del proyecto

ESPECIALIDADES	CANTIDAD DE INTERFERENCIAS
ARQ VS EST	3466
MEP VS MEP	2762
ARQ VS MEP	768
EST VS MEP	4989

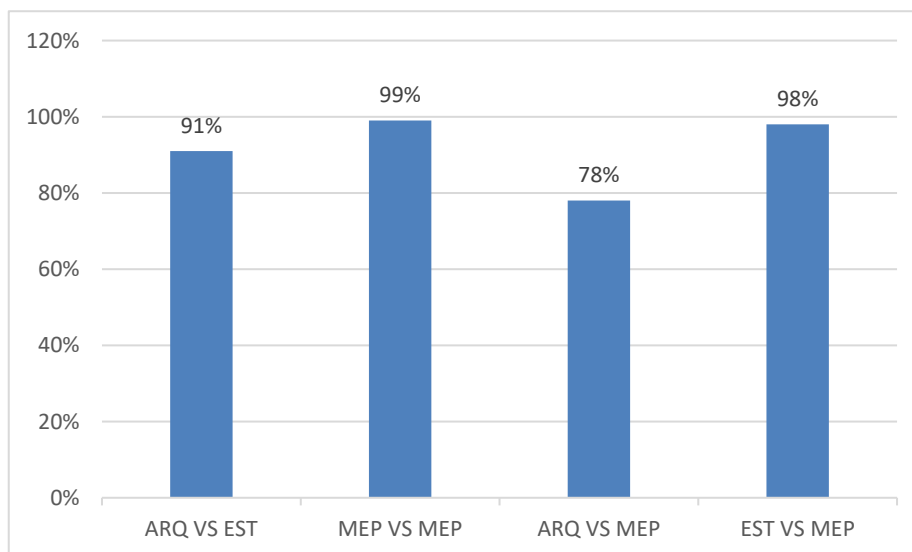
Nota. Esta tabla muestra la cantidad de interferencias resueltas entre las especialidades.

Fuente. Elaboración propia

Luego se resolvieron las interferencias, en la tabla 9 se puede observar que entre la especialidad de arquitectura y de estructuras se identificaron 3466 interferencias (91%), entre las especialidades de MEP (instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas) se identificaron 2762 interferencias (99%), entre la especialidad de arquitectura y MEP se identificaron 768 interferencias (78%), entre la especialidad de estructuras y MEP se identificaron 4989 interferencias (98%).

Figura 42

Porcentaje de interferencias resueltas del proyecto



Nota. Esta tabla muestra el porcentaje de interferencias resueltas entre las especialidades.

Fuente. Elaboración propia

Por lo tanto, se calculó un promedio 91.50% que los modelos 3D permitieron detectar las interferencias al compatibilizar las especialidades del proyecto Edificio Comercial Canta Plaza, con el uso de la herramienta Navisworks se identificaron y resolvieron interferencias e incompatibilidades.

4.3. Resultados del objetivo específico 3

Para la obtención de los resultados del objetivo específico 3, se determinó de qué forma el trabajo colaborativo afectó en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza.

Las reuniones de intercambio de información se programaron los días viernes de cada semana y de manera virtual, sin embargo, algunos especialistas no lograban ingresar a la reunión de manera semanal y realizaban el intercambio de información en las reuniones de coordinación y algunas reuniones se llegaron a cancelar, por lo tanto, las reuniones de intercambio de información se cumplieron parcialmente según la programación inicial.

Las reuniones de coordinación se programaron los días miércoles de cada semana y de manera virtual, en las cuales asistían todos los actores involucrados (equipo de trabajo, especialistas y cliente), el cliente se vio involucrado en todo el desarrollo del expediente técnico para generar una comunicación continua y eficaz, por lo tanto, las reuniones de coordinación se cumplieron exitosamente según la programación inicial.

Las sesiones ICE se programaron una vez por semana y de manera virtual, en las cuales asistían el equipo de trabajo y especialistas para resolver los problemas que se presentaban en el desarrollo del proyecto, por lo tanto, las sesiones ICE se cumplieron exitosamente según la programación inicial.

