

Similitudes del documento :

 **6%**

Similitudes de las partes 1 :

 **9%**

ANALIZADO EN LA CUENTA

Apellido :	De Ingeniería y Gestión
Nombre :	Facultad
E-mail :	fig@untels.edu.pe
Carpeta :	V PROGRAMA TSP MECANICA

INFORMACIÓN SOBRE EL DOCUMENTO

Autor(es) :	No disponible
Título :	Trabajo de suficiencia final de humpire quispe jhon.pdf
Descripción :	No disponible
Analizado el :	08/01/2022 02:08
ID Documento :	mx9ajirt
Nombre del archivo :	TRABAJO DE SUFICIENCIA FINAL DE HUMPIRE QUISPE JHON.pdf
Tipo de archivo :	pdf
Número de palabras :	8 705
Número de caracteres :	65 674
Tamaño original del archivo (kB) :	2 769.03
Tipo de carga :	Entrega manual de los trabajos
Cargado el :	08/01/2022 01:37

FUENTES ENCONTRADAS

 Fuentes muy probables :	18 fuentes
 Fuentes poco probables :	20 fuentes
 Fuentes accidentales :	30 fuentes
 Fuentes descartadas :	0 fuente

SIMILITUDES ENCONTRADAS EN ESTE

DOCUMENTO/ESTA PARTE

Similitudes idénticas :	6%
Similitudes supuestas :	2%
Similitudes accidentales :	<1%

TOP DE FUENTES PROBABLES - ENTRE LAS FUENTES PROBABLES

Fuentes	Similitud
1.  www.construccionenacero.com/.../bc90_6_guia_inicia...rsion_imprenta.pdf	 2%
2.  electricidadyelmundo.blogspot.com/.../elementos-de-una-i...ion-electrica.html	 2%
3.  www.siberzone.es/.../blog-sistemas-ventilacion/hvac	 1%
4.  idoc.pub/.../instalaciones-elec...dad-1-34wm6p06pj17	 <1%
5.  1library.co/.../antecedentes-nivel...-teórico.qmjg289q	 <1%
6.  www.plotandesign.com/.../redes/componentes-del-cableado-red	 <1%

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



“UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA REDUCIR LAS DEFICIENCIAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y HVAC DEL CENTRO COMERCIAL ECO PLAZA”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

HUMPIRE QUISPE, JHON BRANDON

ASESOR

PFUYO MUÑOZ, ROBERTO

Villa El Salvador

2021

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, por cuidar a mi familia y por permitir que logre todas mis metas y sueños.

A mi madre Carmela Quispe Huamán por ser muy importante en mi vida, que, gracias a su afecto, cariño y dándome motivación constante, me ha permitido ser una persona de bien, siempre estuvo a mi lado en los momentos más difíciles.

A mi padre Juan Humpire Quispe que, gracias a su esfuerzo y sacrificio en su trabajo, me permitió llegar a esta instancia de mi carrera profesional, apoyándome con sus consejos y sus sabias experiencias sobre la vida en el campo laboral.

A mis abuelos que están en el cielo y que son la luz que me iluminan siempre.

A mi abuela Marcosa Huamán que la tengo en vida, a mis tíos, primos y a toda mi familia en general, por alentarme y darme buenos consejos.

A mis compañeros y amigos, por compartir anécdotas, conocimientos, experiencias y por estar conmigo en todo este tiempo de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A la “Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur” por brindarme todas sus enseñanzas para la formación de mi carrera profesional, en especial a todos mis maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

A la empresa “Encode Solutions S.A.C.” por darme la oportunidad de entrar al campo laboral, a pesar de no tener experiencia, me aceptaron, logrando ser mi primera experiencia laboral en el campo de mi carrera profesional.

A la empresa “BIM Perú S.A.C.” por confiar en mí y permitirme crecer en mi formación profesional, gracias a sus enseñanzas y a su modalidad de trabajo, logré potenciar todos los conocimientos que aprendí previamente.

Al Dr. Roberto Pfuyo Muñoz, por la asesoría brindada para la elaboración y el desarrollo de este trabajo por suficiencia profesional para la obtención de mi grado de titulación en Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
LISTADO DE TABLAS	vii
LISTADO DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Contexto	1
1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo	1
1.2.1. Temporal.....	1
1.2.2. Espacial	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes nacionales	3
2.1.2. Antecedentes internacionales	5
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Concepto de BIM	7
2.2.2. Objetivos generales y específicos de la metodología BIM	7
2.2.3. Las dimensiones del BIM	8
2.2.4. Niveles de desarrollo BIM (LOD)	9
2.2.5. Softwares para el modelado BIM	11

2.2.5.1. Autodesk Revit.....	11
2.2.5.2. Autodesk Navisworks	12
2.2.5.3. Tekla Structures.....	12
2.2.5.4. Dialux.....	12
2.2.6. Implementación de la metodología BIM en la empresa	13
2.2.6.1. Participantes de un proyecto BIM	13
2.2.6.2. El plan de ejecución BIM	14
2.2.6.3. Requerimiento formal de Información (RFI).....	15
2.2.7. Instalaciones eléctricas	16
2.2.7.1. Definición de accesorios eléctricos.....	16
2.2.7.2. Definición de otras Instalaciones	22
2.2.8. Instalaciones HVAC	27
2.2.8.1. Definición.....	27
2.2.8.2. Componentes del HVAC.....	27
2.2.8.3. Definición de equipos HVAC.....	29
2.3. Definición de términos básicos.....	32
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	34
3.1. Determinación y análisis del problema	34
3.1.1. Problema principal	34
3.1.2. Problemas específicos.....	34
3.2. Modelo de solución propuesto.....	35
3.2.1. Elaboración del Plan de Ejecución BIM(PEB).....	35
3.2.2. Entrega de documentos de información del proyecto	36
3.2.3. Desarrollo del modelo BIM.....	37
3.2.3.1. Roles y responsabilidades	37
3.2.3.2. Estructura del modelo	39
3.2.3.3. Modelado BIM de las instalaciones	40

3.3. Resultados	66
3.3.1. Integración de modelos.....	66
3.3.2. Gestión de incompatibilidades	66
3.3.3. Requerimiento formal de información (RFI)	69
3.3.4. Sesiones ICE	69
3.3.5. Actualización de la información.....	69
3.3.6. Entregables finales.....	69
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	76
Anexo 1: Requerimiento Formal de Información	76
Anexo 2: Elevaciones del Centro Comercial Eco Plaza	77
Anexo 3: Metrado de Instalaciones Eléctricas.....	79
Anexo 4: Metrado de Instalaciones HVAC	84
Anexo 5: Imágenes del modelo BIM del edificio.....	94

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de áreas(m2) de los niveles del Centro Comercial.....	36
Tabla 2. Nombre de los modelos	40
Tabla 3. Formatos de los modelos BIM	40
Tabla 4. Modelado BIM de instalaciones eléctricas	48
Tabla 5. Modelado BIM de instalaciones HVAC	61

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la oficina de trabajo	2
Figura 2. Niveles de desarrollo BIM	10
Figura 3. Ejemplo de formato RFI	15
Figura 4. Tubería eléctrica flexible	16
Figura 5. Tubería eléctrica PVC	17
Figura 6. Tubos EMT.....	17
Figura 7, Tubos IMC.....	18
Figura 8. Cajas y accesorios para canalización de tubo	19
Figura 9. Apagador.....	19
Figura 10. Tomacorrientes	20
Figura 11. Calibres de conductores.....	21
Figura 12. Tablero eléctrico.....	21
Figura 13. Bandejas portacables.....	22
Figura 14. Cámara tipo domo y bala	23
Figura 15. Equipos de detección y alarma contra incendio	24
Figura 16. Tablero de automatización BMS	25
Figura 17. Sistemas de comunicaciones de red.....	26
Figura 18. Equipos de megafonía	27
Figura 19. Sistema de aire acondicionado tipo Split.....	29
Figura 20. Chiller	30
Figura 21. Conductos de aire	30
Figura 22. Jet Fan	31
Figura 23. Extractor centrifugo de aire radial.....	31
Figura 24. Extractor de aire para pared o muro.....	31
Figura 25. Inyectores de aire.....	32
Figura 26. Flujo de trabajo BIM	35
Figura 27. Diagrama de roles y responsabilidades	39
Figura 28. Modelo de arquitectura.....	41
Figura 29. Modelo de estructuras.....	42
Figura 30. Determinación de los N.P.T. del edificio.....	43
Figura 31. Creación de las vistas de trabajo de planta.....	43

Figura 32. Determinación de los ejes del edificio en la vista de planta	44
Figura 33. Nombramiento de la familia de tomacorrientes	45
Figura 34. Leyenda de colores del modelo eléctrico	46
Figura 35. Simulación de alumbrado en Dialux	47
Figura 36. Nombramiento de las familias mecánicas	59
Figura 37. Leyenda de colores del modelo HVAC.....	60
Figura 38. Modelo integrado del centro comercial.....	66
Figura 39. Ejemplo de interferencia del modelo eléctrico.....	67
Figura 40. Solución de la interferencia eléctrica.....	67
Figura 41. Ejemplo de interferencia del modelo HVAC	68
Figura 42. Solución de la interferencia HVAC	68
Figura 43. Modelo integrado final del Centro Comercial Eco Plaza	70

RESUMEN

El presente estudio nombrado como “Utilización de la Metodología BIM para la Optimización de las Instalaciones Eléctricas y HVAC del Centro Comercial Eco Plaza” tiene como propósito realizar la representación virtual de las instalaciones del Centro Comercial Eco Plaza, utilizando herramientas de software como: Revit, Navisworks, Tekla, Dialux, etc. Los cuales nos permitirán mejorar del diseño y la gestión de la construcción de las instalaciones del edificio. La metodología a utilizar es el desarrollo de un plan de ejecución BIM, un conjunto de actividades que consiste primero en la entrega de información del proyecto de los encargados de la empresa Eco Plaza, tales como: planos, memorias descriptivas, especificaciones técnicas, etc. Al obtener la información del proyecto, se empezó a designar las responsabilidades a cada integrante del equipo de trabajo BIM para la ejecución de la construcción virtual de Eco Plaza. Terminado la representación virtual del edificio en el software de dibujo, posteriormente se analizó las instalaciones de la edificación identificando interferencias en el modelo 3d, realizando las respectivas modificaciones para el mejoramiento del diseño del proyecto. Concluyendo que al aplicar la metodología BIM como herramienta de trabajo, nos ayudó en la obtención de información para llevar a cabo la gestión de la construcción de las instalaciones eléctricas y HVAC del edificio.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo titulado como “Utilización de la Metodología BIM para la Optimización de las Instalaciones Eléctricas y HVAC del Centro Comercial Eco Plaza”, cuyo problema principal en la etapa de construcción de la obra mencionada, es la escasez de información que existe en todos los tipos de planos de construcción, tales como: problemas derivados de interferencias o incompatibilidades, posibles defectos o fallas de diseño, problemas con respecto al conteo de equipos y dispositivos que se instalarán en el local, etc.

Por lo que se determinó el objetivo de implementar la metodología BIM como una herramienta de trabajo, la cual nos contribuyó para la gestión del proyecto de construcción del Centro Comercial Eco Plaza, mediante herramientas de software para el modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real.

Los resultados que llegó el presente informe de suficiencia profesional es la representación virtual en 3d del edificio, de la cual se obtendrá información para realizar la gestión de la construcción de instalaciones eléctricas y HVAC del Centro Comercial Eco Plaza.

El contenido del presente trabajo de suficiencia profesional está dividido en 3 capítulos. En el primer capítulo se describirá la información del centro comercial Eco Plaza tales como: su contexto, ubicación espacial y delimitación temporal, también se describirá el objetivo principal y los objetivos específicos de la propuesta de trabajo a implementar.

En el segundo capítulo, se describirá el marco teórico relacionado con la propuesta de este trabajo, se analizarán definiciones, características, procedimientos, planes de ejecución y estudios de anteriores investigaciones nacionales e internacionales con el objetivo de tener un concepto claro sobre la propuesta de trabajo a implementar.

En el tercer capítulo se describirá el proceso de trabajo de la metodología BIM en el proyecto Eco Plaza, la cual describirá todo el conjunto de actividades que se desarrollaran en el modelado del proyecto con herramientas de software de dibujo, permitiendo visualizar las instalaciones del edificio de manera virtual, anticipando la construcción, con el fin de obtener la información necesaria para la gestión del proyecto.

Finalmente concluimos con la presentación de los resultados obtenidos que nos mostró el software de dibujo en la que se desarrolló el modelado del edificio, esta información será útil para empezar a gestionar el proyecto, considerando algunas recomendaciones tomando como referencias los resultados del presente estudio.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Contexto

BIM Perú S.A.C. es una empresa peruana que se encarga de brindar los servicios de diseño, gestión y desarrollo de ingeniería aplicando la metodología BIM (Building Information Modeling). Entendiéndose que el BIM es una metodología de trabajo de tipo colaborativo para la ejecución de un proyecto de construcción, su función es agrupar toda la información del proyecto en un modelo de representación digital en tres dimensiones, realizado por los agentes encargados del proyecto, aplicando lo último en tecnología de modelamiento para la construcción, logrando automatizar e industrializar los procesos convencionales de desarrollo en ingeniería y construcción.

La realidad problemática consiste en la insuficiente información del diseño y construcción en los planos del Centro Comercial Ecoplaza, por lo que muchas veces en la etapa de construcción, por la gran cantidad de instalaciones que existe en la edificación, se producen incompatibilidades entre las especialidades, y eso genera realizar modificaciones al último minuto y en plena construcción, produciendo pérdidas y sobrecostos.

Mi participación en este proyecto fue como modelador BIM encargado de realizar la construcción virtual en softwares BIM de las especialidades de Instalaciones Eléctricas y HVAC del Centro Comercial Eco Plaza en el Área de Ingeniería y Diseño de la empresa BIM Perú S.A.C.

1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo

1.2.1. Temporal

El trabajo de suficiencia profesional empezó el 14 de agosto del 2021 y finalizó el 18 de diciembre del 2021.

1.2.2. Espacial

El lugar en donde realicé mi experiencia profesional fue en el Área de Ingeniería y Diseño de la empresa BIM Perú S.A.C.

Actualmente mi función laboral es “Modelador BIM en Proyectos de Ingeniería”, en la cual me desempeño en modelar instalaciones eléctricas, mecánicas, sanitarias y de estructuras metálicas de edificios y locales, en

softwares tales como el Autodesk AutoCAD, Autodesk Revit, Dialux, Navisworks y Tekla.

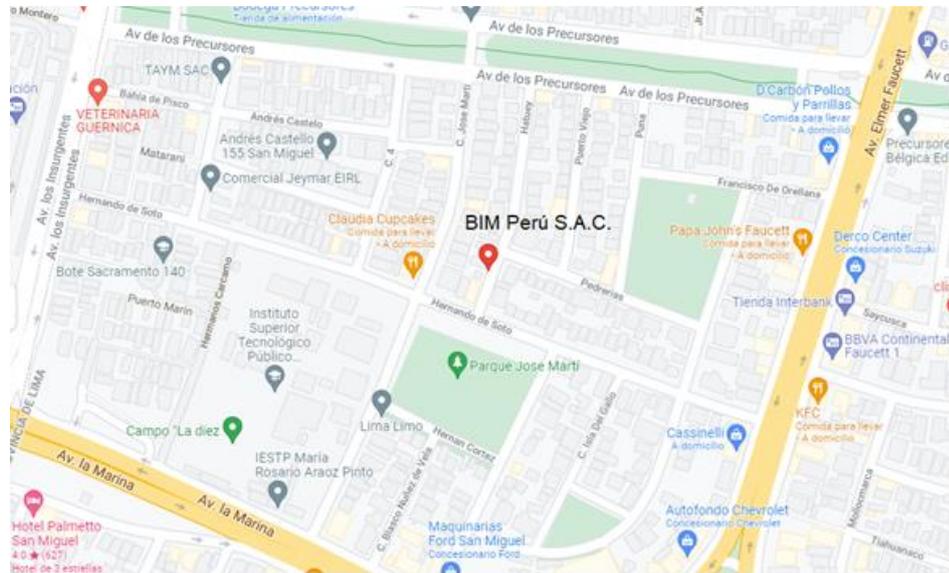


Figura 1.

Ubicación de la oficina de trabajo

Fuente: <https://www.google.com.pe/maps/search/jr+hatuey+213/@-12.0709895,-77.101574,18.75z?hl=es-419>

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar la metodología BIM para la reducir las deficiencias de diseño de las instalaciones eléctricas y HVAC del Centro Comercial Eco plaza.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Aplicar la metodología BIM para mejorar el diseño y construcción de las instalaciones eléctricas del Centro Comercial Eco plaza.
2. Desarrollar la metodología BIM para mejorar el diseño y la construcción de las instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado del Centro Comercial Eco plaza.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Ulloa & Salinas, 2013), en su tesis de *“Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan”*, tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, para optar por el grado de maestría en Dirección de la Construcción, El trabajo de investigación tuvo como objetivo proponer mejoras en la implementación de la tecnología BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. El nivel de investigación fue descriptivo donde se realizó la descripción de la gestión de la metodología BIM que utiliza la empresa Marcan en sus proyectos, definiendo un marco teórico con revisión bibliográfica para el planteo de la propuesta de mejora, Los resultados fueron: la obtención de cronogramas de actividades y procesos entre flujos estableciendo mecanismos de control para el desempeño de la metodología BIM en el área de diseño y construcción de la empresa Marcan. El estudio concluye que para lograr la implementación BIM en las organizaciones tiene que cumplir con tres requisitos básicos, el primero es que se establezcan políticas que permitan introducir esta nueva tecnología y que va de la mano con capacitaciones de un equipo de trabajo (internos y externos a la organización), liderado por personas comprometidas, el segundo es que se requiere de la adecuación de los procesos en los que va a intervenir y por último contar con las herramientas de software adecuadas para la representación BIM de los proyectos de construcción.

(Alcántara, 2013), en su tesis de *“Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM”*, tesis de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, para obtener el título profesional de Ingeniería Civil. La investigación tiene 2 propósitos, el primero surge por la necesidad de utilizar las últimas herramientas tecnológicas adaptadas a las condiciones de nuestra realidad, como es el caso del uso del BIM, permite mejorar los tradicionales procesos de construcción. El segundo motivo fue por la necesidad de contrarrestar problemas en la ejecución de la construcción, refiriéndose a los

problemas de incompatibilidades, interferencias y a la falta de detalles de construcción en los planos de diseño. La metodología que se aplicó fue desarrollar la tecnología BIM en la construcción de un edificio de la Universidad del Pacífico, en 2 etapas, la primera denominada BIM-3D, se refiere a la elaboración de la construcción virtual del edificio, utilizando softwares BIM, los softwares BIM recomendados a utilizar en esta etapa son: Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley BIM, etc. La segunda denominada BIM-4D, se refiere a la asignación de una cuarta variable que es el tiempo, para realizar la simulación del proceso constructivo de la edificación, los softwares BIM recomendados a utilizar en esta etapa son: Navisworks, 4D Suite, Smart Plant Review, etc. Los resultados obtenidos fueron: la representación virtual de las instalaciones de la Universidad del Pacífico, la cual nos permitirá obtener información para minimizar las deficiencias de diseño. La investigación concluye que el modelado BIM de la edificación permite equivocarnos virtualmente en el modelo 3D y no en campo, ahorrando costos por procesos mal diseñados, permitiendo ser una herramienta de trabajo que nos ayude en la toma de decisiones para la gestión de proyectos de construcción.

(Cáceres & Dongo, 2019), en su tesis de “*Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018 – 2019*”, tesis de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil. La investigación tuvo como objetivo principal evaluar los beneficios al aplicar la metodología BIM en las etapas de diseño y ejecución de una obra multifamiliar. La metodología del presente trabajo consistió en analizar dos obras de construcción, las obras son el proyecto Luxury y el proyecto Raíz Mendiburu. En estas obras, se identificó las incompatibilidades que han sido registradas (incongruencias en los planos, interferencias, errores de diseño, falta de información, etc.), presupuestos adicionales de obra, en el caso que aplique, y los requerimientos de información (RFI's) emitidas durante la etapa de ejecución. Los resultados fueron: el proyecto Luxury aplicado con la metodología tradicional obtuvo un porcentaje de costo de pérdidas del 1.56%, mientras el proyecto Raíz Mendiburu aplicado con la metodología BIM obtuvo un

porcentaje de costo de pérdidas del 0.33%, obteniendo una diferencia del 1.23%. Se concluye que el proyecto Mendiburu obtuvo un saldo positivo en el plazo de ejecución pues permitió identificar y corregir las observaciones que presentaba el proyecto antes de que sea ejecutado.

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Hidalgo, 2016), en su tesis de *“Análisis de aplicación de la metodología BIM al modelado y cálculo de instalaciones eléctricas”*, tesis de la Universidad de Valladolid, para optar el grado en Ingeniería Eléctrica, La investigación tuvo como objetivo modelar en tres dimensiones y gestionar las instalaciones eléctricas correspondientes a una nave industrial (iluminación, esquema unifilar, etc.) mostrando la eficacia de este sistema a la hora de proyectar una instalación, la detección de incongruencias que un modelado 2D no permitiría detectar y la calidad conceptual y de dibujo y representación que BIM aporta, La metodología que se utilizó fue la recopilación de datos e información de la nave industrial, utilizando las herramientas de software tales como Revit, MagiCAD, Dialux, etc. Para la elaboración del diseño y el cálculo de las instalaciones eléctricas que se van a instalar en la nave. Los resultados obtenidos fueron: planos eléctricos, diagramas unificables, cálculo de conductores, cálculo de la puesta a tierra, cálculo de canalizaciones eléctricas y la simulación del funcionamiento de las luminarias con software Dialux para el cálculo de iluminación de la nave. El trabajo concluye que la representación virtual de la nave en Revit, Dialux, MagiCAD, nos permite reducir enormemente el tiempo empleado en la ejecución de la documentación del proyecto, permitiéndonos centrar nuestra atención en la elaboración correcta del diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas.

(Cortes, 2018), en su trabajo de *“Desarrollo de estructura BIM para la coordinación de ingeniería primaria y secundaria en subestaciones de alta tensión”*, Pasantía de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, presentada como requisito para optar al título de Ingeniero Eléctrico. La investigación tuvo como objetivo desarrollar modelos adaptativos que definan equipos o elementos que hacen parte de un desarrollo de una ingeniería primaria y secundaria de una subestación eléctrica de alta tensión. La metodología que se aplicó fue la recopilación de datos mediante revisión de

manuales y especificaciones técnicas de los equipos eléctricos que integran la subestación eléctrica, utilizando los softwares Revit y Engineering Base para la ingeniería de montaje y de control del proyecto. Los resultados obtenidos fueron: la representación virtual en Revit MEP, de los equipos que integran la subestación, en Engineering Base se obtuvo el diseño de esquemas eléctricos, diagramas unifilares y memorias de cálculo para la construcción correcta de la subestación eléctrica. El trabajo concluye que la implementación de nuevas tecnologías de diseño en el desarrollo de proyectos que realizan las empresas de ingeniería, permite que las soluciones a los clientes sean en menos tiempo posible, que sean eficientes y que aseguren la calidad.

(Vega, 2020), en su trabajo de “*Diseño de Instalaciones Eléctricas usando metodología BIM y software Revit*”, Informe de práctica de la Universidad de Antioquia, como requisito para optar al título de Ingeniero electricista. La investigación tuvo como objetivo principal apoyar el diseño de instalaciones eléctricas usando la metodología BIM y el software Revit. La metodología que se realizó fue la capacitación técnica sobre el diseño de las instalaciones eléctricas y la revisión de las normas que la reglamenta, las normas que se revisaron fueron las RETIE, RETILAP y la NTC 2050 (Normas Colombianas). Los resultados obtenidos fueron: planos eléctricos, la distribución de conductores y circuitos en los tableros eléctricos, el cálculo del calibre y longitud de los conductores y de las canalizaciones eléctricas para una construcción correcta de las instalaciones eléctricas. El trabajo concluye que el software Revit es un buen apoyo para los diseños de instalaciones eléctricas debido a que emplea internamente reglas de optimización con los parámetros y normas que se le define. El mismo software genera de forma automática los cálculos necesarios para la elaboración del diseño eléctrico, también para la cuantificación de materiales y elaboración de memorias de diseño eléctrico.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concepto de BIM

(Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), 2020), BIM significa Building Information Modeling (Modelado de la información del edificio) y se define como una metodología de trabajo de tipo colaborativo, que utiliza estándares, procesos y tecnologías, para crear un modelo digital informativo de una edificación o infraestructura durante todo su ciclo de vida. Permitiendo realizar una representación gráfica, la cual contiene información no gráfica, como especificaciones técnicas, metrados, estados de avance, entre otras variables de las inversiones con componente de infraestructura, siendo un recurso valioso para la toma de decisiones.

(Barbieri, 2020), para alcanzar esto, el sistema BIM reúne a todos los agentes encargados en el proceso, ya sean constructores, arquitectos, ingenieros, propietarios, especialistas, etc. Facilitando la colaboración y comunicación entre las partes, permitiendo trabajar desde un único modelo informativo en datos reales. La metodología BIM reúne en un único modelo central toda la información del proyecto creado por todos los agentes encargados del proyecto. También incluyen los productos y equipos necesarios para materializar la obra, integrando al modelo sus características, costo e información de contacto para realizar la compra de los productos.