El proyecto se desarrolló dentro de un entorno común de datos (ECD), por medio de modelos centrales, en los cuales cada persona generaba un archivo local de este y su avance se sincronizaba al modelo central y los archivos del proyecto se encontraban en carpeta compartida (herramienta Dropbox), con el objetivo de que los archivos se encuentren a disposición de todos los involucrados en el proyecto y dejando establecido quienes pueden visualizar y editar los archivos.

Tabla 10
Actividades realizadas como trabajo colaborativo en el proyecto

TRABAJO COLABORATIVO	CUMPLIO	CUMPLIO PARCIALMENTE	NO CUMPLIO
Intercambio de información		X	
Reuniones de coordinación	X		
Sesiones ICE	X		
Gestión de Datos (ECD)	X		

Nota. Esta tabla muestra las actividades realizadas como trabajo colaborativo que cumplieron, cumplieron parcialmente y no cumplieron.

Fuente. Elaboración propia

Por lo tanto, se determinó que el trabajo colaborativo afectó positivamente del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, ya que se demostró en tres de los cuatros actividades realizadas como trabajo colaborativo, se cumplió con las reuniones de coordinación, sesiones ICE, gestión de datos (ECD) y se cumplió parcialmente con el intercambio de información.

4.4. Resultados del objetivo específico 4

Para la obtención de los resultados del objetivo específico 4, se cuantifico cómo mejoraron los costos y tiempos en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza.

Se realizó una comparativa del proyecto Edificio Comercial Canta Plaza con otro proyecto elaborado por la empresa INTEGRAL ARQUITECTOS S.A.C. para verificar que se optimizaran los costos y tiempos en la elaboración del expediente técnico, el proyecto del Edificio Comercial Canta Plaza, este fue realizado con la metodología BIM y del proyecto del Mercado Municipal de Abastos de Chancay, este fue realizado con método tradicional.

Tabla 11
Costos de la elaboración de un proyecto BIM y un proyecto tradicional

	CON BIM	CON MÉT. TRADICIONAL
Proyecto	Edificio Comercial Canta Plaza	Mercado Municipal de Abastos de Chancay
Costo total	S/. 70 000.00	S/. 200.000.00
m2 del proyecto	2,500.00 m2	11,146.85 m2
Costo por m2	S/. 28.00	S/. 17.94

Nota. Esta tabla muestra el m2, costo total y costo por m2 de la elaboración de dos proyectos

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 11, se puede observar que el proyecto Edificio Comercial Canta Plaza tuvo un costo de elaboración por m2 de S/ 28.00, mientras que el proyecto Mercado Municipal de Abastos de Chancay tuvo un costo de elaboración por m2 de S/ 17.94, teniendo una diferencia de S/ 10.06. Sin embargo, el costo de elaboración del expediente técnico no es un costo neto, ya que el proceso de elaboración tuvo una inversión del 25% del presupuesto total del proyecto que fue invertido en equipamiento y capacitación.

Por lo tanto, se demuestra que el proyecto Edificio Comercial Canta Plaza tuvo un mayor costo en la elaboración del expediente técnico, en comparación con otro proyecto realizado de manera tradicional por la empresa, no obstante, no existieron pérdidas debido a la empresa se encontraba en proceso de implementación BIM y realizó una inversión para futuros proyectos.

Tabla 12
Tiempo de elaboración de un proyecto BIM y un proyecto tradicional

	CON BIM	CON MÉT. TRADICIONAL
Proyecto	Edificio Comercial Canta Plaza	Mercado Municipal de Abastos de Chancay
Tiempo	2,500 horas	3,800 horas

Nota. Esta tabla muestra el tiempo de elaboración de dos proyectos.

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 12, se puede observar que el proyecto Edificio Comercial Canta Plaza tuvo un tiempo de elaboración del proyecto de 2,500 horas, mientras que el proyecto Mercado Municipal de Abastos de Chancay tuvo un tiempo de elaboración del proyecto de 3,800 horas. Por lo tanto, se demuestra que el proyecto Edificio Comercial Canta Plaza tuvo un mejor tiempo en la elaboración del expediente técnico, en comparación con otro proyecto realizado de manera tradicional por la empresa.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Del trabajo realizado se evaluó que influye positivamente el plan de ejecución BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, cumpliéndose el PEB con el siguiente detalle; parcialmente los usos BIM y al 100% los procedimientos de colaboración, niveles de desarrollo y los entregables, según lo indica en la tabla 7.

Se calculó en que la medida de 91.50% de los modelos 3D permitieron detectar las interferencias al compatibilizar las especialidades en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados; entre la especialidad de arquitectura y estructuras se redujo en un 91%, entre las especialidades de MEP (instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas) se redujo en un 99%, entre la especialidad de arquitectura y MEP se redujo en un 78% y entre la especialidad de estructuras y MEP se redujo en un 98%, según lo indica la figura 42.

Se determinó de que el trabajo colaborativo afecto positivamente en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, cumpliendo con la programación inicial; parcialmente el intercambio de información y al 100% las reuniones de coordinación, sesiones ICE y gestión de datos (ECD), según lo indica la tabla 10.

Se cuantifico como mejoraron los costos y tiempos positivamente en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, se obtuvieron las respectivas mejoras positivas con los siguientes resultados; el costo de elaboración por m² en comparación con otro proyecto elaborado por la empresa fue S/ 28.00 como se aprecia en la tabla 11, y respecto al tiempo de elaboración en comparación con otro proyecto elaborado por la empresa se obtuvo 2500 horas, según lo indica la tabla 12.

5.2. Recomendaciones

Con la experiencia profesional en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, se recomienda cumplir con las bases y alcances que se establecen del plan de ejecución BIM (PEB).

Se debería emplear mayor cantidad de Usos BIM en la elaboración del expediente técnico del Edificio Comercial Canta Plaza, como el levantamiento de condiciones existentes, para hacer uso de sistemas tecnológicos como drones o escaneo láser con la finalidad de obtener información precisa del terreno.

Se sugiere establecer un plan de capacitación detallado para el equipo de trabajo y los especialistas que realicen proyectos con el uso de las herramientas BIM, debido a que es una tecnología que se encuentra en constante evolución.

Las empresas de sector privado deberían implementar el uso de las herramientas BIM, cumpliendo con los procedimientos establecidos en el Plan BIM Perú y normativa internacional.

Se recomienda que las empresas generen proyectos piloto con el uso de las herramientas BIM, para que vayan generando sus métricas con relación con costos y tiempo de la elaboración de un proyecto.

REFERENCIAS

Bibliografía

- (s.f.). *En BIM Dictionary*. Retrieved 18 de setiembre de 2023, from BIM: <https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/1/>
- Autodesk. (s.f.). *Autodesk*. <https://www.autodesk.com>
- Azhar, S., Nadeem, A., Y.N., J., & H.Y., B. (2008). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects. 435-446.
- BIM FORUM. (Abril de 2019). Level of Development (LOD) Specification Part 1 & Commentary.
- Cappuyns, J. M. (2020). *Estudio de implementación de herramientas BIM en una ingeniería*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Instituto Nacional de Calidad. (2021). Norma Técnica Peruana ISO 19650-1. págs. 1-58.
- La Contraloría General de la República del Perú. (2022). Anexo. Especificaciones Técnicas Generales para el uso del BIM. págs. 1-39.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (15 de mayo de 2021). Decreto Supremo N° 108-2021-EF. *Diario El Peruano*.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). Guía Nacional BIM, Gestión de la Información para inversiones desarrolladas en BIM, Versión 1. págs. 1-221.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). Guía Nacional BIM, Gestión de la Información para inversiones desarrolladas en BIM, Version 2023. págs. 1-290.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). Resolución Ministerial N° 242-2019-VIVIENDA. *Diario El Peruano*.
- Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado - OSCE . (s.f.). El expediente técnico de obra. págs. 19-29.
- PlanBim. (2019). Estándar BIM para proyectos públicos, Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores. págs. 1-151.
- The American Institute of Architects. (2008). AIA Document E202-2008. *Building Information Modeling Protocol Exhibit*, págs. 1-9.
- UK BIM Framework. (Setiembre de 2020). Information management according to BS EN ISO 19650. Guidance Part C. Facilitating the common data environment (workflow and technical solutions). <https://ukbimframework.org/wp->

content/uploads/2020/09/Guidance-Part-C_Facilitating-the-common-data-environment-workflow-and-technical-solutions_Edition-1.pdf