2.2.2. Objetivos generales y específicos de la metodología BIM

(Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), 2020), El objetivo general del BIM es mejorar la gestión de la ejecución de las inversiones, proporcionando una mayor certeza y control de los costos y el tiempo de la inversión. Asimismo, permite el control y una mejor medición de los estándares de calidad, los objetivos específicos de la metodología BIM son los siguientes:

- Mejorar la calidad de los documentos técnicos, mediante una mejor especificación de los requisitos de información, adquisición y recopilación de información relevante.
- Mayor transparencia en la toma de decisiones y en los procesos, gracias a la disponibilidad de información de la inversión confiable y verificable.

- Aumenta la calidad de la ejecución de la inversión, a través del empleo de las normativas, herramientas y uso del BIM, de acuerdo al caso.
- Mayor capacidad digital de las actividades de una empresa por medio del intercambio de ideas, conocimientos y desarrollo de aptitudes.

2.2.3. Las dimensiones del BIM

Se conceptualiza que el sistema BIM se divide en 7 dimensiones las cuales se van a explicar a continuación:

a) Primera Dimensión (BIM-1D): la idea

(Blog Structuralia, 2021), el proyecto empieza con una idea, esta primera dimensión incluirá factores como la ubicación del sitio, el estudio de mercado y las condiciones iniciales del proyecto; realizando las estimaciones geométricas iniciales, superficies, volúmenes de materiales y sus costos, estableciendo un plan de ejecución inicial.

b) Segunda Dimensión (BIM-2D): el boceto

(Blog Structuralia, 2021), se refiere a la elaboración de la fase de boceto, que definen las propiedades y características del proyecto. Esta fase incluye la preparación de los softwares a utilizar para la creación del modelado BIM, en esta fase también se encarga de plantear los primeros criterios como la definición de cargas estructurales y energéticas, y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad del proyecto.

c) Tercera Dimensión (BIM-3D): el modelo gráfico tridimensional

(Blog Structuralia, 2021), al obtener toda la información que nos proporcionaron las dos primeras dimensiones, es momento de empezar a modelar la infraestructura, en un modelo geométrico digital 3D, mediante el uso de softwares de dibujo tridimensional, la cual integra toda la información para las siguientes dimensiones del BIM.

d) Cuarta Dimensión (BIM-4D): el tiempo

(BIM Aula, 2021), se refiere a la planificación de la obra, a sus fases, a su programación temporal virtual. Su propósito es diseñar el plan de ejecución de la obra. Este plan nos permitirá observar el proceso de

construcción del proyecto, a través de graficas o diagramas, Además es posible generar simulaciones de parámetros temporales solares, de viento, energéticas, del ciclo de vida, etc.

e) Quinta Dimensión (BIM-5D): el costo

(BIM Aula, 2021), consiste en la estimación y el análisis de los costes. También comprende en el control de costos y la estimación de gastos de un proyecto. Su propósito es mejorar la rentabilidad del proyecto.

f) Sexta Dimensión (BIM-6D): sostenibilidad y eficiencia

(BIM Aula, 2021), se refiere a la sostenibilidad del proyecto. También llamada como “Green BIM” o BIM verde, la cual se encarga de realizar la simulación del comportamiento de los sistemas de ahorro energético y la gestión de recursos, considerando posibles opciones hasta llegar a la mejor opción, nos ayuda a tomar una decisión antes de realizar la construcción del proyecto.

g) Séptima Dimensión (BIM-7D): mantenimiento

(BIM Aula, 2021), consiste en gestionar el ciclo de vida del proyecto y los servicios relacionados. El objetivo es conservar la calidad del proyecto durante su vida útil. Para los especialistas, propietarios, arquitectos e ingenieros, es una de las dimensiones BIM más importantes ya que maneja aspectos como inspecciones, reparaciones, los cuales influyen en la gestión de mantenimiento.

2.2.4. Niveles de desarrollo BIM (LOD)

(Koala, 2021), LOD en ingles significa “Level Of Development”, se refiere al estado de desarrollo del modelo BIM de un proyecto ya sea de arquitectura, estructura, etc. Un LOD define la cantidad de datos, parámetros, también en la preciso geométrica de un modelo BIM. Para observar directamente los distintos estados de un LOD es verla en el modelo digital resultante en 3D, además existen otros parámetros que están ocultos, por lo que habría que profundizar un poco más por cada elemento para saber exactamente cuánta información tienen esos objetos.

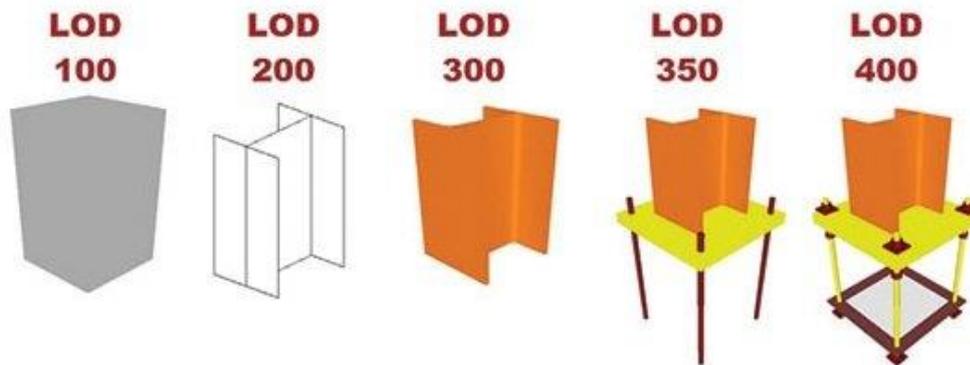


Figura 2.

Niveles de desarrollo BIM

Fuente: <https://imasgal.com/nivel-desarrollo-bim-lod/>

a) LOD 100

Este es el primer nivel de desarrollo para el modelado BIM, en la cual aparece un símbolo o figura genérica, esta figura no tiene forma, ya que no hay datos geométricos, ni dimensiones. La información no es suficiente y no ayuda a especificar los elementos.

b) LOD 200

Los objetos ya aparecen en el modelo, aunque siguen siendo genéricos, pero ya disponen de dimensiones, cantidades, ubicación y orientación aproximadas. Ya se ha introducido cierta información, aunque todavía se considera un nivel básico.

c) LOD 300

En este nivel el objeto aparece con más detalles en el modelo, obteniendo una información precisa de dimensiones, cantidades, tamaño, forma geométrica, ubicación y posición. Las dimensiones y cantidades se obtienen de manera directa del modelo. con este nivel de información es posible realizar la elección y compra de los objetos.

d) LOD 350

Teniendo la información del nivel anterior, en el modelo el objeto aparece con todas las conexiones que le permitirá relacionarse con otros sistemas, por ejemplo, soportes, anclajes, bases, etc. El elemento LOD350 permite realizar un análisis exhaustivo de interferencias y conflictos de espacio.

e) LOD 400

En este nivel se tiene un detalle mayor en el modelo, información suficiente para la contratación ya sea para la construcción o fabricación de todos los elementos del proyecto. El modelo muestra la instalación del elemento, con todos sus accesorios y piezas necesarias.

f) LOD 500

Este nivel es el superior a las anteriores, y es conocido como “As Built”, el modelo ya está completamente construido, siendo una representación digital del objeto, con este modelo se logra obtener cualquier tipo de información posible.

2.2.5. Softwares para el modelado BIM

2.2.5.1. Autodesk Revit

(Rfaeco, 2021), es un software BIM para el modelado de arquitectura e ingeniería, que permite realizar el diseño de proyecto y los procesos de trabajo. Lo que más le caracteriza este software es que se modela con objetos inteligentes (familias paramétricas) que se obtienen en 3D en el transcurso del desarrollo del proyecto desde la planta baja hasta las plantas superiores. Revit se basa en BIM: metodología de trabajo colaborativa y usando el modelado paramétrico de objetos y elementos constructivos del edificio.

El Revit es un software que permite construir virtualmente en 3D, lo que se denomina modelar en BIM, con este software es posible revisar y observar el edificio en un modelo digital 3D, se construye virtualmente en base a familias (objetos) de paredes, ventanas, puertas, etc. El almacenamiento de toda esta información se logra mediante su base de datos relacional que coordina la información durante todo el proceso. Además, al realizarse una modificación en el modelo, el Revit permite coordinarse de manera automática, para presentar la última versión editada, sin que los cambios afecten al proceso, lo que acelera el tiempo de trabajo, y reduce el riesgo de equivocarse durante la ejecución del proyecto.

2.2.5.2. Autodesk Navisworks

(Bloc, 2021), su función principal es ayudarnos, mediante un análisis detallado del modelo 3D para localizar las interferencias o errores de los proyectos. Navisworks nos permite compartir, revisar e integrar grandes modelos 3D y de diferentes formatos. La herramienta más importante de este programa, es sin duda, la visualización y simulación en tiempo real, ya que nos permite confirmar el rendimiento de nuestro diseño y a la vez reducir los recursos innecesarios.

2.2.5.3. Tekla Structures

(Academia Ingnova, 2021), es un software de diseño y fabricación asistida por computadora en dibujo 3D que nos permite diseñar, construir y montar estructuras para la construcción. Desarrollado por la empresa finlandesa “Tekla” tiene vigencia en todo el mundo a través de sus oficinas propias y su personal de trabajo. El uso de esta aplicación no se basa únicamente en modelar el trabajo a realizar, no solo se dibuja líneas, sino directamente sólidos paramétricos dentro de un solo modelo 3D. Gracias a elementos estructurales claramente predefinidos en la industria de la construcción, los perfiles generales y los detalles se modelan de forma directa y rápida. A través de macros y soluciones predefinidas se resuelven fácilmente las uniones y nudos estructurales. Una vez elaborada el modelo de estructura a construir, el programa facilita en crear planos generales, de corte, montaje, y de fabricación, también se genera lista de materiales y de piezas que se utilizaron en el modelo. Toda esta información dependerá del modelo y por ello, cuando se realice una modificación en el modelo, todos los planos se actualizan para reflejar la realidad.

2.2.5.4. Dialux

(Universidad Complutense de Madrid, 2021), es un programa que nos ayuda a realizar proyectos de iluminación. Permite realizar la documentación de los resultados obtenidos mediante visualizaciones fotorrealistas, permite modelar edificaciones ya sea con los comandos del mismo programa o Importándolo de las aplicaciones CAD, Permite elaborar el cálculo energético, de luminancia y de flujo luminoso de los sistemas de iluminación

para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes a nivel nacional e internacional.

2.2.6. Implementación de la metodología BIM en la empresa

2.2.6.1. Participantes de un proyecto BIM

(BIM Forum Chile, 2017), para llegar al éxito de una implementación de cualquier metodología depende del capital humano involucrado y su capacidad de trabajar en equipo en entornos complejos y dinámicos. Por este motivo la comunicación entre los participantes del trabajo es uno de los aspectos más importantes para el trabajo en BIM y para comprender correctamente el mapa y flujos de trabajo, es necesario determinar a los actores principales que participaran de la Metodología BIM durante todo el ciclo de vida del proyecto de construcción. Recalcar que no hay un solo flujo de trabajo, ni de participantes en el desarrollo de proyectos. Ya que pueden variar dependiendo del tamaño del proyecto, si pertenece al sector público o privado, la voluntad de los gerentes y jefes, entre otros. Es por estos motivos que los perfiles necesarios y la estructura organizacional del trabajo BIM pueden cambiar.

En los últimos años, han aparecido seis tipos importantes de perfiles BIM, cada uno con diferentes niveles de especialización y responsabilidades. A continuación, se describen los principales perfiles BIM de manera general.

- a) Director BIM:** Es el encargado de liderar el desarrollo y proceso de la implementación BIM en la empresa u organización, mandar con la dirección o gerencia de la empresa e inspeccionar las condiciones propicias para que BIM sea adecuadamente ejecutado.
- b) Gerente de Proyectos BIM:** Responsable de la gestión e implementación de las herramientas de trabajo BIM, para los modeladores, plantillas, objetos BIM, áreas de trabajo, o criterios de modelado, ya sea según mandato propio o estándar nacional. Encargado de realizar un proyecto organizado, utilizando herramientas BIM y estructurar las distintas especialidades.

- c) **Revisor BIM:** Es el encargado de verificar y controlar que los modelos y/o proyectos estén diseñados y/o construidos de acuerdo con los principios técnicos, la normativa y el plan de ejecución BIM.
- d) **Coordinador BIM:** Es el responsable de unir los modelos de distintas especialidades y coordinarlos, la detección de fallas e incompatibilidades en el modelo, la evaluación de posibles soluciones y gestionar los flujos de información del proyecto.
- e) **Modelador BIM:** Es el encargado de realizar el modelado de la información en softwares BIM, es quien traslada toda la información de los proyectos en el modelo digital BIM, es indispensable el manejo de interpretación de planos de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas, mecánicas, sanitarias y otras especialidades, así como conocimientos constructivos y manejo avanzado del software seleccionado para realizar el modelado y análisis BIM.
- f) **Gestor de Operaciones BIM:** Es el responsable de realizar el proceso operativo del proyecto basado en el modelo BIM, mantener la infraestructura y actualizar el modelo en el tiempo.

2.2.6.2. El plan de ejecución BIM

(BIM Forum Chile, 2017, pág. 31), el “BIM Execution Plan” (BEP) o Plan de Ejecución BIM, es el elemento más importante a la hora de iniciar una implementación BIM en una organización en función del tipo de proyecto y las habilidades de los agentes involucrados. Un BEP está conformado por los siguientes aspectos:

- Objetivos del proyecto y usos de BIM asociados
- Descripción general de procesos BIM y procedimiento de la planificación
- Diseño del proceso e intercambio de información BIM
- Diseño del flujo de trabajo en el proceso y procedimientos de colaboración
- Definir la estructura de soporte para la implementación del BIM
- Ejecución del procedimiento de Implementación BIM
- Procedimientos de control de calidad y definición de entregables
- Anexos (Protocolos, guías, estándares internacionales, etc.)

La realización de un plan previo para el uso del BIM en el proyecto, es clave para el lograr éxito de la implementación, y para que todos los involucrados tengan una comprensión adecuada de lo que significará el proceso, es necesario que los involucrados comprendan sus funciones en esto, qué recursos estarán implicados, cómo se examinará el proceso, así como un sistema de gestión asociado con el proyecto, entre otras cosas.

2.2.6.3. Requerimiento formal de Información (RFI)

(Candela, 2021), RFI en inglés significa “Request for Information”, es un documento por la cual los agentes encargados de un proyecto constructivo o de ingeniería, se comunican para despejar dudas, deficiencias en la información y solicitar información adicional que surja en un proyecto en cualquiera de sus fases. Es un medio informativo protocolizado y registrado, que sustenta los cambios que requieren realizarse en el desarrollo del proyecto de ingeniería o construcción. Tiene un tiempo de respuesta y su propósito es no modificar ni cambiar el cronograma del proyecto.

Cliente		REQUERIMIENTO FORMAL DE	Elab.	
Proy.		INFORMACION	Rev.	
OT		NÚMERO DE RFI:	Aprob.	
Numero			Fecha	
DE		PARA		
Empresa		Empresa		
Sr. / Srta		Sr. / Srta		
Teléfono		Teléfono		
E-mail		E-mail		
Referencia	Código de plano:			
	Ubicación:			
	Prioridad:			
Descripción del requerimiento				
Respuesta del requerimiento				
RESPONDIDO POR:		FIRMA:		

Figura 3.

Ejemplo de formato RFI

Fuente: Elaboración propia

2.2.7. Instalaciones eléctricas

2.2.7.1. Definición de accesorios eléctricos

a) Tubería eléctrica flexible.

(Energiza Corporativo, 2021), normalmente, este tipo de conduit eléctrico está fabricado de acero, su acabado final es el recubrimiento galvanizado que se les da. Su principal característica es que son flexibles a la torsión, pero gracias a su perfil engargolado, tienen una gran resistencia mecánica. Tienen un limitante, y es que, debido a su construcción, no se recomienda colocarlos en áreas con alta humedad, ni tampoco en lugares donde existan muchos gases o vapores. Entre sus aplicaciones principales nos encontramos con el uso en los ambientes industriales, aunque también se encuentra muy a menudo en lugares donde el cableado está expuesto a torsiones, vibraciones, y algún tipo de daño mecánico.



Figura 4.

Tubería eléctrica flexible

Fuente: <https://www.energiza.com.mx/blog/tipos-de-tuberia-electrica/>

b) Tubería eléctrica PVC

(Energiza Corporativo, 2021), este tipo de tuberías están hechas de este famoso material termoplástico. La razón por la cual acuden a su uso es que proporciona mucha protección a las instalaciones eléctricas, no ocasionan problemas al estar expuestos en ambientes húmedos y resisten algunas sustancias químicas que pudiesen caer accidentalmente en ellos. Se encuentran normalmente en sistemas eléctricos empotrados, como por ejemplo en los techos, las paredes, bajo el concreto y otros tipos de suelo.



Figura 5.

Tubería eléctrica PVC

Fuente: <https://www.energiza.com.mx/blog/tipos-de-tuberia-electrica/>

c) Tubos EMT

(Energiza Corporativo, 2021), son bien usados en instalaciones eléctricas. EMT significa “Electrical Metallic Tubing”. Su estructura evita cualquier tipo de corrosión y están fabricados de hierro galvanizado. Se utiliza para proyectos de larga duración, considerando que no tienen ningún tipo de unión con otros tubos, debiendo solicitar la medida exacta para el trabajo.



Figura 6.

Tubos EMT

Fuente: <https://www.energiza.com.mx/blog/tipos-de-tuberia-electrica/>

d) Tubos IMC

(Energiza Corporativo, 2021), estos tubos son resistentes frente a daños e impactos metálicos, comparando con otros materiales como el plástico o el hierro, tiene alta resistencia y menos flexible. IMC significa “Inmersión en Caliente” donde con estas siglas podemos deducir los usos para este tipo de tubos, como, por ejemplo:

- Instalaciones en elevadas temperaturas.
- Instalaciones eléctricas en zonas industriales.
- Expuestas en la intemperie donde sus características anti corrosivas permitirán su operatividad correcta por mucho tiempo.
- Zonas con cierto riesgo de explosión en función de los materiales utilizados, para la protección de la instalación y evitar problemas mayores en caso de emergencia.



Figura 7,
Tubos IMC

Fuente: <https://www.energiza.com.mx/blog/tipos-de-tuberia-electrica/>

e) Cajas y accesorios para canalización de tubo

(Harper, 1998), en los métodos modernos para instalaciones eléctricas de casas-habitación, todas las conexiones de conductores o uniones entre conductores se realizan en cajas de conexión de conductores o uniones entre conductores realizándose en cajas de conexión aprobadas para tal fin y se instalarán en donde puedan ser accesibles para poder hacer cambios en el alambrado. Por otra parte, todos los apagadores y salidas para lámpara se encontrarán alojados en cajas, igual que los contactos. Las cajas son metálicas y de plástico según se usen para instalación con tubo conduit metálico o con tubo de PVC o polietileno. Las cajas metálicas se fabrican de acero galvanizado de cuatro formas principalmente: cuadradas, octogonales, rectangulares y circulares; se fabrican en varios anchos, profundidad y perforaciones para acceso de tubería; hay perforaciones en las caras laterales y en el fondo.

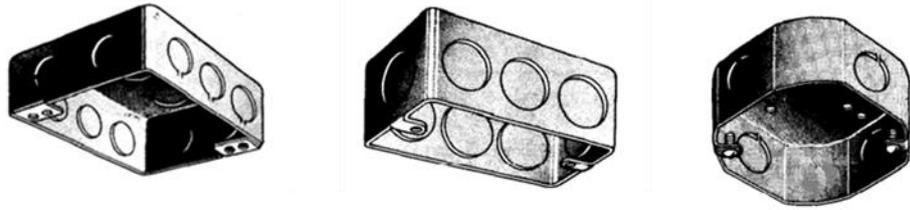


Figura 8.

Cajas y accesorios para canalización de tubo

Fuente: (Harper, 1998)

f) Interruptor de luz

(Harper, 1998), un apagador se define como un interruptor pequeño de acción rápida, operación manual y baja capacidad que se usa, por lo general, para controlar aparatos pequeños domésticos y comerciales, así como unidades de alumbrado pequeñas. Debido a que la operación de los apagadores es manual, los voltajes nominales no excederán de 600 volts. Teniendo cuidado de no usar los apagadores para interrumpir corrientes que exceden a su valor nominal, a su valor nominal de voltaje, por lo que se observarán que los datos de voltaje y corriente estén impresos en las características del apagador, como un dato del fabricante.

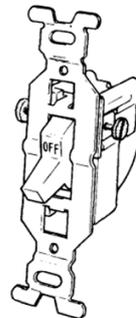


Figura 9.

Apagador

Fuente: (Harper, 1998)

g) Tomacorrientes

(Harper, 1998), los contactos se usan para enchufar (conectar) por medio de clavijas, dispositivos portátiles tales como lámparas, taladores portátiles, radios, televisores, tostadores, licuadoras, lavadores, batidoras, secadores de pelo, rasuradoras eléctricas, etc. Estos contactos

serán para una capacidad nominal no menor de 15 amperes para 125 volts y no menor de 10 amperes para 250 volts. Los contactos son del tipo que no se puedan usar como portalámparas. Los contactos pueden ser sencillos o dobles, del tipo polarizado (para conexión a tierra) y a prueba de agua.

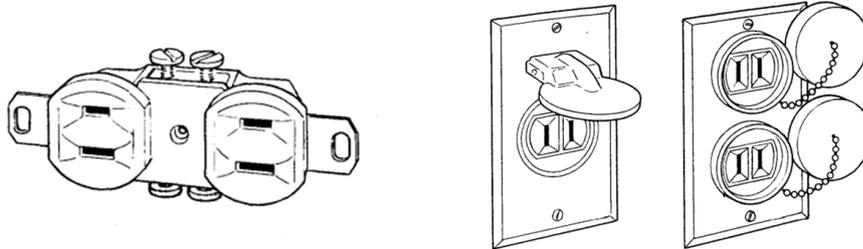


Figura 10.

Tomacorrientes

Fuente: (Harper, 1998)

h) Conductores eléctricos

(Harper, 1998), en las instalaciones eléctricas residenciales los elementos que proveen las trayectorias de circulación de la corriente eléctrica son conductores o alambres forrados con un material aislante, desde luego que el material aislante es no conductor, con esto se garantiza que el flujo de corriente sea a través del conductor. El material que normalmente se usa en los conductores para instalaciones eléctricas es el cobre y se aplican en el caso específico de instalaciones eléctricas residenciales dentro de la categoría de las instalaciones de baja tensión que son aquellas cuyos voltajes de operación no exceden a 1000V entre conductores o hasta 600V a tierra.

i) Calibres de conductores

(Harper, 1998), los calibres de conductores dan una idea de la sección o diámetro de los mismos y se designan usando el sistema norteamericano de calibres AWG, por medio de un número al cual se hace referencia, sus otras características como son diámetro área, resistencia, etc. La equivalencia en mm² del área se harán en forma independiente de la designación usada por la América Wire Gage (AWG). En nuestro caso, siempre se hará referencia a los conductores de cobre.

Es conveniente notar que en el sistema de designación de los calibres de conductores usado por AWG, a medida que el número de designación es más grande la sección es menor.

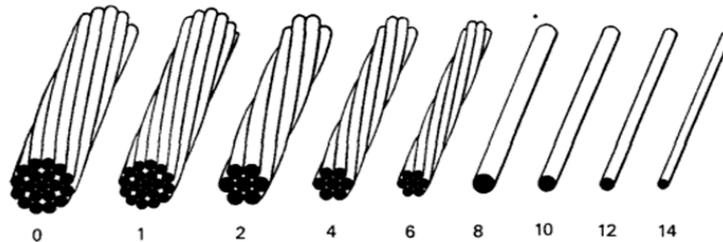


Figura 11.

Calibres de conductores

Fuente: (Harper, 1998)

j) Tablero eléctrico

(Rodríguez, 2012), es un armario de control que contiene dispositivos de conexión, maniobra, de mando, medición, protección, alarma y señalización, con sus correspondientes soportes y cubiertas, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. Para realizar el montaje de un tablero eléctrico es indispensable que cumpla con estándares y normas que permitan su operatividad correcta, al estar encendido, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones que están siendo energizadas.



Figura 12.

Tablero eléctrico

Fuente: (Rodríguez, 2012)

k) Bandeja portacables

(Sedemi, 2021), la bandeja porta cables es una estructura similar a un puente que pasa conductores eléctricos y de datos a través de todo un proyecto. La bandeja portacables está disponible en una gran variedad de materiales y acabados para adaptarse a la ubicación, la carga y requisitos estéticos. Se puede realizar todo tipo de cableado con estas bandejas, de manera eficiente, manejable y cómoda.



Figura 13.

Bandejas portacables

Fuente: <https://www.steelform.com.pe/bandejas-portacables/#>

2.2.7.2. Definición de otras Instalaciones

a) Sistema CCTV

(Paessler, 2021), CCTV significa Circuito Cerrado de Televisión, y es conocido como sistema de videovigilancia, Este sistema consiste en que los programas de video se transmiten a un número limitado de monitores, diferenciándose de las transmisiones de una televisión normal que se transmite a un público general. El sistema CCTV se utilizan para captar imágenes de video de actividades delictivas y registrar infracciones de tráfico, también tienen otros usos.