ANEXOS

ANEXO N° 1. Plan de Ejecución BIM (Introducción)

1.0 INTRODUCCIÓN

Para exitosamente implementar Tecnología BIM en el Proyecto Canta Plaza, INTEGRAL ARQUITECTOS ha preparado este Plan de Ejecución, el cual define los Alcances y Limitaciones que un Modelo BIM deberá de tener en el desarrollo del Proyecto.

El Objetivo de un Plan de Ejecución BIM es el definir el marco en el cual el Propietario, la Gerencia de Proyectos, los Especialistas y el Constructor utilicen Tecnología BIM bajo un mismo esquema de trabajo.

El Objetivo de utilizar BIM en este Proyecto es desarrollar todas las Especialidades desde la etapa de Diseño bajo la plataforma BIM pero orientando el modelado a la Construcción y al Mantenimiento & Operaciones como objetivo final.

Se sobreentiende que la naturaleza propia del desarrollo de un Proyecto interdisciplinario con el uso de Tecnología BIM incluye sesiones de coordinación entre las diferentes Disciplinas y/o Especialidades que forman parte del mismo a lo largo del proceso de diseño, en las cuales se irán resolviendo problemas de incompatibilidades, los cuales no se dejarán para la etapa final del proceso.

Sera requerimiento fundamental que los Planos sean generados a partir del Modelo BIM y que la totalidad de la información contenido en los mismos provenga de este, el cual podrá incluir información en 2D.

ANEXO N° 2. Plan de Ejecución BIM (Usos BIM)

5.0 ALCANCES BIM DEL PROYECTO

Esta Sección describe los diferentes usos que se les puede dar a un Modelo BIM en las diferentes Etapas del Proyecto y dependiendo de los usos escogidos, definir los Objetivos BIM que se quiere lograr.

5.1 Usos DE BIM

CONCEPTUALIZACION & ANALISIS	DISEÑO & DOCUMENTACION	CONSTRUCCION	MANTENIMIENTO & OPERACIONES		
Levantamiento de condiciones existentes	Diseño de especialidades	X	Planificación de la fase de ejecución	Gestión de Activos	
Análisis del entorno físico	X	Elaboración de documentación	X	Diseño de sistemas constructivos para ejecución	Programación de operaciones y mantenimiento
Análisis del programa arquitectónico	X	Visualización 3D y postproducción	X	Fabricación digital	Análisis de los sistemas del activo
		Coordinación de la información	X	Planificación de obras preliminares y provisionales	Gestión y seguimiento del espacio del activo
		Estimación de cantidades y costos		Control de equipos para montajes	Planificación y prevención de desastres
		Revisión del diseño	X	Modelado de información As-Built	
		Análisis Estructural	X		
		Análisis Lumínico			
		Análisis Energético de las instalaciones			
		Análisis de constructibilidad	X		
		Análisis de otras ingenierías	X		
		Evaluación de Sostenibilidad			
		Supervisión del modelo de información			
		Detección de interferencias e incompatibilidades	X		

ANEXO N° 3. Plan de Ejecución BIM (Objetivos BIM)

5.2 OBJETIVOS BIM

- Garantizar que, durante la fase de diseño, los esfuerzos se centren en establecer los mejores criterios de cálculo y análisis.
- Reducir los conflictos entre especialidades mediante la detección de interferencias en los diferentes modelos de información tanto por software como por inspección visual.
- Garantizar la coherencia de información estableciendo que toda la información relativa a los planos se derive directamente de los modelos de información.
- Implementar dentro de las directrices el desarrollo de los modelos de información que se utilizarán en la fase de operación y mantenimiento
- Permitir a todas las partes interesadas entender el proyecto desde una fase temprana
- Consolidar todos los datos técnicos y de diseño en una única fuente de información en un entorno común.

ANEXO N° 4. Plan de Ejecución BIM (Procedimientos de colaboración)

6.0 PROCEDIMIENTOS DE COLABORACIÓN

Esta Sección describe la frecuencia y forma como se compartirá la información de Proyecto.

6.1 INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

El Intercambio de Información se realizará mediante un FTP todos los viernes antes del final del día.

Cada Especialista es responsable de actualizar la información y notificar al equipo vía correo electrónico una vez la información haya sido subida al Servidor FTP

6.2 REUNIONES DE COORDINACIÓN INTER-DISCIPLINARIAS

Las Reuniones de Coordinación Inter-Disciplinarias se desarrollaran al inicio del Proyecto conforme se desarrolla el diseño de las diferentes Especialidades y se realizaran todos los miércoles de 5:00 a 7:00pm de manera virtual

Las Reuniones de Coordinación Inter-Disciplinarias se llevaran a cabo entre pares de Especialidades para resolver problemas críticos de diseño.

6.3 SESIONES ICE

Las Sesiones ICE (Integrated Concurrent Engineering) a diferencia de las Reuniones de Coordinación Inter-Disciplinarias involucran a todas las Especialidades y tienen por objeto resolver problemas entre todas las Especialidades.

Las Sesiones ICE se realizarán semanalmente de 5:00 a 7:00pm de manera virtual.

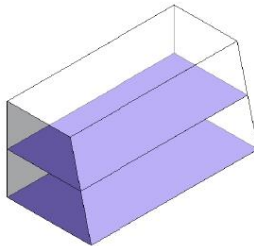
ANEXO N° 5. Plan de Ejecución BIM (Niveles de desarrollo)

7.0 NIVEL DE DESARROLLO

El Nivel de Desarrollo (ND) describe los requisitos mínimos que los diferentes elementos del Modelo deberán de incluir. El Nivel de Desarrollo (ND) varía de acuerdo al uso que se le quiere dar al Modelo, es por ello importante determinarlo antes de desarrollar un Modelo. El Nivel de Desarrollo (ND) es acumulativo y debe avanzar de un nivel a otro.

7.1 NIVEL DE DESARROLLO 100

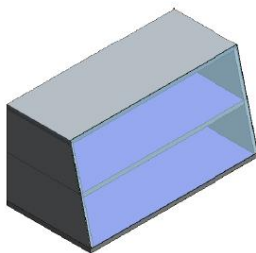
Los modelos de Nivel de Desarrollo 100 (ND-100) incluyen elementos tales como Masas que se utilizarán para estudios preliminares tales como Diseño Conceptual y Etapas (Phases) Generales del Proyecto. Análisis basados en Ubicación y Orientación así como Metrados generales de Areas y Volúmenes pueden ser realizados en este Nivel.



AREA Y VOLUMEN (ND1)		
AREA TERRENO	AREA TECHADA	VOLUMEN
139.35 m ²	346.03 m ²	396.44 m ³

7.2 NIVEL DE DESARROLLO 200

Los Modelos de Nivel de Desarrollo 200 (ND-200) incluyen elementos en que los cuales se han utilizado componentes genéricos donde las características de los elementos son solo generales, tales como espesor y/o volumen. Este Nivel permite la Compatibilización mediante la generación de Reportes de Interferencias.



MUROS (ND2)					
FAMILIA	TIPO	ANCHO	LARGO	AREA	VOLUMEN
Basic Wall	Muro-20cm	0.20	11.89	60.97 m ²	12.39 m ³
Basic Wall	Muro-30cm	0.30	11.99	70.53 m ²	21.50 m ³

ANEXO N° 6. Plan de Ejecución BIM (Entregables)

13.0 ENTREGABLES

Durante el desarrollo del Proyecto y una vez terminado el mismo, los siguientes tipos de formatos serán requeridos para Auditar el Proyecto y como parte del entregable final.