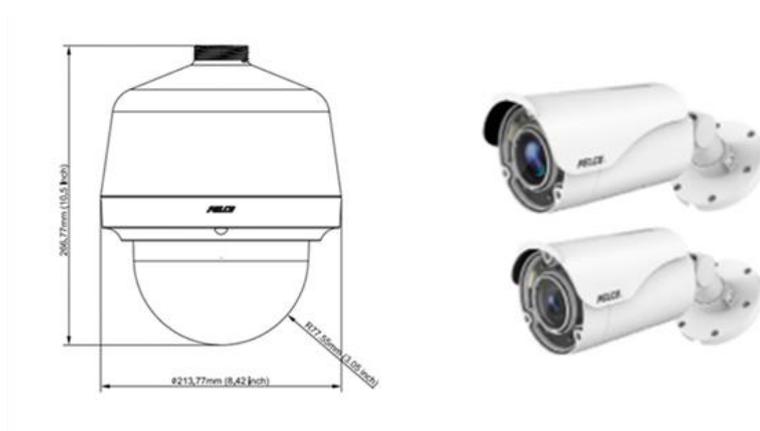


Figura 14.

Cámara tipo domo y bala

Fuente: (Pelco, 2021)

b) Detección y alarma de incendios

(Fevox, 2021), los componentes del sistema de detección y alarma de incendios son:

- **Panel de control o Panel de alarma:** Es la cabeza del sistema que supervisa y monitorea las entradas (Inputs) y salidas (outputs) de información del sistema. Los Inputs están conformados por dispositivos de activación, mientras que los outputs están conformados por dispositivos de señalización y control.
- **Dispositivos de iniciación:** Son equipos del sistema de alarma informan en forma manual y automática al panel de control cuando existe algún cambio en el sistema. Estos dispositivos pueden ser:
 - Sensores de Humo.
 - Sensores de Temperatura.
 - Estaciones Manuales de Incendio.
 - Alarmas de Flujo.
- **Dispositivos audibles y visuales:** Son equipos del sistema de alarma que alertan de manera audible o visible, cuando se detecta una condición anormal en la estructura a proteger. La detección de esta condición anormal va depender de los dispositivos de iniciación instalados. Estos dispositivos pueden ser:

- Sirenas Campanas.
- Luces Incandescentes.
- Luces Espectroscópicas.



Figura 15.

Equipos de detección y alarma contra incendio

Fuente: <https://www.fevox.co/solution/componentes-deteccion-de-incendios/>

c) Sistemas de automatización

(Nexus Integra, 2021), estos sistemas son utilizados para el control y monitoreo asistido por computadora, de una máquina o dispositivo que por lo general cumple funciones o tareas repetitivas. Están diseñados para operar en forma automática para así reducir y mejorar el trabajo humano en la industria. Sustituye las actividades reiterativas y mecánicas que realiza una persona y la toma de decisiones en los procesos industriales. Esto se logra mediante el uso de algoritmos de programación y maquinarias potentes.



Figura 16.

Tablero de automatización BMS

Fuente: Elaboración propia

d) Sistema de comunicaciones de red

(Plot and design Ltda, 2021), define los siguientes componentes de un sistema de comunicaciones de red.

- **Patch Panel o Tablero de conexiones:** Es el tablero central donde llega todos los cables de la Red que están dentro de una sala de telecomunicaciones. Por lo general se monta en una pared de montaje, conocida como Rack, Casi siempre está al lado de la planta de telecomunicaciones. Existen Patch Panels de 24, 48 o 72 puertos de conexión, que pueden ser de estilos diferentes, tales como en ángulo o rectos. Los paneles también tienen la opción de pasadores de tipo 110 conectados en la parte posterior del panel o pueden terminar tomas y romperlos en el panel vacío.
- **Tomas de red RJ-45:** Es el conector hembra que se instala en cada lugar donde se va a conectar un usuario a la red. Desde aquí cada cable se va al Patch Panel que está situado en la central de

comunicaciones, que se le denomina tomas RJ-45, estas tomas se encajan en una placa frontal o Face Plate, que contienen 1 o 2 puertos, estos conectores de datos pueden terminar en un pinout 568A o 568B. Los colores rojo y azul son utilizados para identificar para identificar si las grabaciones son de voz o de datos.

- **Conectores RJ-45:** El conector RJ - 45 se conecta al final de un cable de red, tienen 8 pines. El RJ-45, se encuentra comúnmente en una terminación del cable de una computadora (o patch cord), o en un punto de acceso inalámbrico. Este conector es tipo macho para conectar a las tomas de RJ-45, o para crear puentes entre conmutadores, módems u otros componentes de red que se encuentran en el Rack.



Figura 17.

Sistemas de comunicaciones de red

Fuente: <http://www.plotandesign.com/redes/componentes-del-cableado-red/>

e) Sistema de megafonía

(Fevox, 2021), este sistema permite realizar la comunicación comercial para el sistema de alarma, que a través de los dispositivos de sonido que permiten amplificar la voz para brindar información ya sea para los clientes externos como internos, además es una herramienta de apoyo que sirve como sistema de audio evacuación guiada para alguna situación de emergencia.



Figura 18.

Equipos de megafonía

Fuente: <https://www.fevox.co/solution/audio-evacuacion-megafonia/>

2.2.8. Instalaciones HVAC

2.2.8.1. Definición

(Siber Ventilación Inteligente, 2021), es una instalación que se utiliza bastante en el sector de la climatización. Consiste ante todo a la climatización, se usa el dicho término para entender una buena práctica en el uso de los sistemas de ventilación junto a los de aire acondicionado o calefacción.

El término HVAC significa «calefacción, ventilación y aire acondicionado», en inglés significa “Heating Ventilation Air Conditioning”. Y aunque se utilice en nuestros días y parezca que es algo reciente, en realidad lo es solo en nuestro idioma. normalmente viene utilizándose desde casi siempre, y su historia es centenaria.

2.2.8.2. Componentes del HVAC

(Siber Ventilación Inteligente, 2021), se conceptualiza que el sistema HVAC se divide en 3 componentes las cuales se van a explicar a continuación:

- **Calentamiento:** Se trata de darle calor al aire para poder disfrutar de una mejor temperatura en invierno. Normalmente, se utilizaba sistemas de calefacción, en la actualidad los sistemas de ventilación mecánicos

de doble flujo son capaces de brindar aire cálido a través de un intercambiador de calor, lo que resulta ser eficiente. Otros sistemas son las bombas de calor eficientes, y finalmente las resistencias eléctricas, que consumen demasiada energía.

- **Enfriamiento:** Se trata de alcanzar la comodidad en interiores durante los meses más calurosos, enfriando las habitaciones. El sistema más popular es sin duda los aparatos de aire acondicionado. Para comprimir un gas se utiliza compresores, para que después entregue aire frío. Su inconveniente es su elevado consumo, si bien es cierto han mejorado en el transcurso de los años. Otros sistemas son el de enfriamiento evaporativo, que es adecuado para climas secos, y la ventilación mecánica de doble flujo también puede inyectar aire refrigerado en una habitación por el mismo intercambiador.
- **Ventilación:** La renovación del aire en un local cerrado ha sido muy importante desde hace mucho tiempo para una buena salud. Antiguamente no era necesario el uso de sistemas mecánicos, porque los edificios dejaban pasar fácilmente el aire. Sin embargo, los edificios en la actualidad son más cerrados, por lo que el aire no se filtra por paredes, puertas y ventanas, por esta razón es que se necesita con un sistema de ventilación. Por ejemplo, los sistemas de ventilación de doble flujo en edificios muy cerrados, se consigue el confort térmico sin necesidad de utilizar aparatos de aire acondicionado en verano ni calefacción en invierno.

El sistema HVAC se refiere a enlazar los tres componentes en una metodología que permita mejorar la comodidad en interiores. Es muy importante señalar que la construcción de edificaciones es fundamental para el uso adecuado del sistema HVAC. Debido a eso existen casas pasivas, que son un ejemplo de cómo podemos mejorar la comodidad sin gastar en climatización.

Considerando otros conceptos secundarios de HVAC, que tienen sus raíces en la climatización. La más importante sería controlar la humedad, que tiene un impacto significativo en nuestra percepción del calor y también en la salud. Otros son el movimiento del aire interior y la limpieza, que

podemos conseguir en forma óptima en interiores con un sistema de ventilación mecánica.

2.2.8.3. Definición de equipos HVAC

a) Sistemas de aire acondicionado tipo Split

(Colocho, Daza, & Guzman, 2011), estos son dispositivos de descarga directa también llamados descentralizados. Se diferencian del tipo compacto en que la unidad que comprende el compresor y el condensador está ubicada en el exterior, mientras que el evaporador está montado en el interior. Están comunicados a través de líneas de refrigeración y conexiones eléctricas.

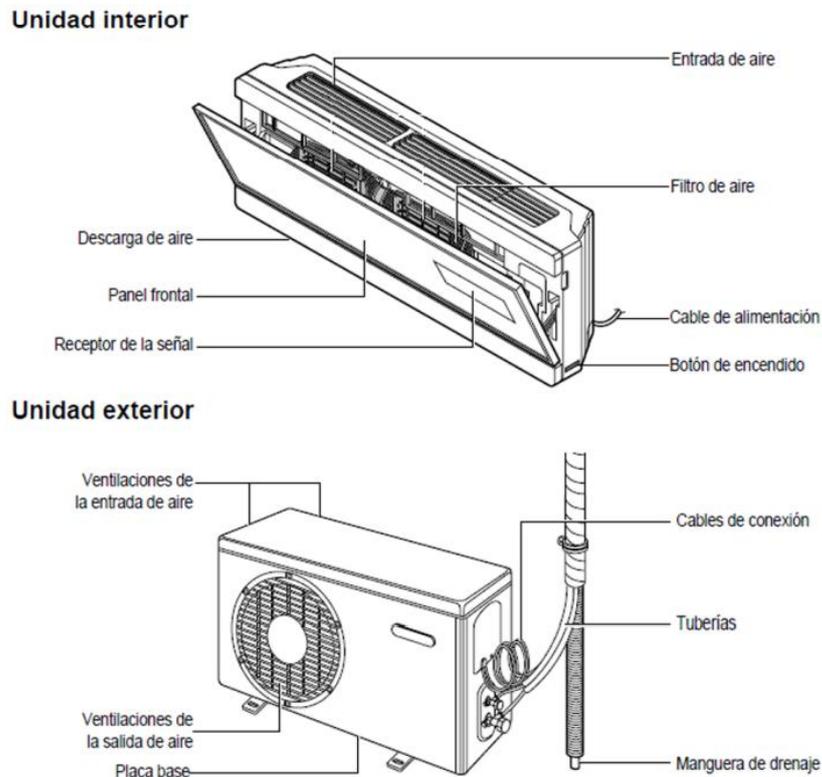


Figura 19.

Sistema de aire acondicionado tipo Split

Fuente: (Colocho, Daza, & Guzman, 2011)

b) Sistema tipo chiller

(Colocho, Daza, & Guzman, 2011), es un equipo de descarga indirecta, debido a que el aire se distribuye a los diferentes espacios mediante ductos. Consiste en un sistema central que enfría un fluido, generalmente

agua, que se distribuye a varios equipos de enfriamiento ubicados en las áreas donde se requieren aire acondicionado. El agua helada fluye desde la unidad exterior a través de tuberías (PVC, PE, Cobre o Acero) hacia las unidades manejadoras de aire (UMA)



Figura 20.

Chiller

Fuente: (Colocho, Daza, & Guzman, 2011)

c) Conductos de aire

(TST, 2021), Son componentes de un sistema de aire acondicionado, de los cuales el aire es distribuido entre el aparato acondicionador y las habitaciones acondicionadas. También extrae aire de una habitación, o la admisión de aire nuevo desde el exterior. Para el dimensionamiento de los conductos, es necesario considerar los siguientes aspectos, como por ejemplo el espacio disponible, la velocidad, el nivel ruidoso, las pérdidas de carga, al igual que las pérdidas o ganancias de calor y fugas.



Figura 21.

Conductos de aire

Fuente: (Isover, 2009)

d) Jet Fans

(Motorex, 2021), los Jet Fan son ventiladores que están hechos para desplazar el flujo de aire, en espacios enormes, donde se necesita el aire, porque son espacios cerrados o subterráneos; trabaja con ruido bajo, debido a su bajo nivel sonoro.



Figura 22.

Jet Fan

Fuente: <https://www.motorex.com.pe/p/jet-fans-tcp/>

e) Extractor de aire

(Motorex, 2021), este sistema se utiliza para eliminar el excedente de humedad y olores no deseados de un área o zona en particular. Normalmente están instalados en baños y cocinas, que son espacios que acumulan humedad, ya que en estos lugares se utiliza el agua, ya sea para lavar o cocinar. También aseguran la ventilación en determinadas zonas, reduciendo la acumulación de gases y eliminando sustancias nocivas.



Figura 23.

Extractor centrifugo de aire radial

Fuente: <https://cablematic.com/es/productos/extractor-de-aire-centrifugo-radial-para-ventilacion-industrial-2600-rpm-cuadrado-202x180x115-mm-SA612/>



Figura 24.

Extractor de aire para pared o muro

Fuente: <https://caudalvent.com/product/extractores-de-aire-para-muro-pared-mod-hxt-500-l/>

f) Inyector de aire

(Instituto Nacional de Aprendizaje, 2010), este sistema permite la admisión de un flujo de aire constante por medio de un sistema de distribución que asegure la reposición de aire que el edificio perdió, a causa del gran consumo de oxígeno de las personas, así como la cantidad de aire requerida en casos donde se trata de un espacio comercial o industrial, por ejemplo, en salas eléctricas, donde se requiere una temperatura adecuada para la protección de los equipos sin necesidad de utilizar de aire acondicionado, los inyectores de aire tienen un sistema de filtrado básico para impedir el paso del polvo y algunas partículas.



Figura 25.

Inyectores de aire

Fuente: <https://www.climatizacionjw.com/producto/inyectores-de-aire-industrial/>

2.3. Definición de términos básicos

Análisis Energético: Acción o proceso de analizar el modelo desde un punto de vista energético o bien la tabla o declaración de los resultados del análisis del modelo.

As-Built: Hace referencia al modelo que recoge la información diseñada corregida según lo ocurrido durante la construcción al final del proyecto.

CAD: Es una herramienta informática que permite al ordenador elaborar diseños y planos, reemplazando a los instrumentos de dibujo tradicionales

como el tablero, la escuadra o compás. Los entes que administran estas aplicaciones son geométricos, con pocas posibilidades de agregar información adicional.

Ciclo de vida: Es el tiempo transcurrido desde el diseño de un inmueble hasta su demolición.

Deficiencia: Se refiere al incumplimiento de un aspecto de trabajo con los requerimientos establecidos.

Disciplina: Se refiere a las grandes materias que agrupan los elementos que son parte del BIM según su función principal.

Diseño y construcción virtual: Se refiere al proceso de una representación digital con el propósito de planificar y prevenir problemas antes de realizar la construcción real. Este término se utiliza como sinónimo de BIM.

Elementos: Son los objetos concretos que conforman el modelo BIM, por ejemplo: las puertas de un edificio existentes en un modelo.

Familia: Es el grupo de objetos que pertenecen a una misma categoría que contiene unas reglas paramétricas de generación para obtener modelos geométricos análogos.

IFC: Formato de fichero estándar elaborado por la BSA (BuildingSmart Alliance).

Modelo: Representación 3D en formato digital de una construcción que almacena tantos datos físicos de un elemento como datos no geométricos como resistencia, material, coste, etc, y la relación entre los diferentes elementos que componen dicha construcción.

Modelo 3D: Modelo geométrico en tres dimensiones.

Parámetro: Variable que permite modificar propiedades y comportamientos.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1. Determinación y análisis del problema

En la actualidad, en el Perú al igual que en otras partes del mundo, existe una gran demanda en el sector construcción, que viene creciendo considerablemente al pasar de los años, las edificaciones cada vez son más grandes y más complejas. El Centro Comercial Eco Plaza es una edificación nueva, que fomentará la ecología ya que será el primer centro comercial auto sostenible y con certificación LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental). Al realizar los estudios previos y cálculos para el diseño de la edificación para la elaboración de memorias y planos de cada especialidad, al igual que en todos los proyectos de construcción, se diseñan independientemente, omitiendo algunos detalles, al plasmar toda esta información en la construcción del edificio, esto genera errores e interferencias de ubicación real y espacial de equipos, materiales y dispositivos en las instalaciones de la edificación, por lo que se requerirá modificar y reparar a último minuto la interferencia, produciendo costos adicionales y pérdidas, por ello es necesario utilizar una nueva metodología de trabajo especialmente para gestionar este tipo de proyectos grandes, la cual se plantea los siguientes problemas encontrados.

3.1.1. Problema principal

¿En qué medida la utilización de la metodología BIM permitirá reducir las deficiencias de diseño de las instalaciones eléctricas y HVAC del Centro Comercial Eco plaza?

3.1.2. Problemas específicos

1. ¿De qué manera la utilización de la metodología BIM permitirá la mejora de diseño de las instalaciones eléctricas del Centro Comercial Eco plaza?
2. ¿En qué medida la utilización de la metodología BIM permitirá la mejora de diseño de las instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado del Centro Comercial Eco plaza?

3.2. Modelo de solución propuesto.

3.2.1. Elaboración del Plan de Ejecución BIM(PEB).

Para la implementación de la metodología BIM para la mejora de diseño de las instalaciones eléctricas y HVAC del proyecto Eco Plaza, el equipo encargado del área de ingeniería y diseño de la empresa BIM Perú S.A.C. desarrolló el plan de ejecución BIM(PEB), la cual consistió en definir el conjunto de actividades para la organización del trabajo, también se definió las bases del trabajo, el nivel de desarrollo del modelo BIM (LOD), el proceso de la construcción virtual del modelo BIM de la edificación, la asignación de responsabilidades a cada miembro del equipo de trabajo y el intercambio de información entre los involucrados, así como las fases o etapas del proyecto, para obtener un flujo de trabajo como se muestra en la Figura 26 estableciendo una coordinación eficiente entre los integrantes del equipo de trabajo.

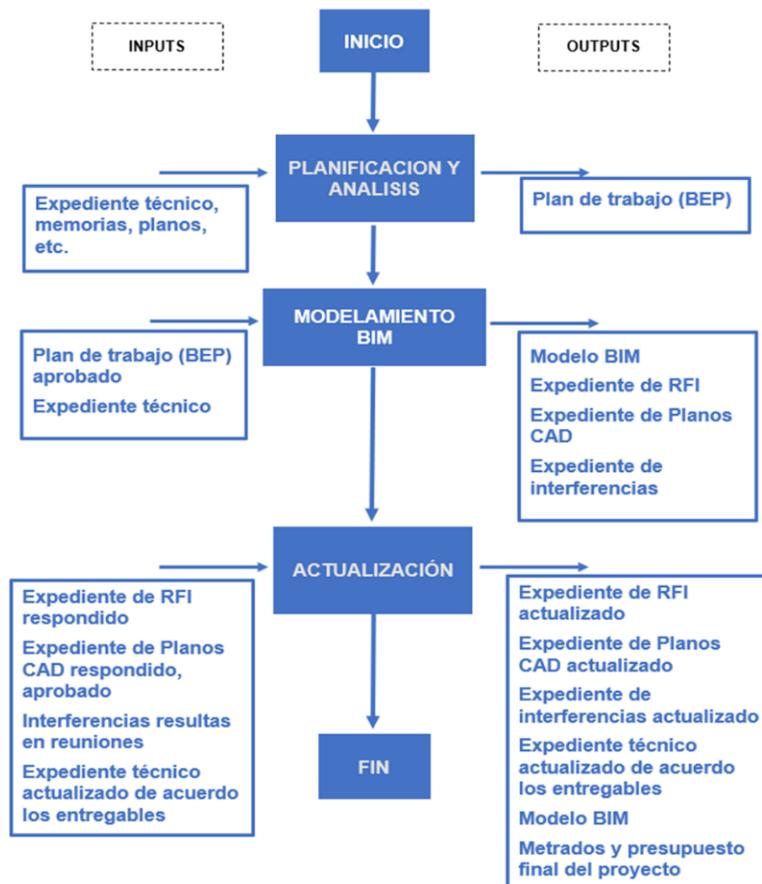


Figura 26.

Flujo de trabajo BIM

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Entrega de documentos de información del proyecto

Los encargados de la Asociación de Comerciantes Esperanza al Progreso (ACEP) del Centro Comercial Eco Plaza, entregaron todos los documentos de información y diseño de la obra al equipo de trabajo BIM, mediante una plataforma de intercambio de información definida, se definió las especialidades que se construirán en el edificio, las cuales son: arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, instalaciones HVAC, instalaciones de gas y sistema de agua contra incendio (ACI).

Para el desarrollo del modelo BIM del Centro Comercial Eco Plaza, se revisó información importante con el fin de obtener un conocimiento preciso sobre el proyecto.

a) Ubicación

El Centro Comercial Eco Plaza se encuentra ubicado en Av. La Molina 439, cruce con calle Salvador Carmona, en el distrito de Ate, departamento y provincia de Lima.

b) Elevaciones

Las elevaciones del Centro Comercial Eco Plaza se muestran en los anexos 1 y 2.

c) Cuadro de áreas

Tabla 1.

Cuadro de áreas(m²) de los niveles del Centro Comercial

Pisos/niveles	Existente	Demolición	Nuevo	Amp.	Rem.	Total
Sótano 3			2541.5			2541.5
Sótano 2			2545.45			2545.45
Sótano 1			1704.65			1704.65
Piso 1			1629			1629
Piso 2			1780.33			1780.33
Piso 3			1790.32			1790.32
Piso 4			725.53			725.53
Área parcial			12696.78			12696.78
Área techada total						12696.78

Fuente: Expediente técnico de arquitectura - Eco Plaza, 2019

3.2.3. Desarrollo del modelo BIM

3.2.3.1. Roles y responsabilidades

(BIM Perú, 2019), se describe las responsabilidades y funciones de cada agente encargado del proyecto.

a) Cliente – Asociación de Comerciantes Esperanza al Progreso

Las funciones que tuvieron fueron los siguientes:

- Coordinar las reuniones para la resolución de Interferencias.
- Aprobar la subsanación de las interferencias detectadas dentro del modelo BIM de cada especialidad.
- Responder a los RFI emitidos por BIM Perú.
- Respecto a la información contenida y gestionada en BIM, cada proyectista es responsable por su autenticidad, veracidad, disponibilidad y actualización.
- Asegurar la presencia de los proyectistas a las sesiones de trabajo programadas.

b) Líder BIM

Las funciones que tuvo el líder BIM fueron los siguientes:

- Notificar al grupo de soporte CAD\BIM si existen cambios en el modelo de coordenadas
- Notificar al grupo de soporte CAD\BIM cuando el proyecto sea archivado.
- Llevar un adecuado control de los proyectos de supervisión asumiendo las responsabilidades del caso.
- Tener los conocimientos de supervisión claros y conocimientos de los proyectos que tiene a cargo.
- Saber motivar, orientar y/o delegar a su equipo de trabajo.
- Coordinar y reunirse con las personas involucradas en el proyecto de supervisión.

- Mantener una comunicación constante con el cliente y su equipo de trabajo
- Tener un manejo adecuado de los recursos disponibles
- Capacitar y estimular al equipo de trabajo.
- Planificar, gestionar y controlar los recursos y tareas necesarias para llevar a cabo un proyecto de alto valor económico.

c) Coordinador BIM

Es el encargado que designó las responsabilidades a cada integrante del equipo de trabajo BIM, lo cual consideró lo siguiente:

- Cada uno de los integrantes del equipo de diseño BIM es responsable de que los modelos BIM de su especialidad, que contengan toda la información necesaria para el claro entendimiento y gestión del proyecto, aplicando un control de calidad interno que garantice el cumplimiento de todo lo indicado en el Plan de Ejecución BIM.
- Todos los modelos BIM son desarrollados por los integrantes del equipo BIM utilizando objetos y elementos nativos del software BIM utilizado. En caso no se pueda hacer uso de una herramienta específica, se comunicará la situación al coordinador general BIM y documentar el caso a la hora de publicar el modelo para coordinación o entrega en el entorno común de datos.

Las funciones que tuvo el coordinador BIM fueron las siguientes:

- Garantizar que todos los planos y documentos del proyecto son extraídos directamente del modelo, y que no hay producción de planos en CAD.
- Verificar que no existan incompatibilidades dentro del modelo BIM antes de llevarlo a las reuniones de coordinación.
- Verificar la calidad del modelo BIM revisando el cumplimiento de lo establecido.

d) Modelador BIM

Las funciones que tuvimos en calidad de modelador BIM fueron los siguientes:

- Desarrollar los modelos, cada modelador ha sido encargado de modelar una especialidad distinta.
- Generar reportes de los expedientes RFI y planos.
- Exportar los modelos al Autodesk Navisworks.

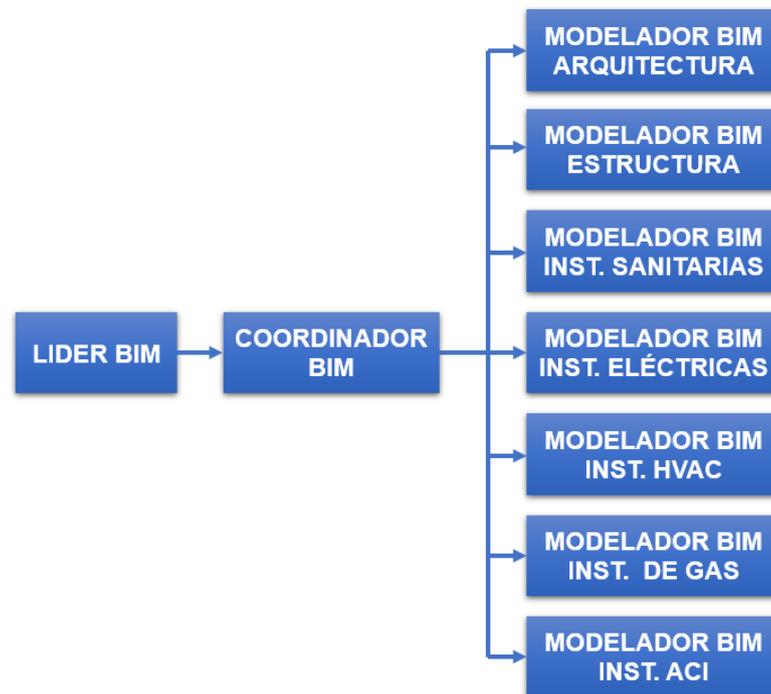


Figura 27.

Diagrama de roles y responsabilidades

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27 se muestra el flujo de trabajo de los participantes mencionados en el párrafo anterior.

3.2.3.2. Estructura del modelo

Una vez obtenida toda la información del proyecto entregada por los encargados de la obra, se empezó a desarrollar el modelado BIM del Centro Comercial Eco Plaza, se inició determinando los softwares BIM con los que trabajamos en el proyecto con respecto al plan de ejecución BIM, los cuales fueron Autodesk Revit, Navisworks, Tekla Structures y Dialux. Teniendo en

claro las herramientas de software a utilizar, se definió la nomenclatura de los modelos BIM que integraron en la representación digital 3D de la edificación, las cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.

Nombre de los modelos

Especialidad	Código	Edificio	Nombre del archivo
Arquitectura	ARQ	Eco Plaza	ACEP-BIM-EP-ARQ
Estructura	EST	Eco Plaza	ACEP-BIM-EP-EST
Inst. Sanitarias	IISS	Eco Plaza	ACEP-BIM-EP-IISS
Inst. Eléctricas	IIEE	Eco Plaza	ACEP-BIM-EP-IIEE
Inst. Agua contra incendio	ACI	Eco Plaza	ACEP-BIM-EP-ACI
Inst. Mecánicas (HVAC)	IIMM	Eco Plaza	ACEP-BIM-EP-IIMM
Modelo integrado	NWF	Eco Plaza	ACEP-BIM-EP-MASTER

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3 definimos los formatos de archivos de los softwares que se utilizaron para realizar el modelado, para su correcta compatibilidad al integrar todos los modelos BIM en el modelo central, a excepción del Dialux que se utilizó como apoyo para verificar el sistema de alumbrado.

Tabla 3.

Formatos de los modelos BIM

Software	Formato	Versión	Descripción
Revit	.rvt	2019	Desarrollo de los modelos BIM de todas las especialidades
Navisworks	.nwd	2019	Integración de los modelos BIM
Tekla Structures	.ifc	2019	Desarrollo de estructuras metálicas
Dialux	.evo	9	Simulación del alumbrado

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.3. Modelado BIM de las instalaciones

a) Creación de plantillas de los modelos

Una vez terminado el modelamiento BIM de arquitectura y estructuras de la edificación, compartidos en la plataforma de intercambio de información BIM 360, en el Autodesk Revit 2019 se empezó a crear las plantillas de los modelos de instalaciones eléctricas y HVAC del edificio,

para el modelo de instalaciones eléctricas se utilizó la plantilla eléctrica y para el modelo de instalaciones HVAC se utilizó la plantilla mecánica.

Obtenida la información del proyecto y terminada la creación de las plantillas de los modelos de instalaciones eléctricas y HVAC, se linkeo los modelos de arquitectura, estructura y los modelos de estructuras metálicas provenientes del Tekla en formato ifc, en los modelos de instalaciones eléctricas y HVAC, como se muestra en la Figura 28 y Figura 29.

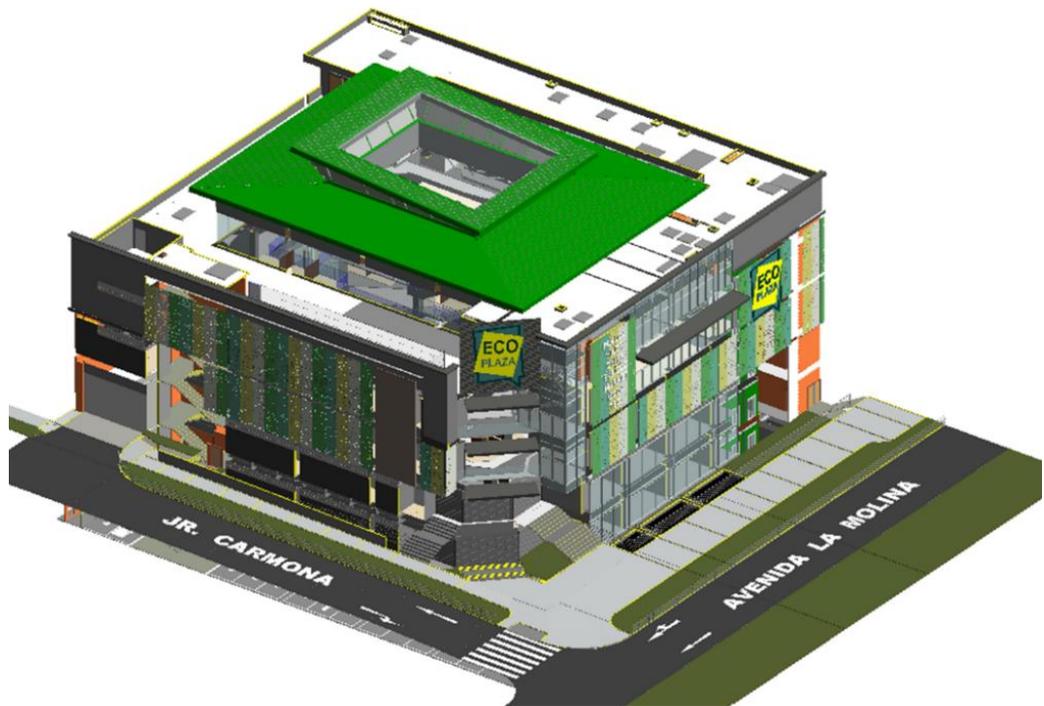


Figura 28.

Modelo de arquitectura

Fuente: Elaboración propia

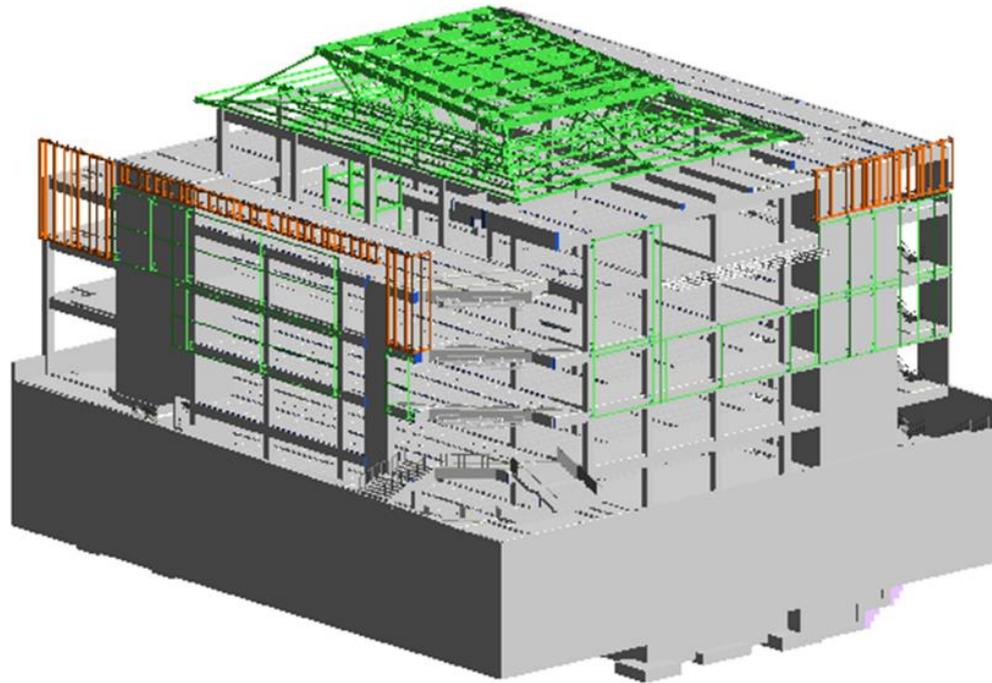


Figura 29.

Modelo de estructuras

Fuente: Elaboración propia

Terminada la creación de las plantillas eléctricas y mecánicas, se determinaron los niveles de piso terminado (N.P.T.) que son importantes para la creación de vistas de planta de trabajo para realizar el modelado de cada nivel del edificio (Figura 30) y los ejes de la edificación que son importantes para utilizarlos como referencia de ubicación para la integración de todos los modelos del proyecto (Figura 31 y Figura 32).

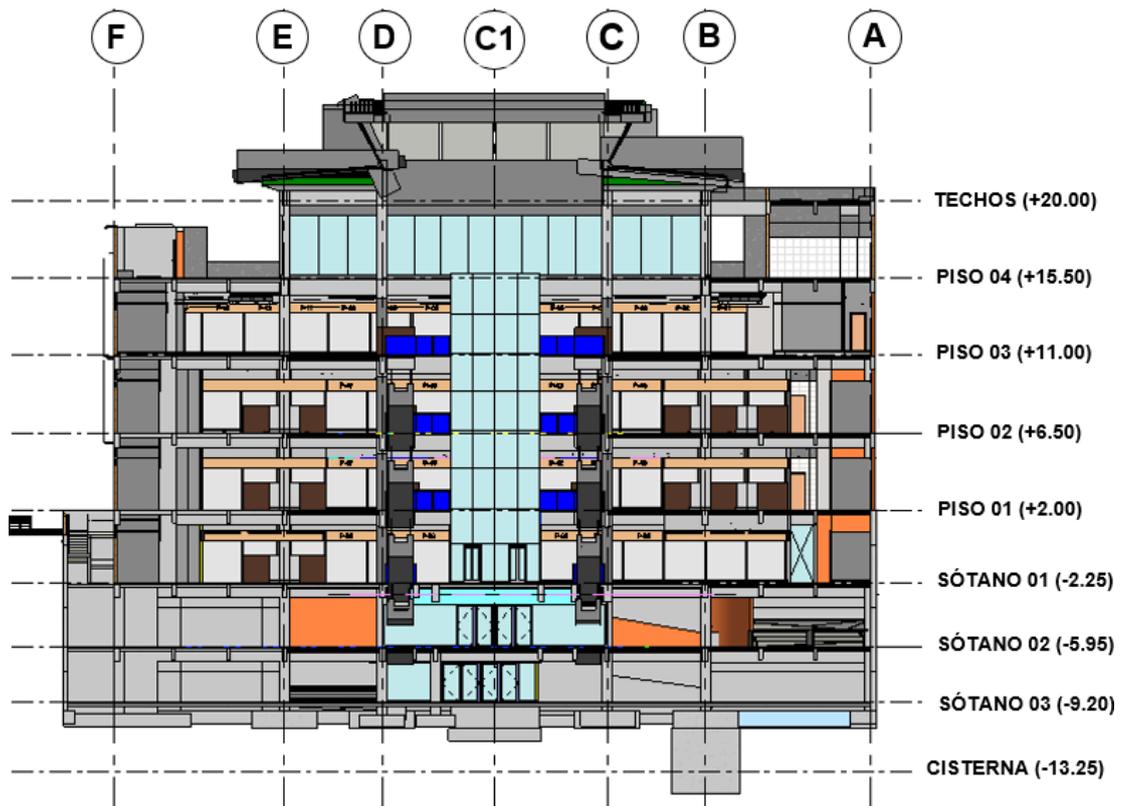


Figura 30.
Determinación de los N.P.T. del edificio

Fuente: Elaboración propia

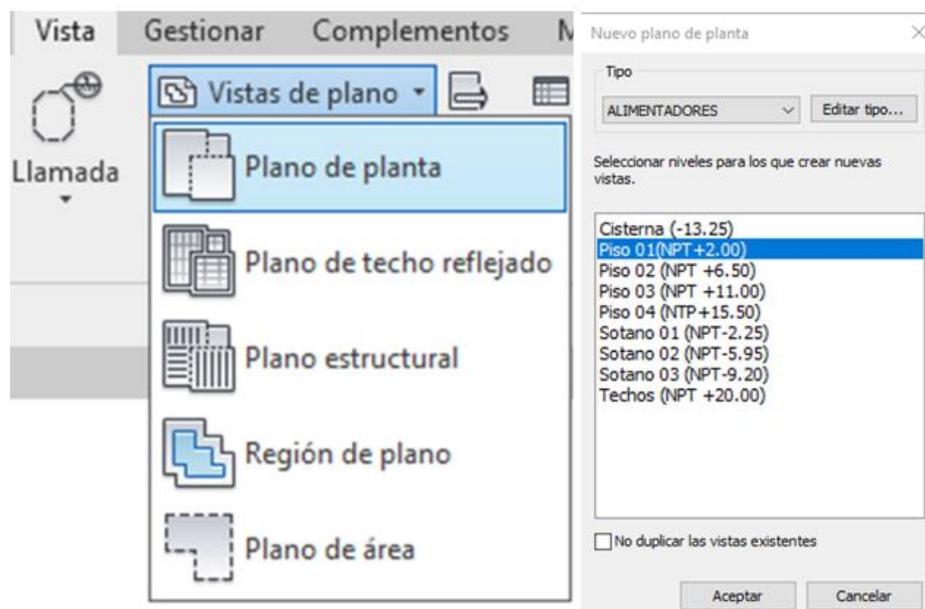


Figura 31.
Creación de las vistas de trabajo de planta

Fuente: Elaboración propia



Figura 32.

Determinación de los ejes del edificio en la vista de planta

Fuente: Elaboración propia

b) Modelo BIM de instalaciones eléctricas

Para el modelado de instalaciones eléctricas, se importó los planos eléctricos en la vista de planta de trabajo del modelo, con el propósito de facilitar la ubicación y modelar los equipos eléctricos con respecto a las dimensiones que están descritas en los planos. Posteriormente se empezó a cargar las familias eléctricas de la librería de archivos del Revit al modelo, se colocó la información que se mencionan en los planos, ya que es importante para la elaboración de metrados, como ejemplo se muestra en la Figura 33 el nombramiento de las familias de los tomacorrientes en el modelo.

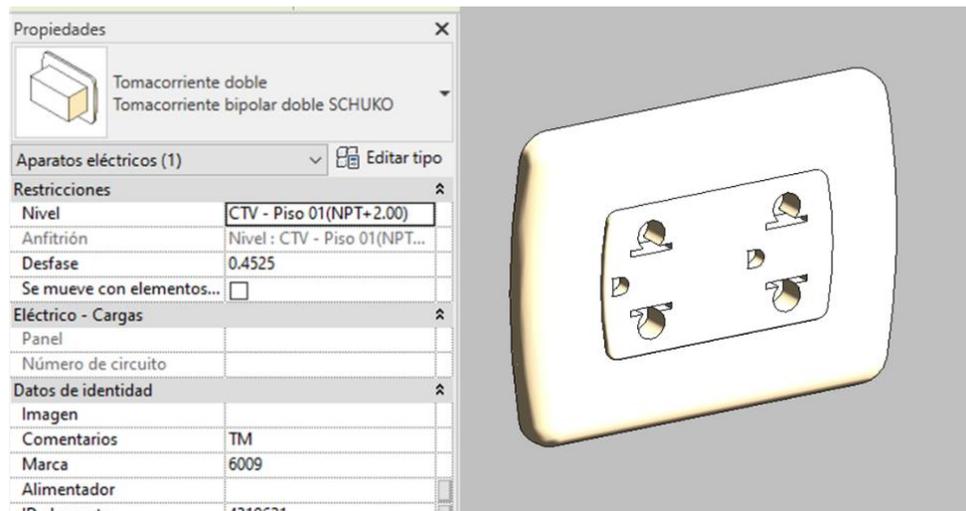


Figura 33.

Nombramiento de la familia de tomacorrientes

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se determinó las disciplinas que las conforman, las familias y elementos que se han cargado y modelado con respecto a los planos entregados por los encargados de la obra. Los cuales son:

- **Alimentadores:** Tableros, bandejas, cajas de pase y conduits.
- **Alumbrado:** Luminarias normales, luminarias de emergencia, conduits, cajas de pase e interruptores.
- **Tomacorrientes:** Conduits, tomacorrientes, cajas de pase, señaléticas LED y salidas de fuerza.
- **Corrientes débiles:** Cajas de pase, bandeja, conduits y rack.
- **Comunicaciones:** Gabinete de comunicaciones, conectores rj45, cajas de pase, bandejas y conduits.
- **CCTV:** Cámaras de vigilancia, conduits y cajas de pase.
- **Automatización:** Cajas de pase, conduits, tableros y dispositivos de automatización.
- **Detección y Alarma:** Panel general, luces estroboscópicas, estaciones manuales, detectores de humo, detectores de temperatura, cajas de pase y conduits.

- **Control de iluminación:** Sensores de presencia, cajas de pase y conduits.
- **Megafonía:** Parlantes de voz, micrófono, cajas de pase y conduits.
- **Sistema de intrusión y control de acceso:** Panel de intrusión, dispositivos de control, conduits y cajas de pase.
- **Sistema a tierra:** Pozos a tierra, conduits y cajas de pase.
- **Media tensión:** Bandeja, conduits y cajas de pase.

Así mismo, se determinó los elementos que no se incluyeron en el modelo, las cuales son: cables, colgadores, alambres, soportes, etc.

Terminada la importación de los modelos y planos al modelo de instalaciones eléctricas, se definió una leyenda de colores que se muestra en la Figura 34 seleccionando la ventana de modificaciones de visibilidad, en la pestaña de filtros, con el propósito de facilitar la identificación de los sistemas en el proyecto, permitiendo seleccionar las disciplinas del modelo, también nos ayudó para la elaboración de metrados.

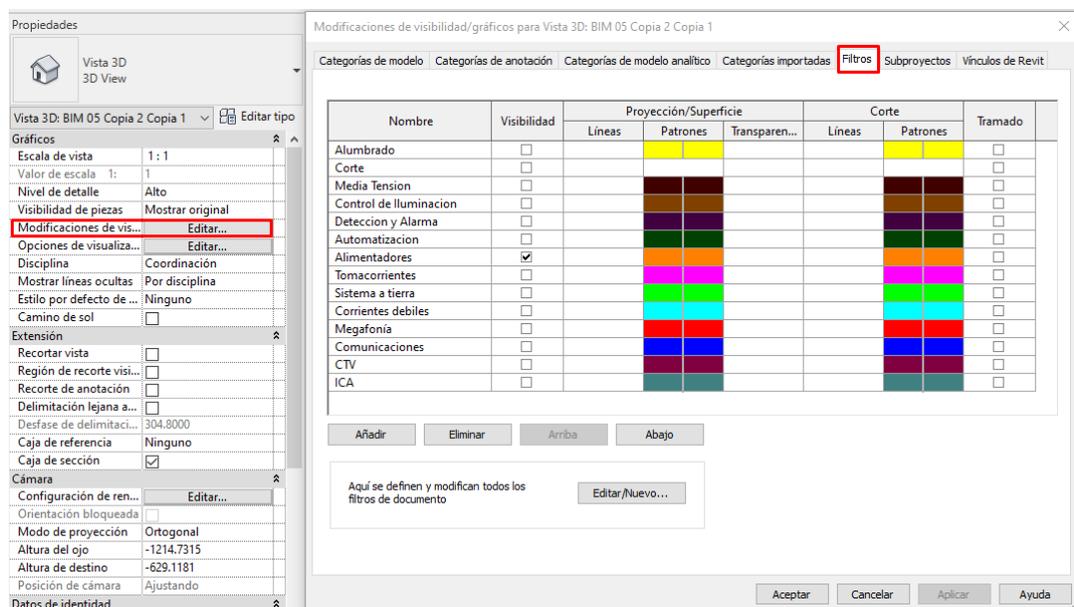


Figura 34.

Leyenda de colores del modelo eléctrico

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 35 se muestra la simulación del alumbrado del centro comercial en Dialux, que fue como apoyo para la revisión y el modelado de las luminarias en el Revit

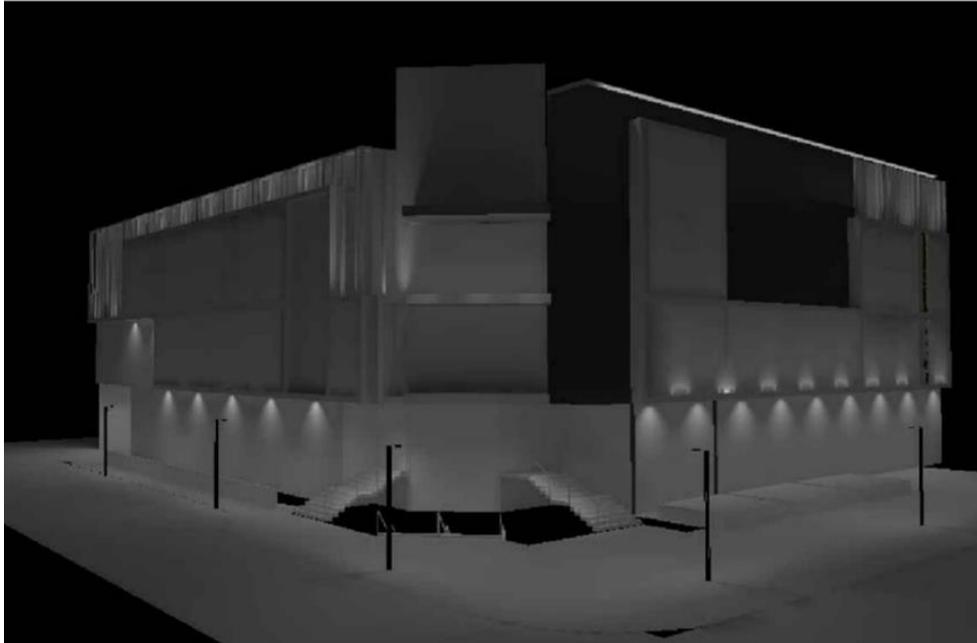


Figura 35.

Simulación de alumbrado en Dialux

Fuente: Expediente técnico de alumbrado – Eco Plaza

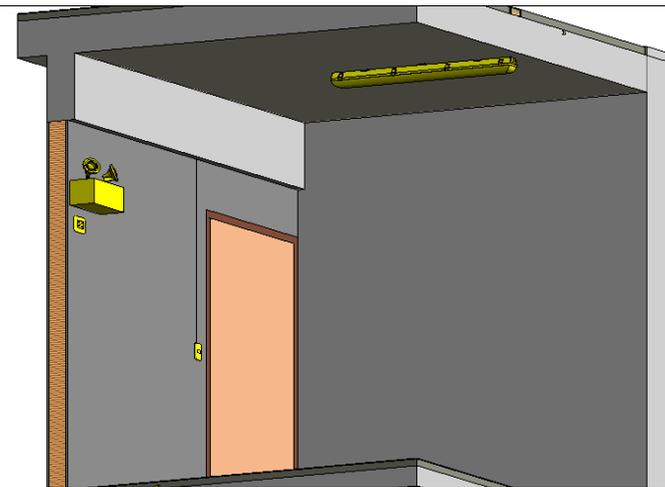
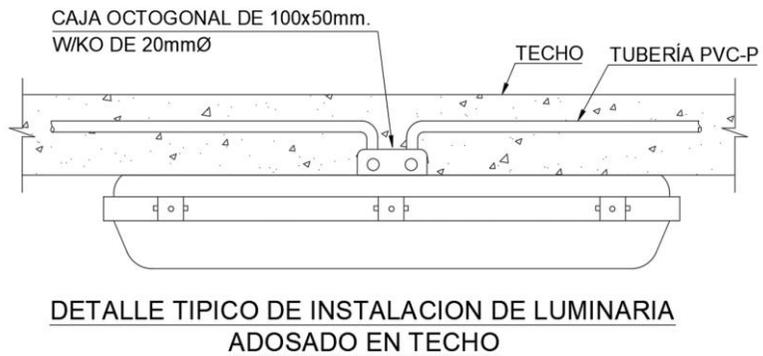
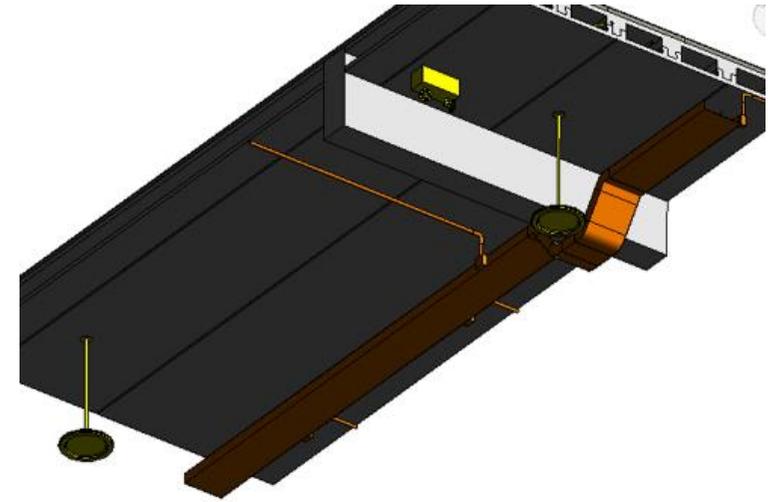
En la Tabla 4 se muestra el procedimiento del modelado BIM de las instalaciones eléctricas.