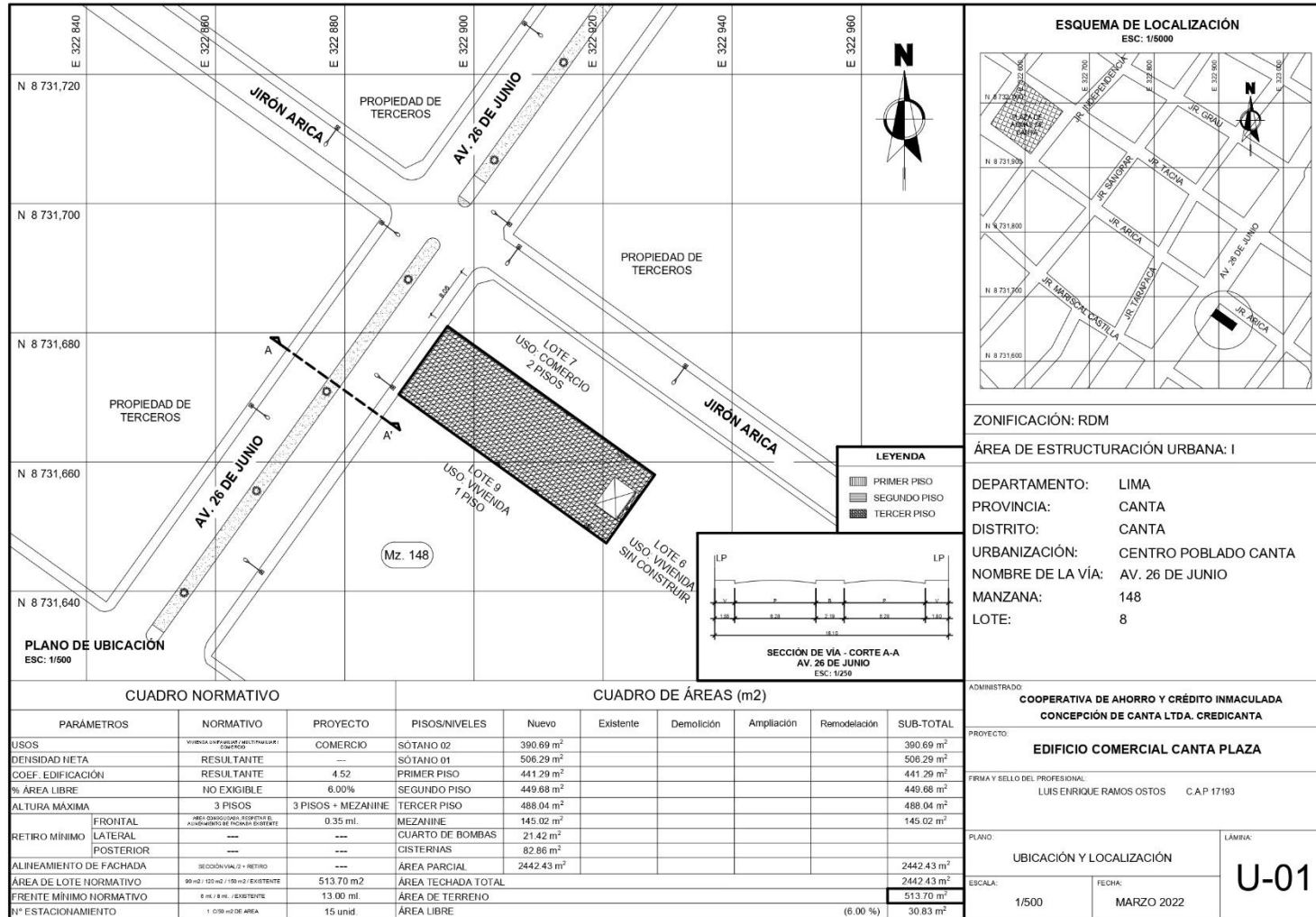
13.1 FORMATO

SOFTWARE	FORMATO	DESCRIPCION
REVIT	RVT	Modelo 3D
NAVISWORKS	NWD	Modelo Consolidado
AUTOCAD/REVIT	DWG/RVT	Planos 2D y Modelos 3D