Tabla 4.

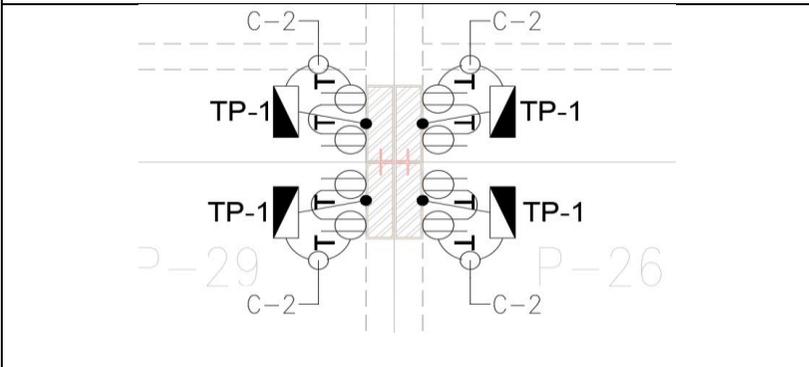
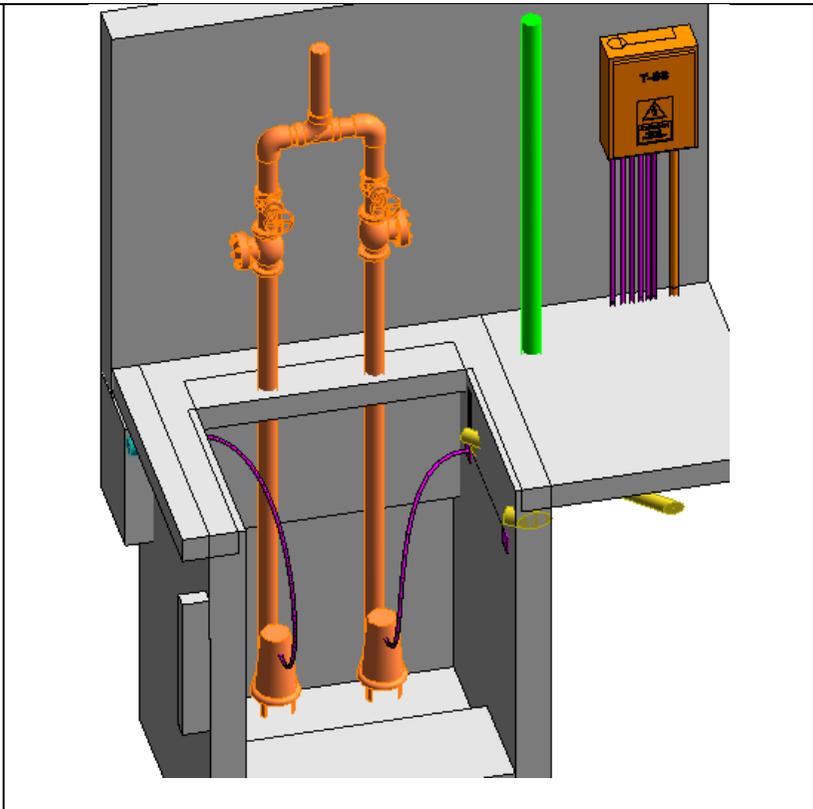
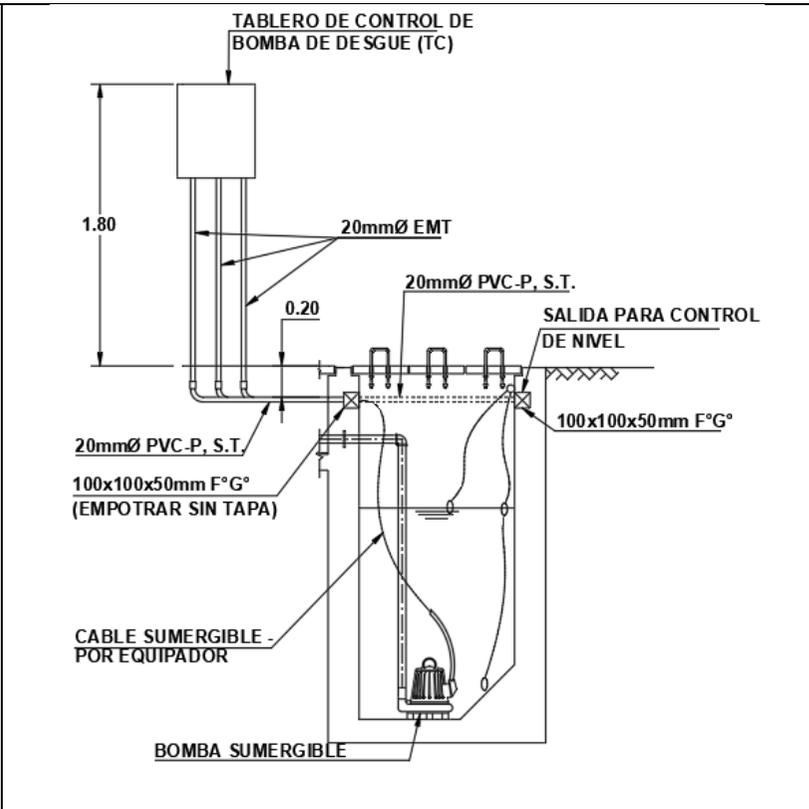
Modelado BIM de instalaciones eléctricas

Disciplina	Plano 2D	Modelo 3D
Alimentadores		

Alumbrado

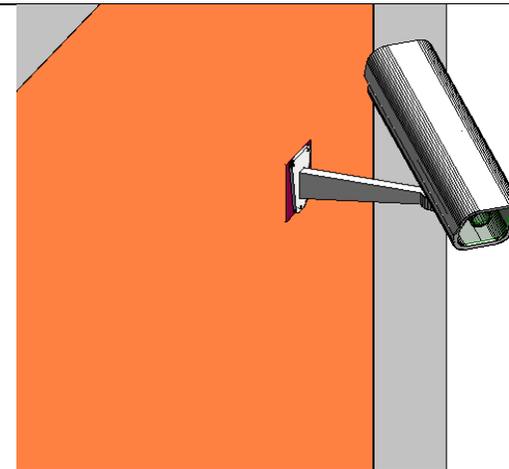
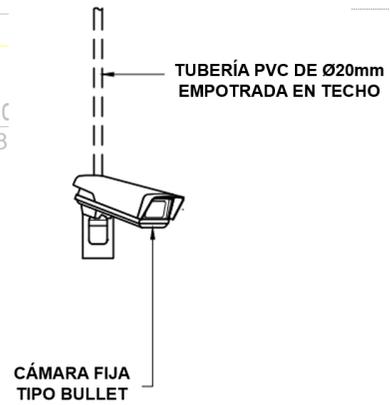
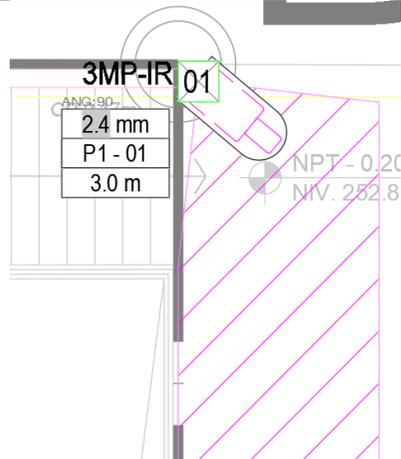
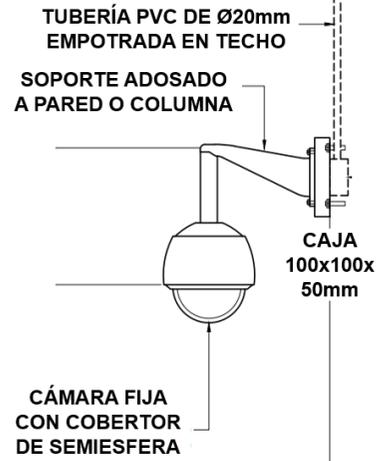
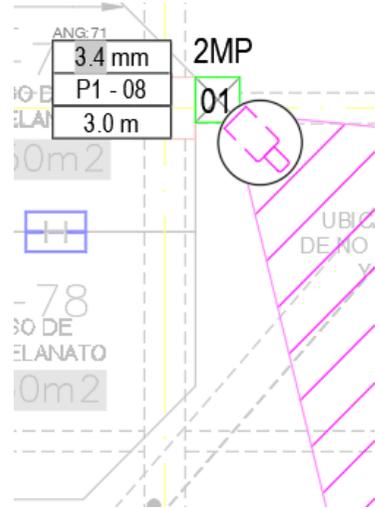


Tomacorrientes

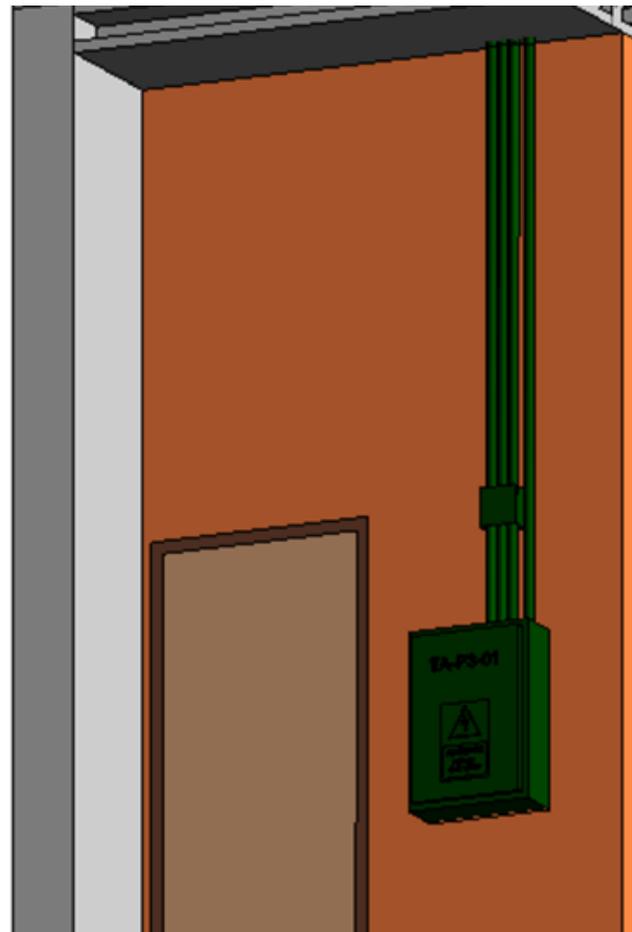
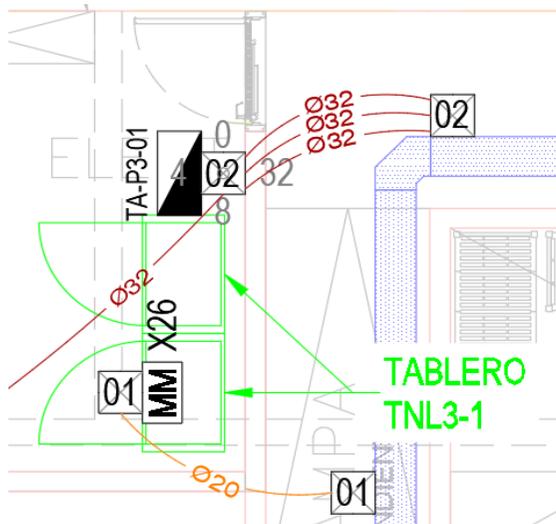
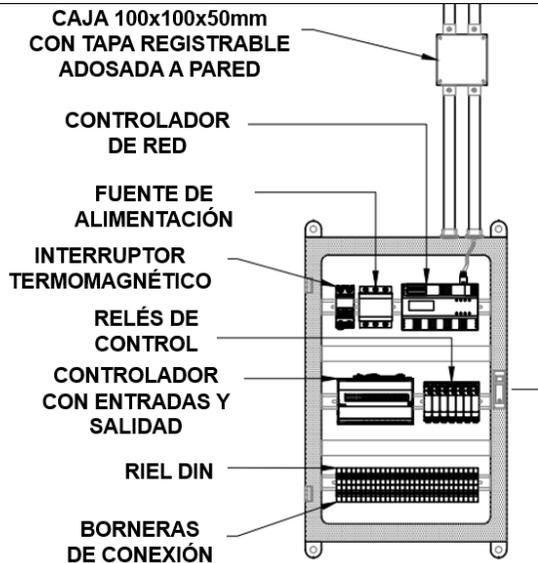


<p>Corrientes débiles</p>		
<p>Comunicaciones</p>		

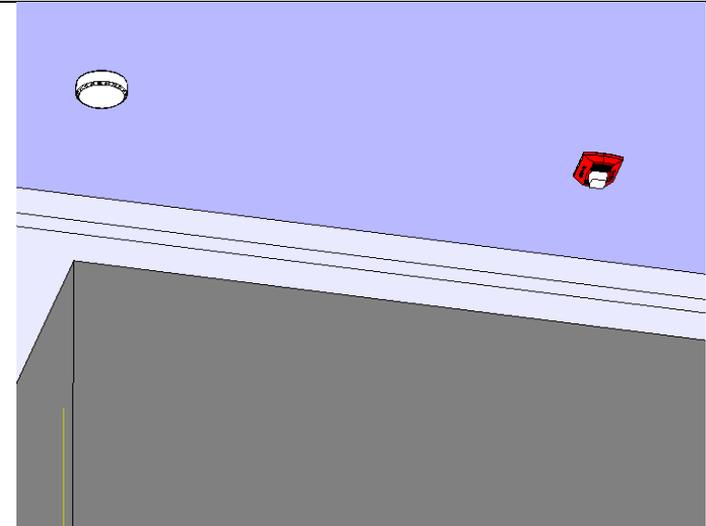
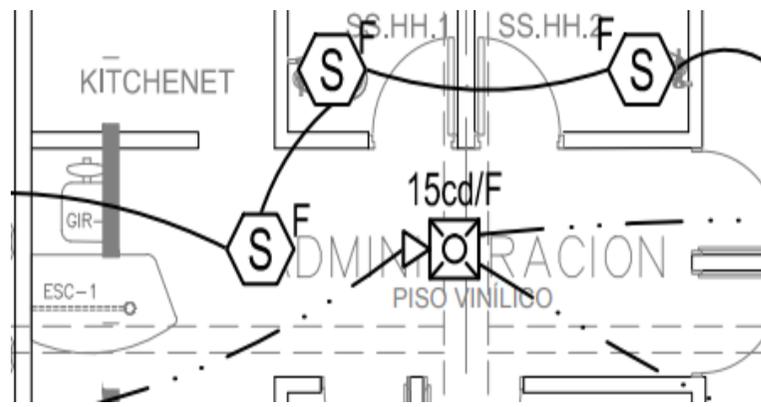
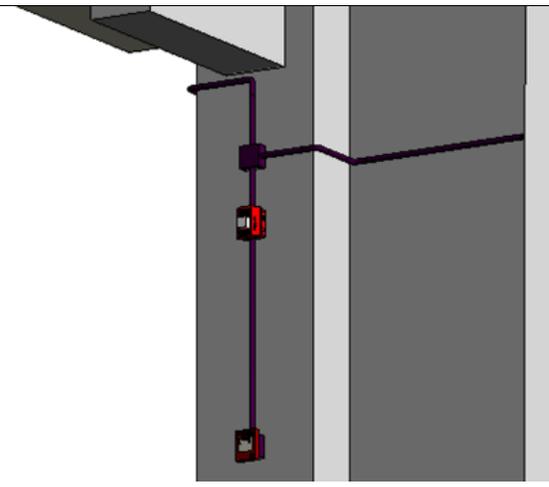
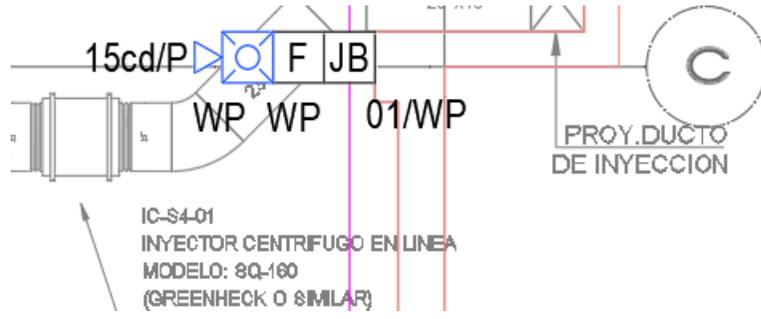
CCTV



Automatización

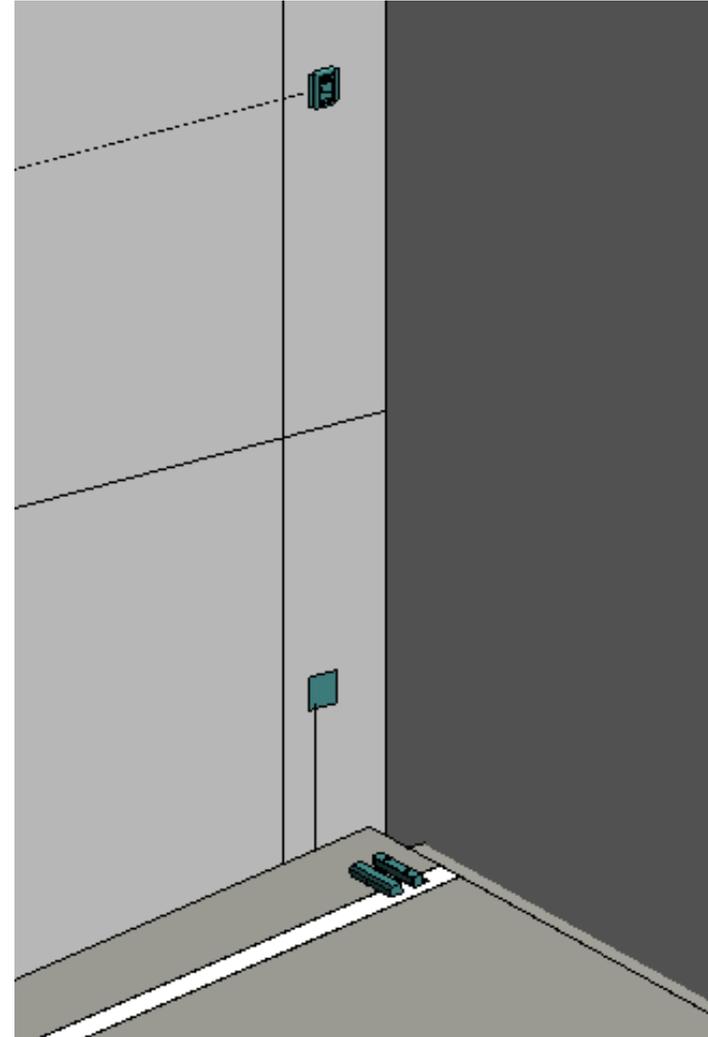
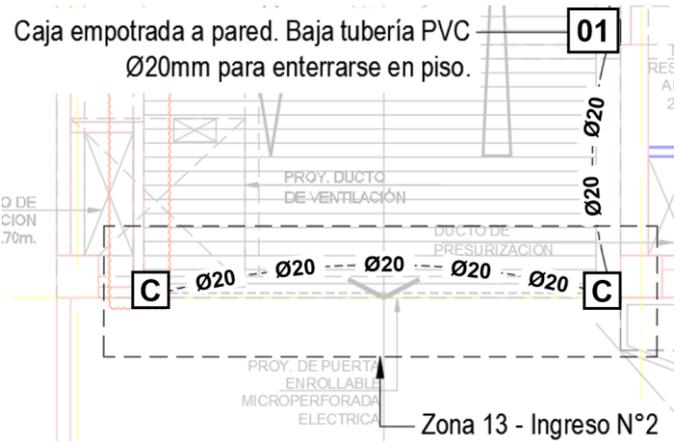
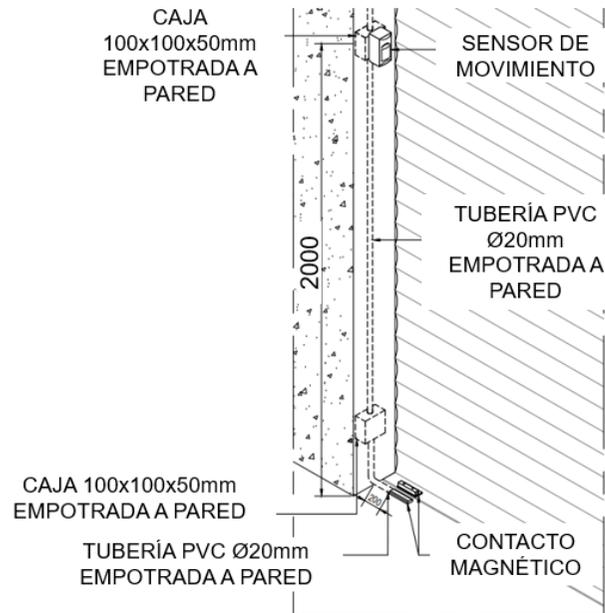


Detección y Alarma

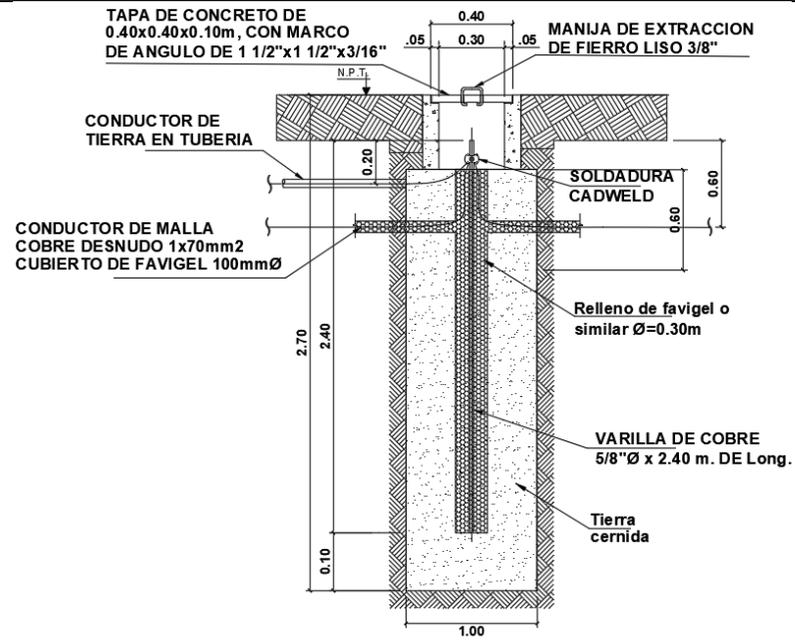


<p>Control de iluminación</p>	<p>HLAD</p> <p>MUROS 40W</p> <p>RESISTENTES AL FUEGO 2 HORAS</p> <p>REF. DISC.</p> <p>DLE 24W</p> <p>SENSOR DE PRESENCIA</p> <p>NPT + 2.00</p> <p>65 66 67 68</p> <p>72 71 70 69</p>	
<p>Megafonía</p>	<p>TUBERIA PVC Ø25mm EMPOTRADA EN TECHO</p> <p>SOPORTE DE PARLANTE EN TECHO</p> <p>1000mm</p> <p>SOPORTE METÁLICO SOPORTADO DESDE TECHO</p> <p>PARLANTE SUSPENDIDO</p> <p>MURO DE ALBAÑILERIA EXPUESTO LIMPIO HASTA FONDO DE LOSA</p> <p>S1-3 12W 01</p> <p>LIMITE LOC</p> <p>PISC PORCEL</p> <p>6.50</p>	

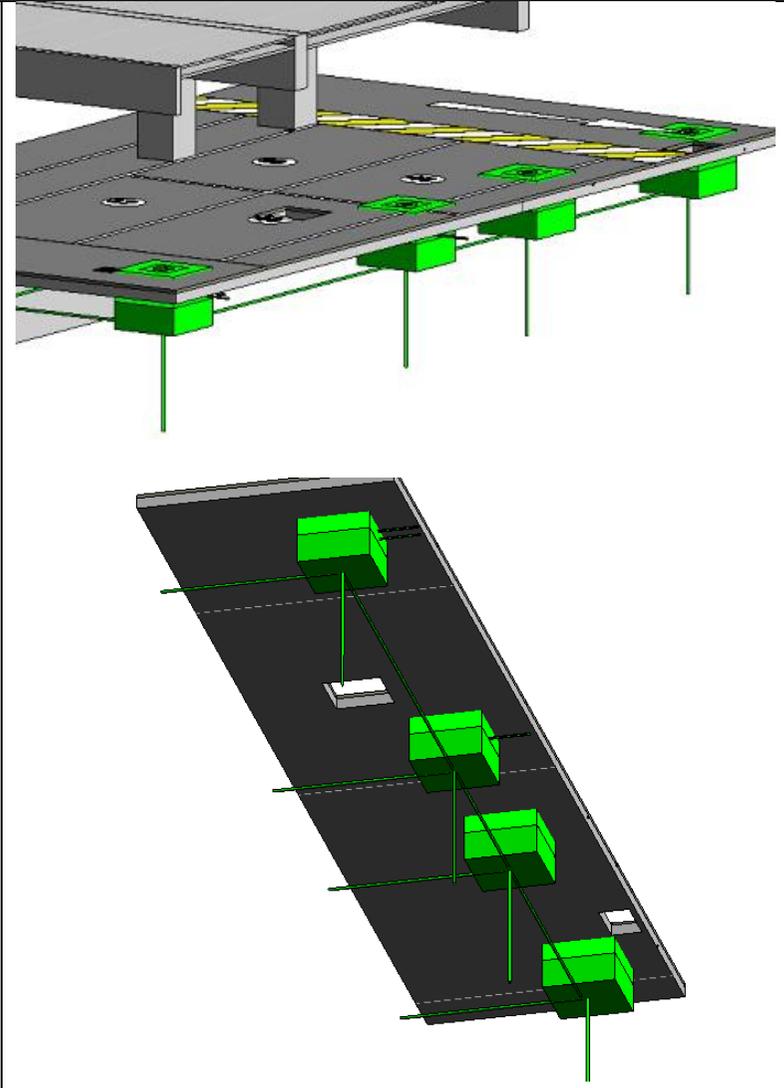
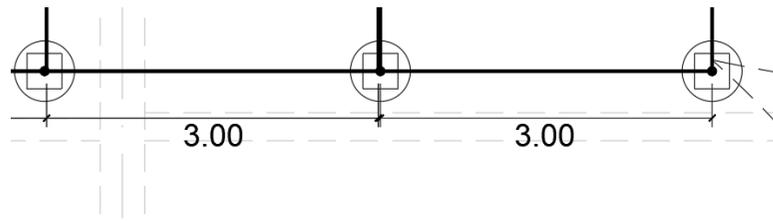
Sistema de intrusión y control de accesos

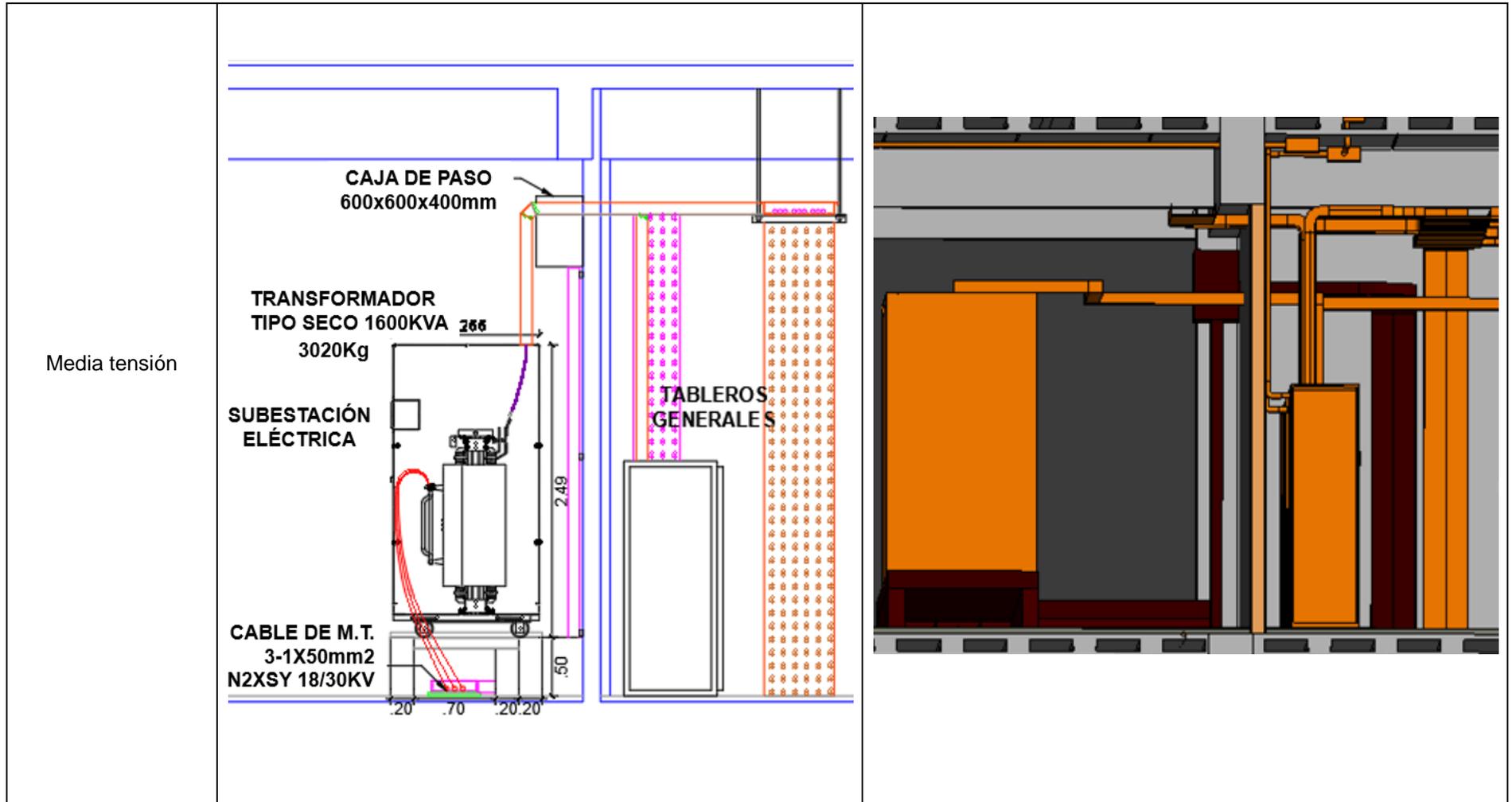


Sistema a tierra



POZO DE TIERRA PARA MALLA DE TIERRA





Fuente: Elaboración propia

c) Modelo BIM de instalaciones HVAC

Para el modelado de instalaciones HVAC, se importó los planos mecánicos en la vista de planta de trabajo del modelo, con el propósito de facilitar la ubicación y modelar los equipos HVAC con respecto a las dimensiones que están descritas en los planos. Posteriormente se empezó a cargar las familias mecánicas de la librería de archivos del Revit al modelo, colocando la información que se mencionan en los planos en estas familias, es indispensable para la elaboración de los metrados, como ejemplo se muestra en la Figura 36 el nombramiento de las familias mecánicas en el modelo.

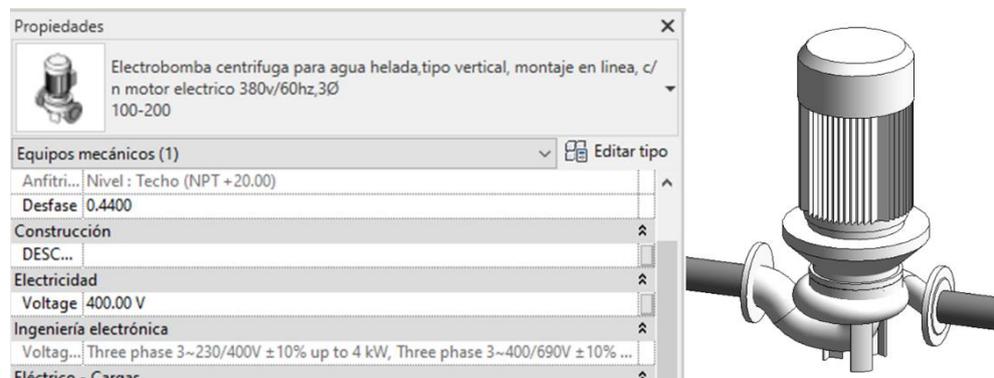


Figura 36.

Nombramiento de las familias mecánicas

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se determinó las disciplinas que las conforman, las familias y elementos que se modelaron con respecto a los planos entregados por los encargados de la obra. Los cuales son:

- **Extracción de aire:** Conductos, uniones de conductos, filtros, mallas, rejillas y equipos de extracción de aire.
- **Inyección de aire:** Conductos, uniones de conductos, filtros, mallas, rejillas y equipos de inyección de aire.
- **Presurización:** Conductos, uniones de conductos, filtros, mallas, rejillas y equipos de presurización.

- **Equipos mecánicos:** Detector de monóxido, tuberías, cajas de pase, motores, chiller, unidades evaporadoras, unidades condensadoras, jet fans, medidores de caudales y grupo electrógeno.

Así mismo, se determinó los elementos que no se incluyeron en el modelo, las cuales son: cables, colgadores, alambres, soportes, etc.

Terminada la importación de los modelos y planos al modelo de instalaciones HVAC, al igual que en el modelo eléctrico, se aplicó el mismo procedimiento para la creación de la leyenda de colores como lo muestra la Figura 37.

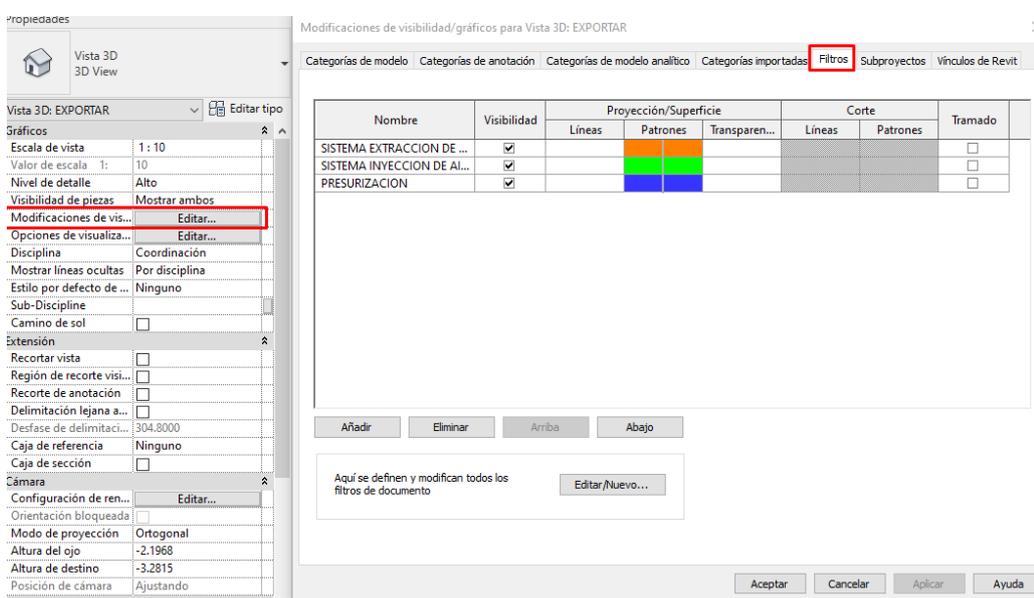


Figura 37.

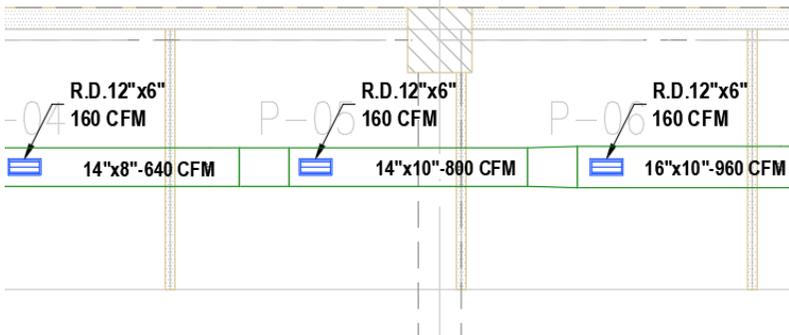
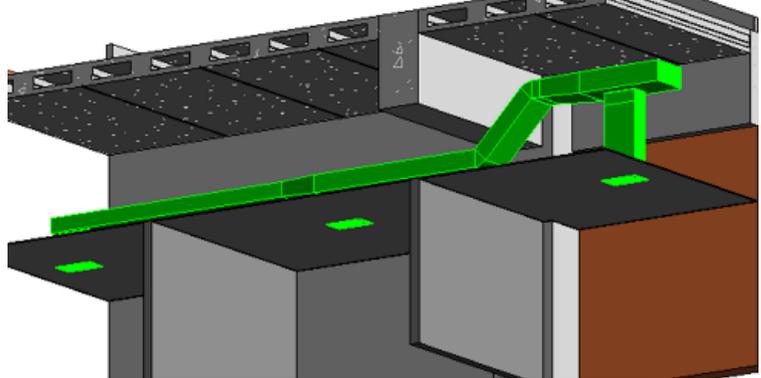
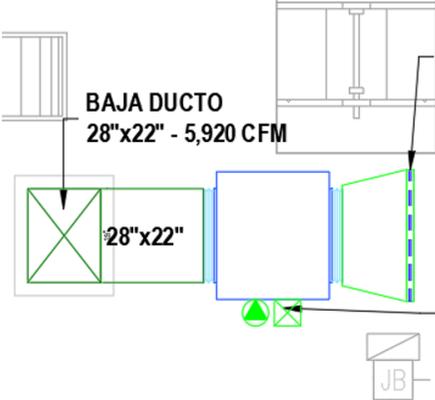
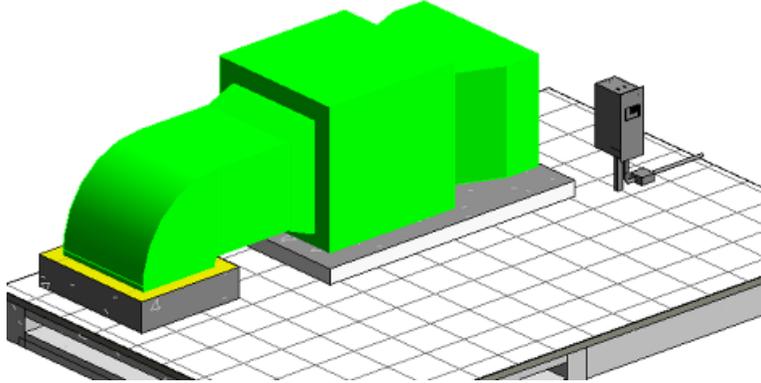
Leyenda de colores del modelo HVAC

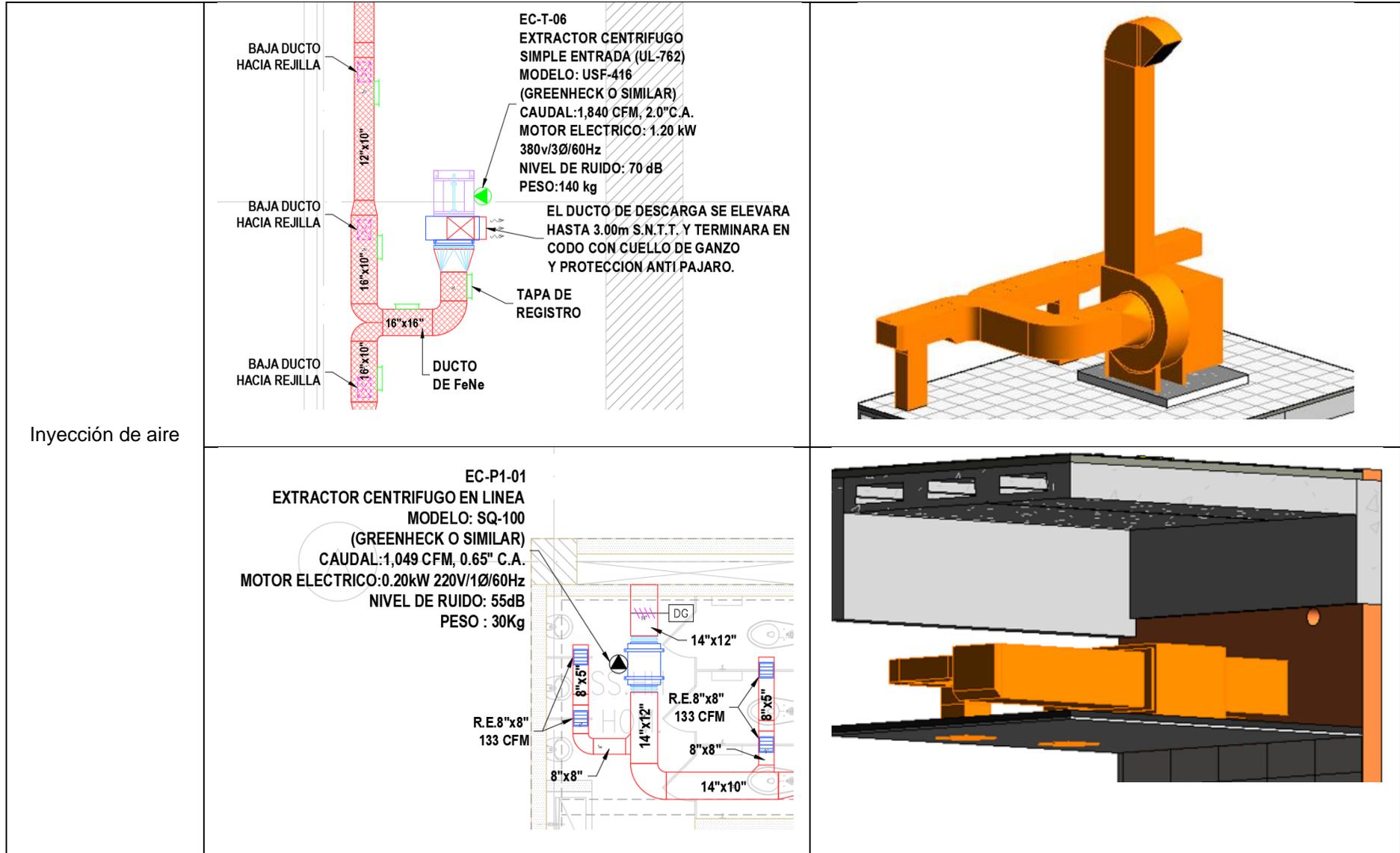
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se muestra el procedimiento del modelado BIM de las instalaciones HVAC del edificio.

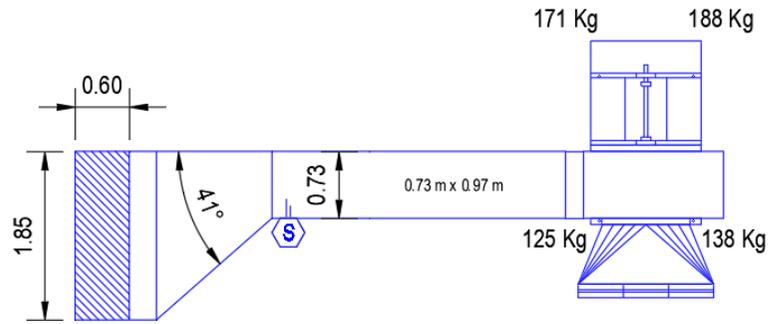
Tabla 5.

Modelado BIM de instalaciones HVAC

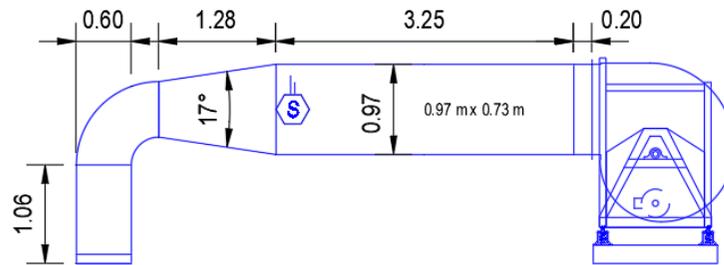
Disciplina	Plano 2D	Modelo 3D
Extracción de aire	 <p>R.D.12"x6" 160 CFM -04</p> <p>P-05 R.D.12"x6" 160 CFM</p> <p>P-06 R.D.12"x6" 160 CFM</p> <p>14"x8"-640 CFM 14"x10"-800 CFM 16"x10"-960 CFM</p>	
	 <p>BAJA DUCTO 28"x22" - 5,920 CFM</p> <p>FILTRO MALLA DE ALUMINIO DE 11.84 FT²</p> <p>28"x22"</p> <p>IC-T-03 TIPO: CENTRIFUGO EN LINEA CAUDAL: 5,920 CFM, 2.00"C.A. MODELO: BSQ-240 (GREENHECK O SIMILAR) Pot: 5HP/380v/3Ø/60hz NIVEL DE RUIDO: 67dB PESO: 140 kG</p> <p>JB</p>	



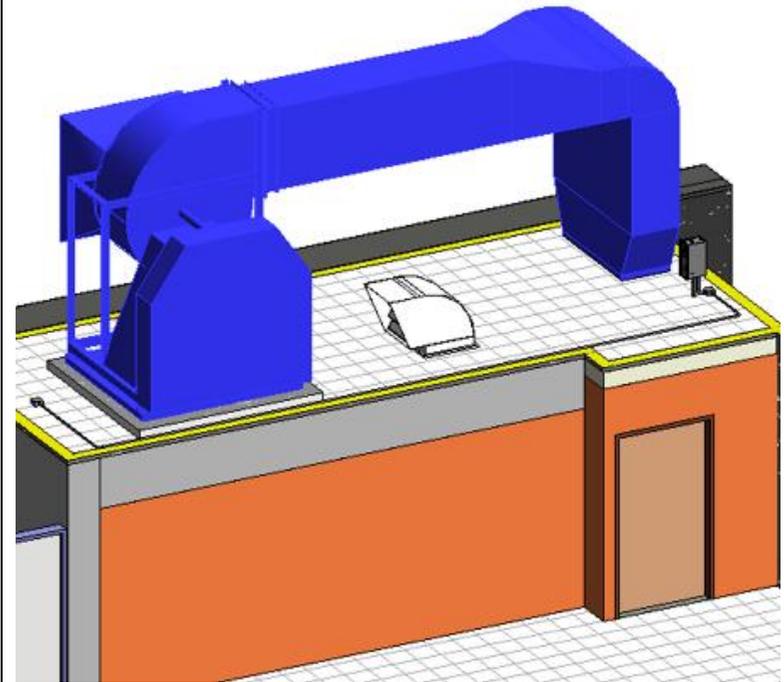
Presurización



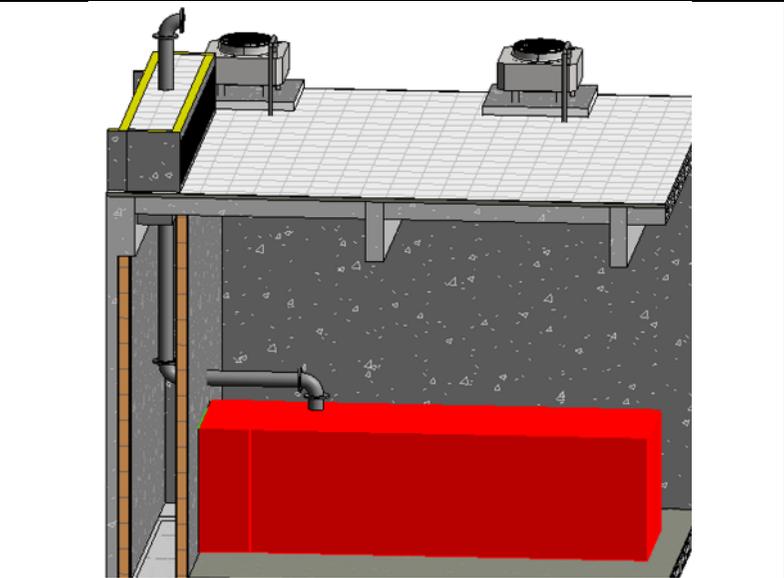
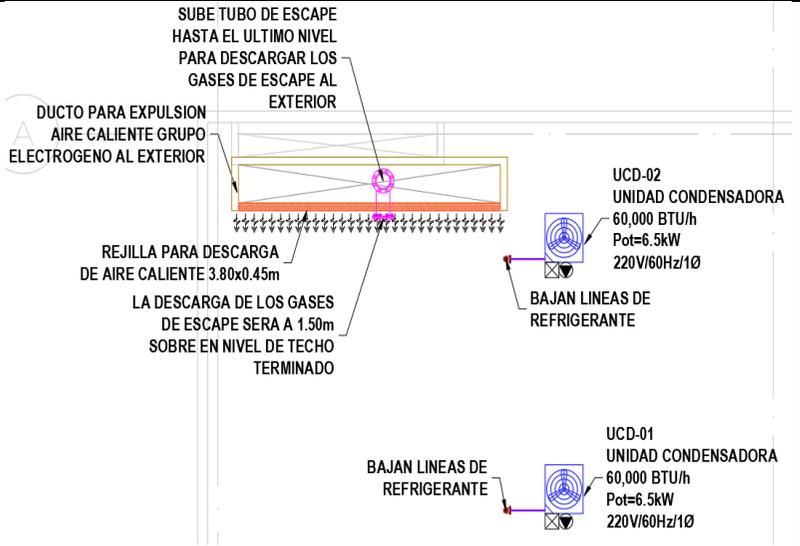
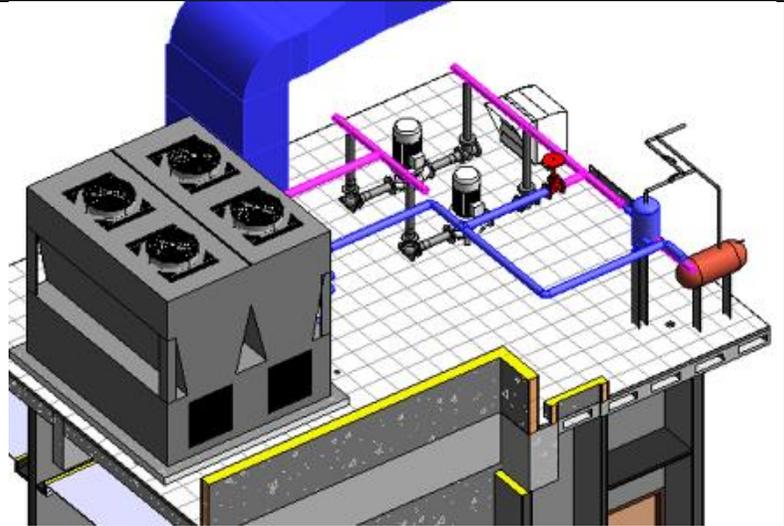
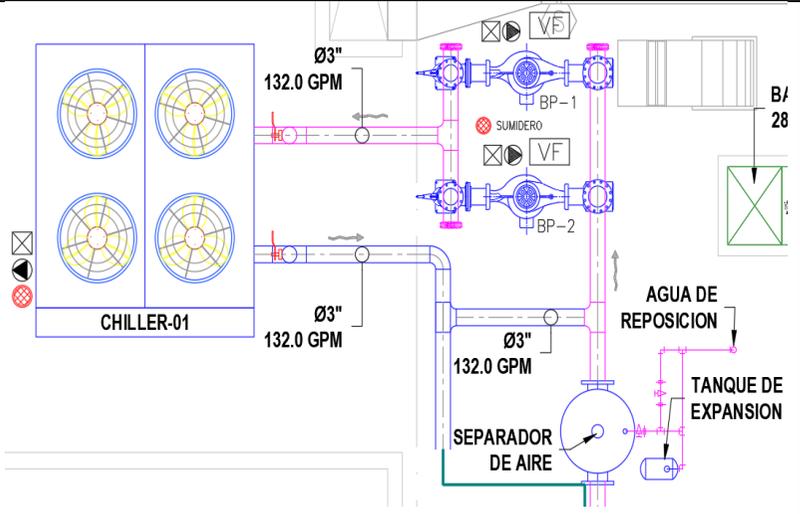
VP - ESCALERA N° 1 - VISTA PLANTA
SIN ESCALA