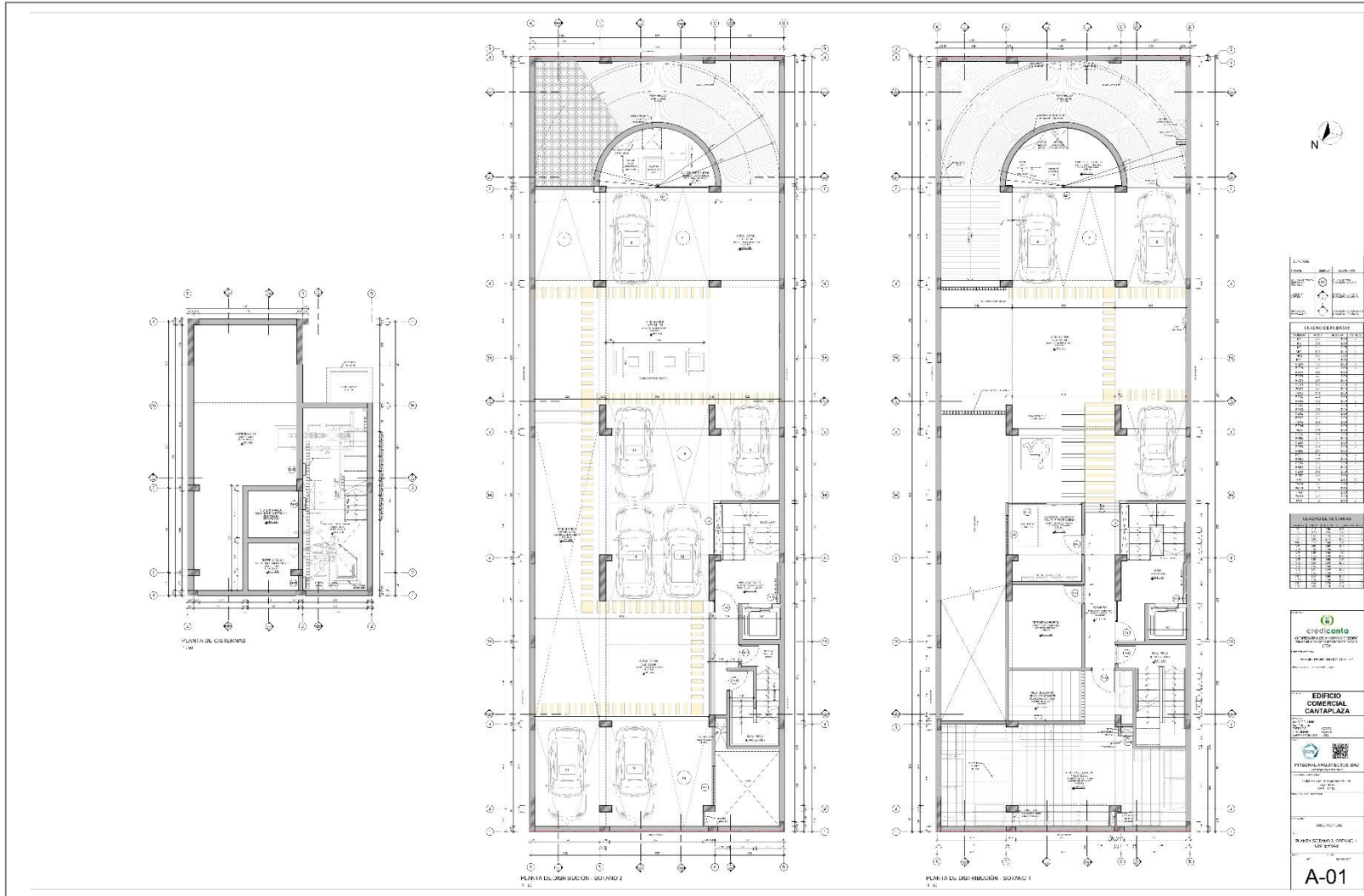
13.2 VERSIÓN

Se utilizará la versión 2021 de los diferentes productos descritos en este Plan de Ejecución BIM

ANEXO N° 7. Plano de ubicación y localización



ANEXO N° 8. Plano de Arquitectura (Sótano 1, Sótano 2 y Cisterna)



ANEXO N° 11. Corte fugado del proyecto