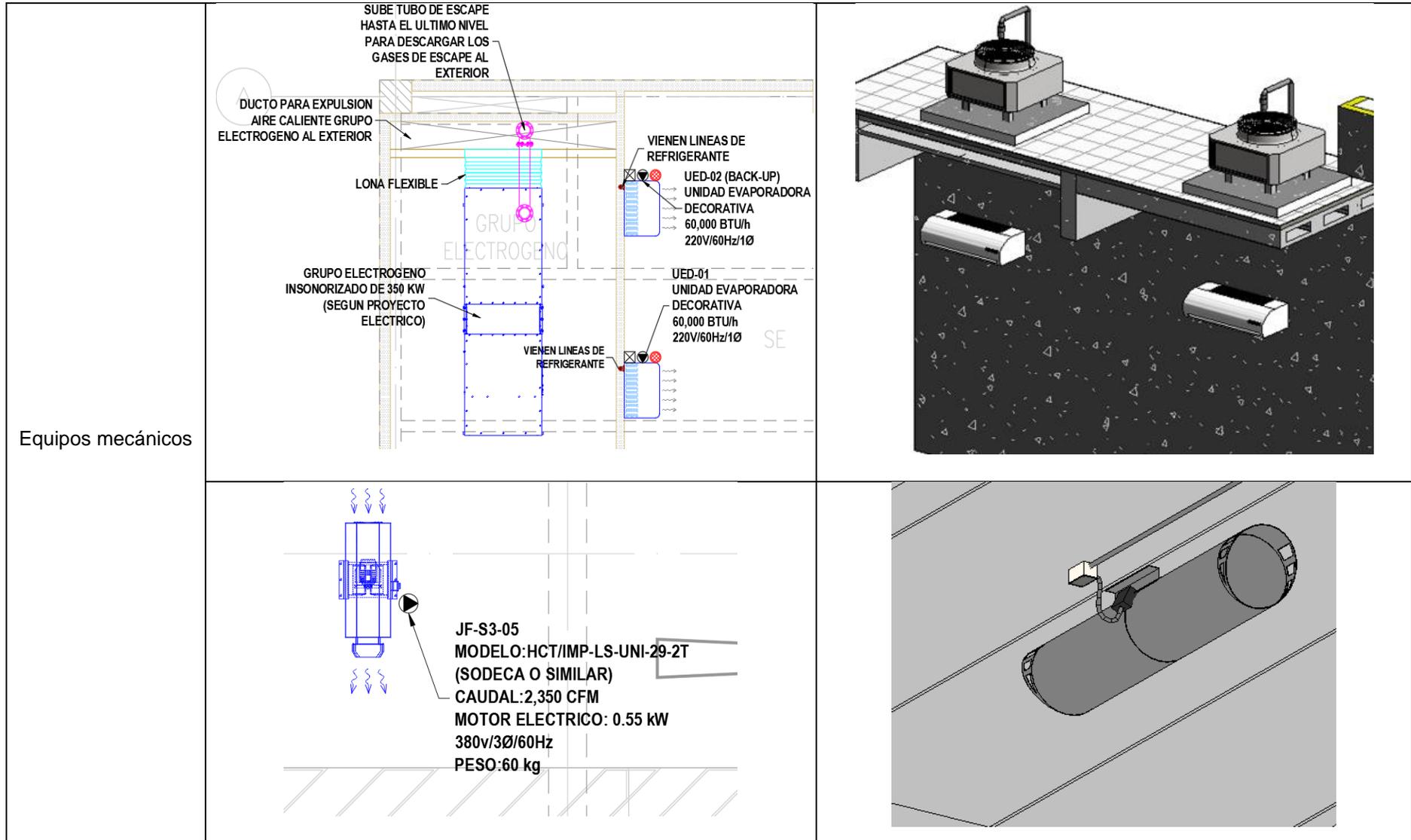


VP - ESCALERA N° 1 - VISTA LATERAL
SIN ESCALA



Equipos mecánicos





Fuente: Elaboración propia

3.3. Resultados

3.3.1. Integración de modelos

Finalizado el proceso de desarrollo de los modelos BIM de cada especialidad, se hizo la exportación de todos los modelos de la edificación a Navisworks, en formato nwc, que fueron integrados en un modelo central que fue utilizado para la coordinación del proyecto. En la Figura 38 se verifica el modelo central en formato nwd, que fue utilizado para detectar incompatibilidades, deficiencias de diseño, errores e interferencias entre familias de los modelos.



Figura 38.

Modelo integrado del centro comercial

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Gestión de incompatibilidades

En esta etapa se realizó la detección y organización de las diferentes incompatibilidades detectadas en el proyecto, la detección de estas fueron realizadas por todos los integrantes del proyecto mediante la plataforma Navisworks, como ejemplo se muestra la identificación de una interferencia entre especialidades del edificio, en la Figura 39 y Figura 40 se verifica la interferencia entre la bandeja eléctrica con las tuberías de agua, la solución que se propuso fue crear un quiebre en la bandeja en forma de bayoneta.

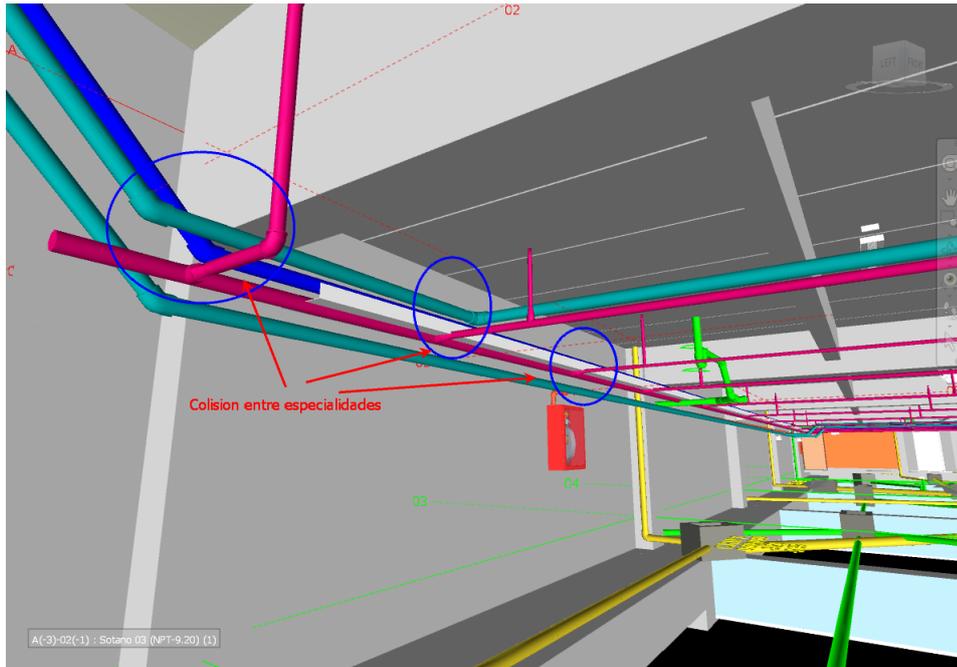


Figura 39.
Ejemplo de interferencia del modelo eléctrico
Fuente: Elaboración propia

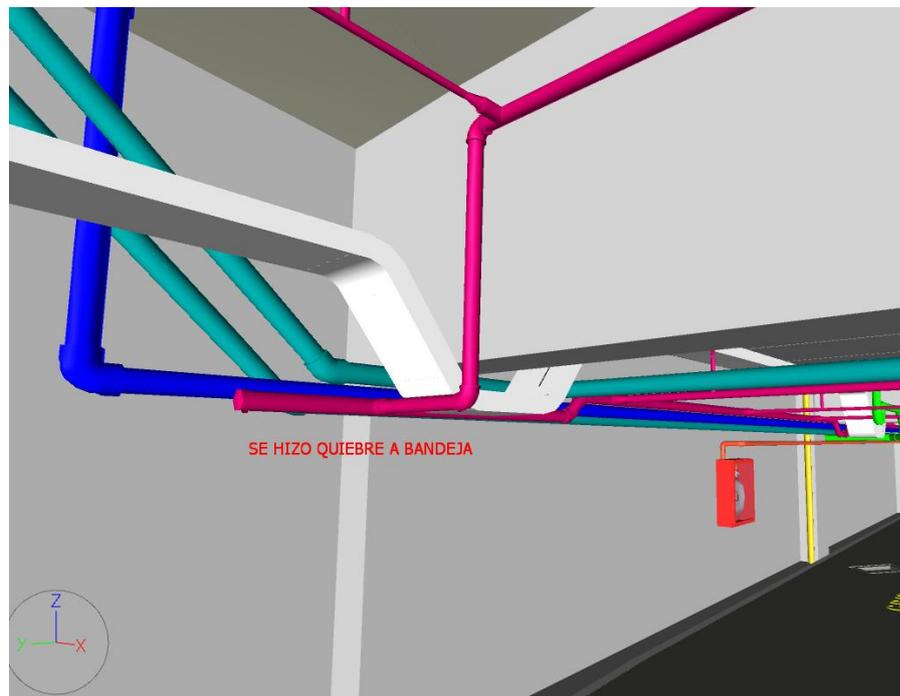


Figura 40.
Solución de la interferencia eléctrica
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 41 y Figura 42 se verifica la interferencia entre el conducto de aire con las tuberías de agua, la solución que se propuso fue crear un quiebre en el conducto en forma de bayoneta.

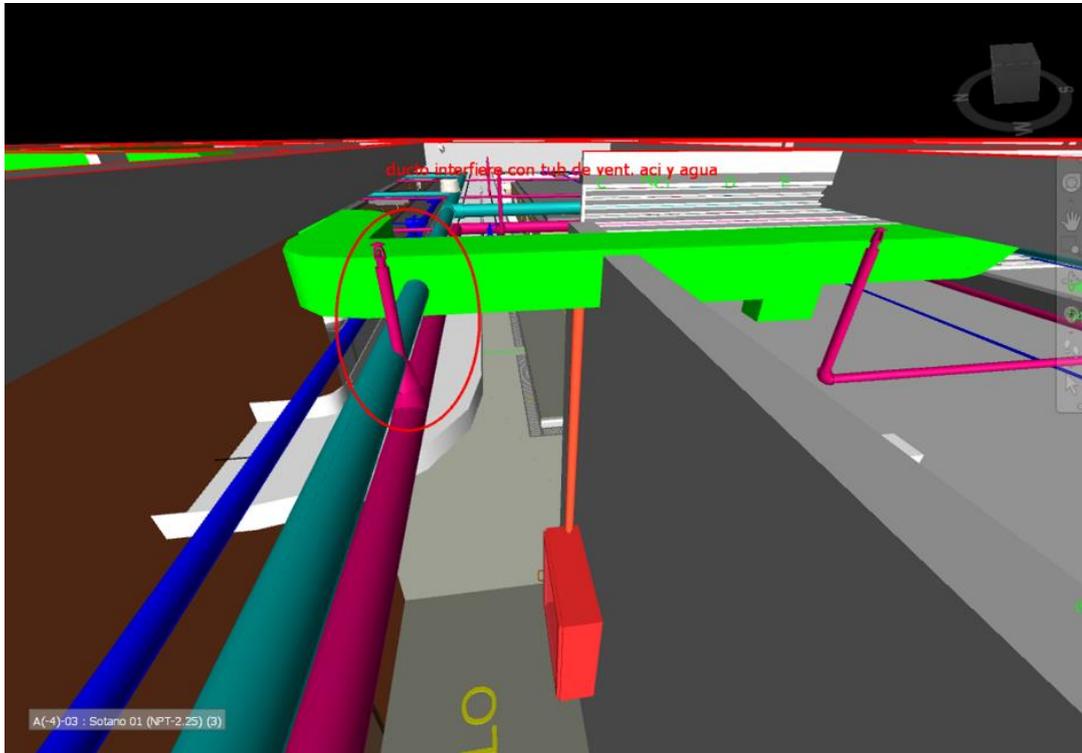


Figura 41.

Ejemplo de interferencia del modelo HVAC

Fuente: Elaboración propia

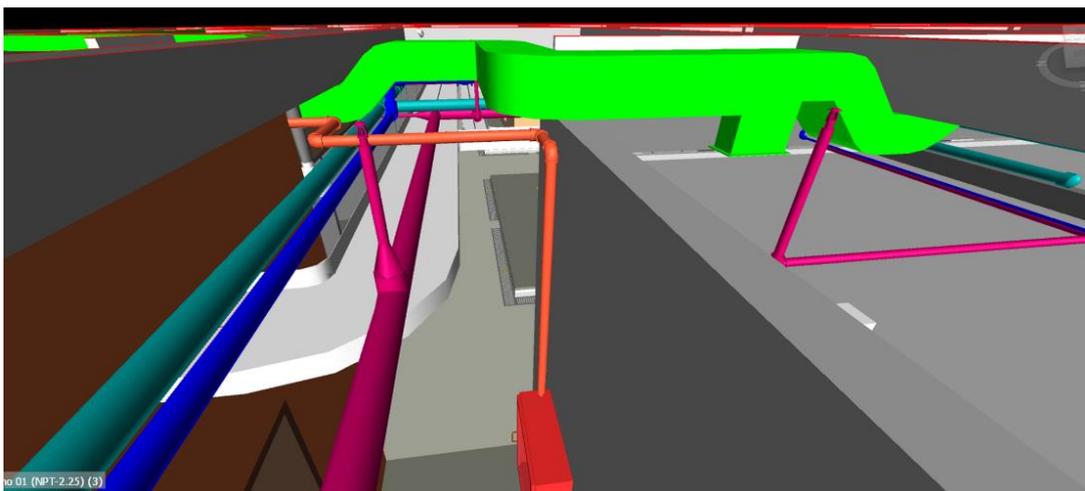


Figura 42.

Solución de la interferencia HVAC

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Requerimiento formal de información (RFI)

Terminado la detección de incompatibilidades en el modelo digital del edificio y resueltas por el equipo BIM, como se definió en el capítulo 2, utilizamos este documento como un medio de comunicación para realizar las consultas a los encargados del proyecto (ACEP), solicitando información adicional y soluciones de incompatibilidades que no se lograron resolver en el modelo, debido a la falta de información y detalles en los planos, se muestra un ejemplo de RFI respondido en el Anexo 1.

3.3.4. Sesiones ICE

Las incompatibilidades que no se lograron resolver mediante la plataforma colaborativa fueron revisadas en las SESIONES ICE (Integrated Concurrent Engineering). Estas sesiones de ingeniería concurrente que reunió a todos los integrantes del equipo de diseño del proyecto para brindar soluciones colaborativas. Fue importante la presencia de todos los involucrados en estas reuniones para que sean eficientes.

3.3.5. Actualización de la información

En base a las decisiones tomadas durante las sesiones ICE, los proyectistas actualizaron los planos de diseño y modelos BIM. Con esta información actualizada se reinicia el ciclo del proceso BIM desde la entrega de documentos de diseño.

3.3.6. Entregables finales

Se presenta la construcción finalizada del modelo BIM del Centro Comercial Eco Plaza integrado en el Navisworks en formato nwd.



Figura 43.

Modelo integrado final del Centro Comercial Eco Plaza

Fuente: Elaboración propia

Finalizado la construcción del modelo digital 3D del Centro Comercial Eco Plaza, subsanadas todas las interferencias e incompatibilidades del modelo, el sistema del Revit ordenó automáticamente todos los elementos y familias que han sido insertados en el modelo, enlistándolos en una tabla, esta tabla tiene como nombre de “Tabla de planificación”, siendo fundamental para la elaboración de los metrados.

Los reportes de metrados de las instalaciones eléctricas y HVAC elaborados por (Autodesk Revit, 2019), se muestran en los anexos 3 y 4.

En el anexo 5 se muestra imágenes de algunas zonas del modelo BIM del Centro Comercial Eco Plaza, exportados del (Autodesk Revit, 2019), visualizándose en el (Autodesk Navisworks, 2019).

CONCLUSIONES

- Se logró implementar la metodología BIM como herramienta de trabajo en la etapa de diseño del proyecto de construcción del Centro Comercial Eco Plaza.
- Al desarrollar la metodología BIM, se logró identificar y subsanar las deficiencias e interferencias entre las instalaciones eléctricas con las demás instalaciones del edificio en un modelo digital, siendo fundamental para evitar errores y futuras modificaciones que generan sobrecostos en la etapa de construcción del edificio.
- Al aplicar la metodología BIM en las instalaciones HVAC, se logró identificar y solucionar principalmente entre las interferencias en el recorrido de los conductos de aire con las demás especialidades del edificio en un modelo digital, permitiendo equivocarnos en el modelo, evitando realizar modificaciones que generan sobrecostos en la ejecución constructiva del edificio.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la metodología BIM en los proyectos de ingeniería, la cual nos permitirá mejorar la gestión y la constructibilidad del proyecto.
- Se recomienda que los agentes que quieran desarrollar la metodología BIM, es importante que posean manejo de softwares de ingeniería, los más comerciales en el sistema BIM son el AutoCAD, Revit, Navisworks, Tekla Structures, Dialux, Inventor, Robot, etc.
- Se recomienda revisar el recorrido de los conduits eléctricos en el Revit, ya que en el campo los conduits son flexibles para doblarlos, pero en el Revit los conduits son estrictamente rectos, siendo necesario colocar curvas extras para la conexión entre los conduits del modelo.
- Los elementos que fueron insertados en el modelo eléctrico y HVAC son referenciales, ya que en obra se revisará detalles como la marca, dimensiones, modelo, pernos, soportes, grado de protección, tipo de material y especificaciones técnicas.
- Es recomendable impulsar la enseñanza de la metodología BIM en la universidad, siendo una herramienta moderna y muy útil para la gestión de proyectos de ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Ingnova. (2021). Recuperado el 08 de Octubre de 2021, de <https://academia.ingnova.es/cursos-online/estructuras/tekla-structures>
- Alcántara, V. (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la Construcción Virtual usando Tecnologías BIM. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3760>
- Autodesk Navisworks. (2019). *Soporte y aprendizaje*. Obtenido de <https://help.autodesk.com/view/NAV/2019/ESP/?guid=GUID-82273D46-50EB-42F1-A1BC-0F60DF68621D>
- Autodesk Revit. (2019). *Soporte y aprendizaje*. Obtenido de <https://help.autodesk.com/view/RVT/2019/ESP/?guid=GUID-F50D6FF4-859E-43A2-A2F6-81C84A1BA0EB>
- Barbieri. (14 de Julio de 2020). *Barbieri*. Recuperado el 6 de Octubre de 2021, de Barbieri: <https://www.adbarbieri.com/blog/que-es-como-funciona-bim>
- BIM Aula. (2021). *BIM Aula*. Recuperado el 08 de Octubre de 2021, de <https://bimaula.com/blog/2020/08/14/dimensiones-bim/>
- BIM Forum Chile. (2017). Guia inicial para implementar BIM en las organizaciones. Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://bimforum.cl/download/guia-inicial-para-implementar-bim-en-las-organizaciones/>
- BIM Perú. (2019). *Plan de ejecución BIM*. Obtenido de <https://bimperu.com/>
- Bloc. (2021). Recuperado el 05 de Octubre de 2021, de <https://www.bloc.tecne.com/que-es-y-para-que-sirve-autodesk-navisworks/>
- Blog Structuralia. (2021). *Structuralia*. Recuperado el 03 de Octubre de 2021, de <https://blog.structuralia.com/las-7-dimensiones-del-bim-y-las-razones-para-su-dominio>
- Cáceres, K., & Dongo, L. (2019). Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018 - 2019. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10842>
- Candela, E. (04 de Junio de 2021). *Energiminas*. Obtenido de <https://energiminas.com/la-importancia-de-los-rfi-y-su-impacto-en-los-proyectos-bim-en-el-peru-parte-1/>

- Colocho, N., Daza, P., & Guzman, M. (08 de Agosto de 2011). Manual basico de sistemas de aire acondicionado y extraccion mecanica de uno comun en arquitectura. Obtenido de <https://losairesacondicionados.blogspot.com/2019/10/manual-basico-de-sistemas-de-aire.html>
- Cortes, B. (2018). Desarrollo de Estructura BIM para la Coordinacion de Ingeniería Primaria y Secundaria en Subestaciones de Alta Tensión. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/14773>
- Energiza Corporativo. (2021). Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://www.energiza.com.mx/blog/tipos-de-tuberia-electrica/>
- Fevox. (2021). Recuperado el 09 de Octubre de 2021, de <https://www.fevox.co/solution/componentes-deteccion-de-incendios/>
- Fevox. (2021). Recuperado el 08 de Octubre de 2021, de <https://www.fevox.co/solution/audio-evacuacion-megafonia/>
- Harper, E. (1998). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. Mexico D.F.: Editorial Limusa.
- Hidalgo, J. (2016). Análisis de aplicación de la metodología BIM al modelado y cálculo de instalaciones eléctricas. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/18529>
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (Agosto de 2010). *Instituto Nacional de Aprendizaje*. Recuperado el 09 de Octubre de 2021
- Isover. (2009). Manual de conductos de aire acondicionado.
- Koala. (2021). Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://koalaarchitecture.com/niveles-de-desarrollo-en-bim-lod/>
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (06 de Agosto de 2020). Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas. *Dirección General de Programación Multianual de Inversiones*. Recuperado el 08 de Octubre de 2021
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (09 de Octubre de 2020). Plan de Implementación y hoja de ruta del plan BIM Perú. *Dirección General de Programación Multianual de Inversiones*.
- Motorex. (2021). Recuperado el 09 de Octubre de 2021, de <https://www.motorex.com.pe/p/jet-fans-tcp/>

- Nexus Integra. (2021). Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://nexusintegra.io/es/10-beneficios-de-contar-con-un-sistema-de-automatizacion-industrial/>
- Paessler. (2021). Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://www.paessler.com/es/it-explained/cctv>
- Pelco. (2021). Manual de Usuario. Recuperado el 10 de Octubre de 2021
- Plot and design Ltda. (2021). Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <http://www.plotandesign.com/redes/componentes-del-cableado-red/>
- Rfaeco. (2021). Recuperado el 06 de Octubre de 2021, de <https://www.rfaeco.com/que-es-revit-de-autodesk-y-para-que-sirve/>
- Rodriguez, C. (2012). *Instrumentos eléctricos que se utilizan para los tableros de medición y protección*. Lima: Universidad Nacional del Callao.
- Sedemi. (2021). Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <http://www.sedemi.com/downloads/catalogo-bandejas.pdf>
- Siber Ventilación Inteligente. (2021). Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://www.siberzone.es/>
- TST. (2021). TST. Recuperado el 09 de Octubre de 2021, de <https://www.tstservicios.com/quienes-somos/>
- Ulloa, K., & Salinas, J. (2013). Mejoras en la Implmentacion de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/528110>
- Universidad Complutense de Madrid. (2021). Recuperado el 09 de Octubre de 2021, de <https://www.ucm.es/pimcd2014-free-software/dialux#:~:text=DIALux%20es%20un%20software%20gratis,fabricantes%20I%C3%ADderes%20a%20nivel%20mundial.>
- Vega, J. (2020). Diseño de Instalaciones Eléctricas usando Metodología BIM y Software Revit. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/16154>

ANEXOS

Anexo 1: Requerimiento Formal de Información

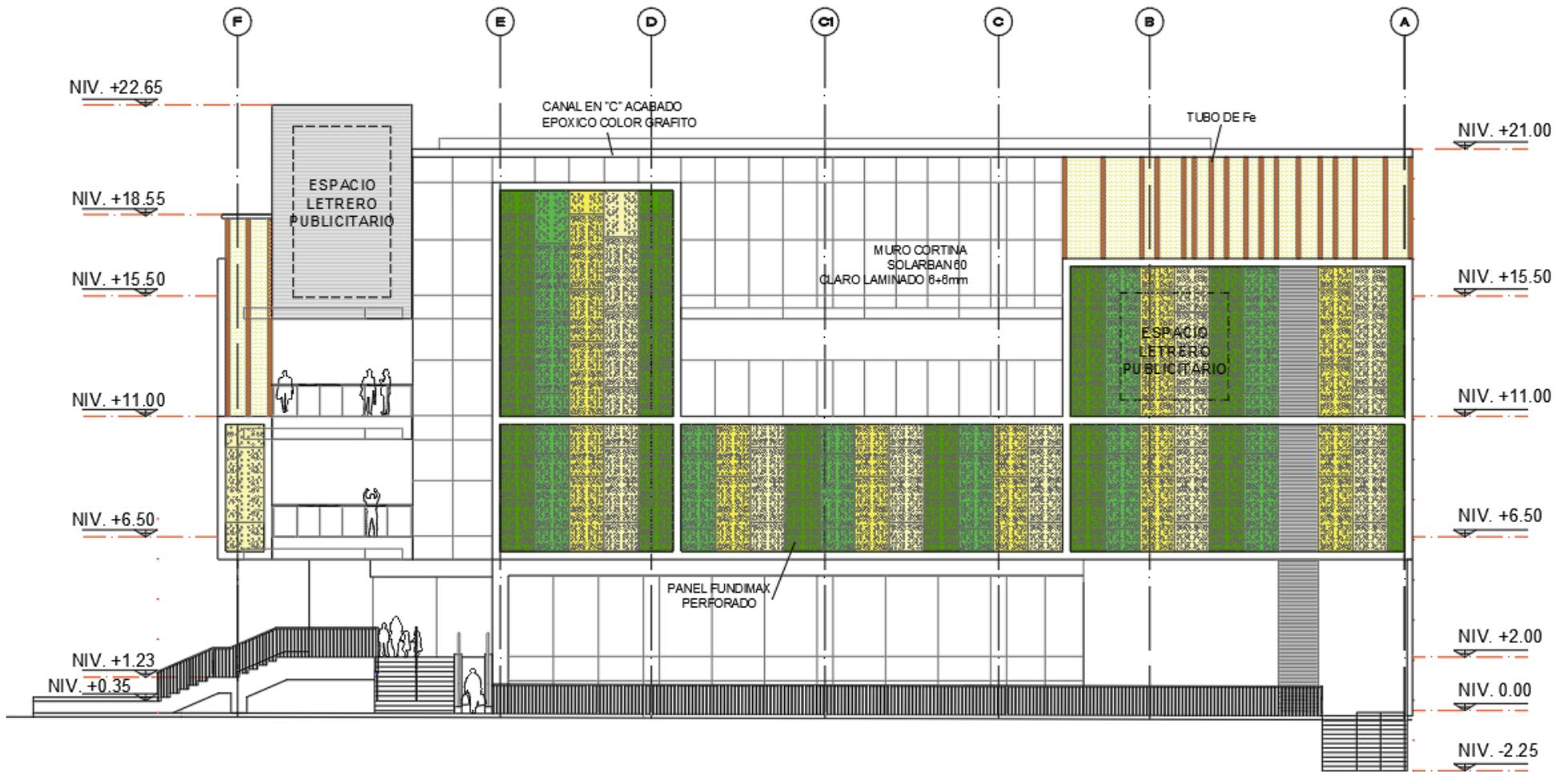
Cliente	ACEP	REQUERIMIENTO FORMAL DE INFORMACION	Elaborado por:	Brandon Humpire
Proy.	ECOPLAZA		Revisado por:	Angeles Melgarejo
OT			Aprobado por:	Eduardo Ramos
Numero			Fecha	21/06/2020
		ACEP-BIM-EP-RFI-IIEE-006		
DE		PARA		
Empresa	BIM Perú	Empresa	ECOPLAZA	
Sr. / Srta	Eduardo Ramos Neyra	Sr. / Srta		
Teléfono		Teléfono		
E-mail	eramos@bimperu.com	E-mail		
Referencia	Códigos de planos: IE-09-14-CANALIZACION DE CORRIENTES DEBILES SOTANOS 1,2 y 3 Y PISOS 1,2 y 3			
	Ubicación: Sótano 1			
	Prioridad: A			
Descripción del requerimiento	En el plano de Canalización de Corrientes débiles se muestra en la imagen 3 tuberías que están empotradas en piso conectando a 3 símbolos, como se muestra en la imagen, se solicita indicar que instrumento eléctrico representa esos 3 símbolos circulares.			
Respuesta del requerimiento				
Es el símbolo de una caja para salida de voz y data para piso, con tapa de registro roscado, en el plano se incluyó el detalle que se ve líneas abajo. Para el caso de alimentadores deberían ser similares las cajas que se dejara para tenerlas cerradas y hermeticas cuando no sean usadas.				
RESPONDIDO POR:	ACEP	FIRMA:		

Anexo 2: Elevaciones del Centro Comercial Eco Plaza
Elevación Jr. Carmona



Fuente: Expediente técnico de arquitectura - Eco Plaza

Elevación Av. La Molina.



Fuente: Expediente técnico de arquitectura - Eco Plaza

Anexo 3: Metrado de Instalaciones Eléctricas

Lista de luminarias

Descripción	Tipo	Codigo	Potencia	Cantidad	Unidad
Proyector anclado a dado de concreto	LED	EL	7.5W	18	Und.
Luminaria adosada para área peligrosa	LED	HPL	50W	1	Und.
Luminaria vial dimable con fotocelda adosado a poste	LED	PLP	54W	6	Und.
Downlight Adosado	LED	DLA	24W	2	Und.
Downlight Adosado	LED	DLA	44W	44	Und.
Downlight Empotrado	LED	DLE	26W	37	Und.
Downlight Empotrado	LED	DLE	24W	19	Und.
Downlight Empotrado	LED	DLE	44W	19	Und.
Downlight Empotrado	LED	DLE	45W	40	Und.
Downlight Suspendido	LED	DLS	35W	73	Und.
Downlight Suspendido	LED	DLS	97W	12	Und.
Luminaria Dimable	LED	HBL- 1	108W	82	Und.
Luminaria Dimable	LED	HBL- 2	108W	23	Und.
Luminaria Hermética Adosada	LED	HLA	31W	11	Und.
Luminaria Hermética Adosada	LED	HLA	40W	11	Und.
Luminaria Hermética Adosada	LED	HLA	48W	7	Und.
Luminaria Hermética Dimable Adosada	LED	HLAD	31W	12	Und.
Luminaria Hermética Dimable Adosada	LED	HLAD	40W	22	Und.
Luminaria Hermética Suspendida	LED	HLS	31W	45	Und.
Luminaria Hermética Suspendida	LED	HLS	48W	34	Und.
Luminaria Hermética Dimable Suspendida	LED	HLSD	31W	42	Und.
Luminaria Hermética Dimable Suspendida	LED	HLSD	48W	20	Und.
Proyector adosado	LED	PLA	17W	15	Und.
Proyector adosado	LED	PLA	25W	5	Und.
Proyector montado a riel electrificado 1mx1m	LED	PLR	5X12.5W	237	Und.
Proyector montado a riel electrificado 2mx1m	LED	PLR	5X12.5W	10	Und.
Panel dimable adosado	LED	TLA	30.8W	6	Und.
Panel dimable empotrado	LED	TLE	30.8W	28	Und.
Cinta LED exterior	LED	TLED A	5W/m	34.5	m
Cinta LED RGB exterior	LED	TLED B	5W/m	37.8	m
Cinta LED interior	LED	TLED C	5W/m	120	m
Cinta LED interior	LED	TLED D	5W/m	75.1	m
Cinta LED interior	LED	TLED I	5W/m	580.8	m
Barra LED	LED	XLAP	20W	21	Und.
Downlight Dimable	LED	XLE	12W	7	Und.
Downlight	LED	XLE	18W	3	Und.
Luminaria de emergencia	—	—	SE DEFINIRÁ EN OBRA	161	Und.

Metrado de Bandejas portacables

Descripción	Dimension(mm)	Cantidad	Unidad
Bandeja portacables	200x100	62.14	m
Bandeja portacables	300x100	1452.77	m
Bandeja portacables	400x100	1005.2	m
Bandeja portacables	600x100	72.26	m

Metrado de cámaras de video

Descripción	Resolución	Tipo de lente	Cantidad	Unidad
Cámara fija tipo bullet	2MP	2.5mm	1	Und.
Cámara fija tipo bullet	2MP	2.9mm	1	Und.
Cámara fija tipo bullet	2MP	3.1mm	2	Und.
Cámara fija tipo bullet	2MP	3.6mm	1	Und.
Cámara fija tipo bullet	2MP	4.4mm	1	Und.
Cámara fija tipo bullet	2MP-IR	2.4mm	3	Und.
Cámara fija tipo bullet	3MP	2.4mm	8	Und.
Cámara fija tipo bullet	3MP	4.2mm	1	Und.
Cámara fija tipo bullet	3MP-IR	2.4mm	3	Und.
Cámara fija tipo minidomo adosada a falso cielo raso	2MP	2.4mm	3	Und.
Cámara fija tipo minidomo adosada a muro	2MP	2.4mm	13	Und.
Cámara fija tipo minidomo adosada a muro	2MP	3.4mm	2	Und.
Cámara fija tipo minidomo adosada a muro	3MP	2.4mm	4	Und.
Cámara fija tipo minidomo adosada a muro	3MP	2.8mm	2	Und.
Cámara fija tipo minidomo adosada a muro	3MP	3.0mm	1	Und.
Cámara fija tipo minidomo suspendida	2MP	3.8mm	2	Und.
Cámara fija tipo minidomo suspendida	3MP	2.4mm	15	Und.
Cámara fija tipo minidomo suspendida	3MP	3.6mm	2	Und.

Metrado de conduits eléctricos y accesorios

Descripción	Diámetro	Longitud	Unidad
Tubería EMT	40mm	62.89	m
Tubería EMT	32mm	0.13	m
Tubería EMT	25mm	1936.61	m
Tubería EMT	50mm	37.95	m
Tubería EMT	20mm	167.17	m
Tubería F.G.	40mm	548.60	m
Tubería F.G.	25mm	2074.40	m
Tubería F.G.	65mm	9.29	m
Tubería F.G.	50mm	119.01	m
Tubería F.G.	80mm	11.69	m
Tubería F.G.	20mm	508.79	m
Tubería F.G.	100mm	32.88	m
Tubería PVC-P	40mm	217.71	m
Tubería PVC-P	32mm	141.22	m
Tubería PVC-P	25mm	2352.02	m
Tubería PVC-P	50mm	20.81	m
Tubería PVC-P	20mm	4188.00	m
Tubería PVC-P	100mm	228.74	m
Tubería PVC-SAP	40mm	17.01	m
Tubería PVC-SAP	25mm	197.55	m
Tubería PVC-SAP	20mm	9584.16	m

Descripción	Diametro	Cantidad	Unidad
Curva EMT	40mm	35	Und.
Curva EMT	32mm	1	Und.
Curva EMT	25mm	781	Und.
Curva EMT	50mm	19	Und.
Curva EMT	20mm	246	Und.
Curva F.G.	40mm	167	Und.
Curva F.G.	25mm	1424	Und.
Curva F.G.	65mm	5	Und.
Curva F.G.	50mm	15	Und.
Curva F.G.	80mm	6	Und.
Curva F.G.	20mm	579	Und.
Curva F.G.	100mm	22	Und.
Curva PVC-P	40mm	44	Und.
Curva PVC-P	32mm	49	Und.
Curva PVC-P	25mm	891	Und.
Curva PVC-P	20mm	1220	Und.
Curva PVC-P	100mm	26	Und.
Curva PVC-P	50mm	8	Und.
Curva PVC-SAP	40mm	3	Und.
Curva PVC-SAP	25mm	68	Und.
Curva PVC-SAP	20mm	3250	Und.

Metrado de equipos eléctricos

Descripción	Cantidad	Unidad
Tomacorriente bipolar doble SCHUKO	597	Und.
Tomacorriente bipolar doble AMERICANO + EUROPEO	199	Und.
Interruptor unipolar simple	293	Und.
Secadora de manos	6	Und.
Pulsador on-off, iluminado internamente con led para equipos mecánicos	19	Und.
Señalética LED adosada de Salida	20	Und.
Señalética LED adosada de Salida - Arriba	15	Und.
Señalética LED adosada de Salida - Derecha	5	Und.
Señalética LED adosada de Salida - Izquierda	3	Und.
Señalética LED colgante de Salida	6	Und.
Señalética LED colgante de Salida - Arriba	1	Und.
Señalética LED colgante de Salida - Derecha	17	Und.
Señalética LED colgante de Salida - Izquierda	10	Und.
Cargador vehicular 7Kw	2	Und.
Botonera para ascensor	12	Und.
Botonera para escenas	5	Und.
Contacto magnetico para puerta de doble hoja	1	Und.
Contacto magnetico para puerta de una hoja	20	Und.
Contacto magnetico para puerta enrollable	4	Und.

Descripción	Cantidad	Unidad
Contacto magnético para puerta enrollable	2	Und.
Lectora de Ingreso	3	Und.
Módulo de Control	13	Und.
Módulo de monitoreo	112	Und.
Pulsador de Asalto	2	Und.
Pulsador de Salida	1	Und.
Recibidor electrico	3	Und.
Registro de bronce cromado roscado Ø6"	6	Und.
Sensor de movimiento	6	Und.
Micrófono	2	Und.
Parlante 12W suspendido en techo	45	Und.
Parlante de techo 12 W	2	Und.
Detector de humo	213	Und.
Detector de humo en ascensor	1	Und.
Detector de humo en ducto de presurización	2	Und.
Sensor diferencial de presion con entrada analogica	2	Und.
Switch diferencial de presion con entrada digital	4	Und.
Corneta de alarma con luz estroboscopica 15cd	12	Und.
Corneta de alarma con luz estroboscopica 15cd tipo weather proof	1	Und.
Corneta de alarma con luz estroboscopica 30cd	5	Und.
Corneta de alarma con luz estroboscopica 75cd	36	Und.
Estacion manual de alarma	17	Und.
Estacion manual de alarma tipo weather proof	1	Und.
Estacion remota de prueba	2	Und.
Luz estroboscopica 15cd	4	Und.
Detector de temperatura	3	Und.
Sensor con fotocelda adosado	6	Und.
Sensor de inundación	2	Und.
Sensor de presencia adosado	115	Und.
Sensor de presencia empotrado	21	Und.
Salida de fuerza	2	Und.
Salida de fuerza para Bomba de agua	5	Und.
Salida de fuerza para Bomba de riego	1	Und.
Salida de fuerza para cargador vehicular	2	Und.
Salida de fuerza para Chiller	1	Und.
Salida de fuerza para equipo de presurizacion	1	Und.
Salida de fuerza para Extractor Centrifugo	27	Und.
Salida de fuerza para Extractor Helicoidal	2	Und.
Salida de fuerza para Inyector Centrifugo en linea	1	Und.
Salida de fuerza para Inyector de aire axial	4	Und.
Salida de fuerza para Jet Fan	13	Und.
Salida de fuerza para puerta enrollable	3	Und.
Salida de fuerza para unidad condensadora	2	Und.
Salida de fuerza para unidad evaporadora decorativa	2	Und.
Tablero de control con switch de corriente	8	Und.
Punto de red para voz y data	8	Und.

Descripción	Cantidad	Unidad
Punto de red para parking	2	Und.
Acces Point	4	Und.
Punto de red para pantalla Digital	31	Und.
Fuente extensora NAC	1	Und.
Gabinete de modulos de monitoreo	1	Und.
Panel de deteccion y alarma contra incendios	1	Und.
Panel de intrusion	1	Und.
Tablero electrico adosado	46	Und.
Tablero electrico autosportado	18	Und.
Tablero de automatización	8	Und.
Transformador tipo seco, potencia 1600kVA, peso 3020 Kg	1	Und.
Transformador de aislamiento 15 kVA	14	Und.
Tablero UPS	1	Und.
Subtablero para puestos de venta	239	Und.
Banco de condensadores 460KVAR	2	Und.
Caja de pase 100x50x50mm	4	Und.
Caja de pase 100x100x50mm	3037	Und.
Caja de pase 100x100x55mm	267	Und.
Caja de pase 150x150x100mm	89	Und.
Caja de pase 200x200x100mm	503	Und.
Caja de pase 200x200x150mm	16	Und.
Caja de pase 300x300x120mm	131	Und.
Caja de pase 400x400x200mm	6	Und.
Caja de pase 500x500x200mm	2	Und.
Caja de pase tipo weather proof 100x100x50mm	17	Und.
Caja de pase tipo weather proof 150x150x100mm	1	Und.
Caja octogonal Ø100	891	Und.
Caja para salida de data 100x100x50mm	2	Und.
Caja para salida de voz y data 100x100x50mm	3	Und.
Caja rectangular 100x55x50mm	482	Und.
Caja rectangular 130x71x52mm	616	Und.
Salida para Letrero publicitario 100x100x50mm	1	Und.
Salida para Letrero publicitario 200x200x100mm	8	Und.
Salida para secadora de manos 100x100x50mm	6	Und.
Caja metalica para barra de tierra 500x400x200mm	18	Und.
Conductor de cobre desnudo 35mm ² para pozo a tierra	148.72	m
Caja de pozo a tierra	11	Und.
Caja condulet tipo L Ø40mm	22	Und.
Caja condulet tipo L Ø25mm	262	Und.
Caja condulet tipo L Ø50mm	1	Und.
Caja condulet tipo L Ø20mm	106	Und.
Caja de pase 500x500x300mm	1	Und.
Caja de pase 600x600x400mm	2	Und.

Anexo 4: Metrado de Instalaciones HVAC

Metrado de ductos de ventilación

Descripcion del ducto	Tamaño	Calibre	Longitud(m)
Ducto Fierro Negro (FeNe)	8"x7"	26	6.34
Ducto Fierro Negro (FeNe)	12"x7"	26	2.69
Ducto Fierro Negro (FeNe)	12"x8"	26	6.73
Ducto Fierro Negro (FeNe)	12"x10"	26	7.07
Ducto Fierro Negro (FeNe)	14"x14"	24	36.28
Ducto Fierro Negro (FeNe)	16"x10"	24	1.02
Ducto Fierro Negro (FeNe)	16"x11"	24	2.31
Ducto Fierro Negro (FeNe)	16"x12"	24	0.75
Ducto Fierro Negro (FeNe)	16"x13"	24	2.39
Ducto Fierro Negro (FeNe)	16"x14"	24	2.48
Ducto Fierro Negro (FeNe)	16"x16"	24	3.42
Ducto Fierro Negro (FeNe)	17"x17"	24	15.19
Ducto Fierro Negro (FeNe)	24"x20"	24	0.9
Ducto plancha galvanizada	6"x6"	26	31.74
Ducto plancha galvanizada	6"x8"	26	3.03
Ducto plancha galvanizada	6"x12"	26	20.7
Ducto plancha galvanizada	8"x5"	26	45.38
Ducto plancha galvanizada	8"x6"	26	48.97
Ducto plancha galvanizada	8"x7"	26	1.32
Ducto plancha galvanizada	8"x8"	26	6.56
Ducto plancha galvanizada	8"x11"	26	0.29
Ducto plancha galvanizada	8"x12"	26	29.92
Ducto plancha galvanizada	8"x14"	26	0.96
Ducto plancha galvanizada	8"x16"	26	0.09
Ducto plancha galvanizada	10"x6"	26	0.63
Ducto plancha galvanizada	10"x7"	26	1.21
Ducto plancha galvanizada	10"x8"	26	0.34
Ducto plancha galvanizada	12"x6"	26	27.91
Ducto plancha galvanizada	12"x8"	26	24.06
Ducto plancha galvanizada	12"x9"	26	0.51
Ducto plancha galvanizada	12"x10"	26	1.6
Ducto plancha galvanizada	12"x11"	26	0.32
Ducto plancha galvanizada	12"x12"	26	0.74
Ducto plancha galvanizada	12"x20"	24	48.93
Ducto plancha galvanizada	13"x24"	24	4.39
Ducto plancha galvanizada	14"x7"	24	7.12
Ducto plancha galvanizada	14"x8"	24	37.67
Ducto plancha galvanizada	14"x10"	24	27.02
Ducto plancha galvanizada	14"x11"	24	0.78
Ducto plancha galvanizada	14"x12"	24	9.36
Ducto plancha galvanizada	14"x14"	24	46.79
Ducto plancha galvanizada	15"x8"	24	9.32

Descripcion del ducto	Tamaño	Calibre	Longitud(m)
Ducto plancha galvanizada	16"x10"	24	11
Ducto plancha galvanizada	16"x16"	24	1.06
Ducto plancha galvanizada	17"x17"	24	23.85
Ducto plancha galvanizada	17"x20"	24	1.85
Ducto plancha galvanizada	18"x9"	24	3.33
Ducto plancha galvanizada	18"x10"	24	11.32
Ducto plancha galvanizada	18"x15"	24	1.69
Ducto plancha galvanizada	18"x23"	24	0.3
Ducto plancha galvanizada	20"x10"	24	11.77
Ducto plancha galvanizada	20"x12"	24	11.82
Ducto plancha galvanizada	20"x17"	24	2.42
Ducto plancha galvanizada	22"x10"	24	12.34
Ducto plancha galvanizada	22"x18"	24	0.1
Ducto plancha galvanizada	22"x28"	24	4.27
Ducto plancha galvanizada	23"x10"	24	3.6
Ducto plancha galvanizada	23"x15"	24	3.45
Ducto plancha galvanizada	23"x18"	24	22.21
Ducto plancha galvanizada	23"x20"	24	4.11
Ducto plancha galvanizada	23"x73"	20	1.4
Ducto plancha galvanizada	24"x10"	24	22.21
Ducto plancha galvanizada	24"x11"	24	18.44
Ducto plancha galvanizada	24"x12"	24	5.56
Ducto plancha galvanizada	24"x13"	24	14.76
Ducto plancha galvanizada	24"x20"	24	2.26
Ducto plancha galvanizada	24"x24"	24	1.9
Ducto plancha galvanizada	24"x55"	20	20.87
Ducto plancha galvanizada	26"x12"	24	2.89
Ducto plancha galvanizada	26"x23"	24	0.02
Ducto plancha galvanizada	28"x12"	24	0.9
Ducto plancha galvanizada	28"x22"	24	14.68
Ducto plancha galvanizada	29"x38"	24	6.33
Ducto plancha galvanizada	30"x12"	24	4
Ducto plancha galvanizada	30"x13"	24	2.58
Ducto plancha galvanizada	30"x20"	24	10.92
Ducto plancha galvanizada	30"x30"	24	0.15
Ducto plancha galvanizada	38"x30"	22	0.27
Ducto plancha galvanizada	39"x39"	22	0.03
Ducto plancha galvanizada	40"x28"	22	0.24
Ducto plancha galvanizada	40"x40"	22	1.34
Ducto plancha galvanizada	47"x30"	20	1.02
Ducto plancha galvanizada	55"x24"	20	0.26
Ducto plancha galvanizada	57"x57"	20	0.2
Ducto plancha galvanizada	73"x24"	18	0.32
Ducto plancha galvanizada	85"x24"	18	23.64

Metrado de uniones de ductos de ventilación

Tipo de unión	Tamaño	Cantidad	Unidad
Bifurcacion doble	12"x6"-8"x6"-8"x6"	1	und.
Bifurcacion doble	12"x8"-10"x8"-8"x8"	4	und.
Bifurcacion doble	12"x11"-8"x11"-8"x11"	1	und.
Bifurcacion doble	14"x11"-12"x11"-12"x11"	1	und.
Bifurcacion doble	14"x12"-12"x12"-12"x12"	1	und.
Bifurcacion doble	16"x16"-16"x16"-8"x16"	1	und.
Bifurcacion doble	16"x16"-16"x16"-16"x16"	1	und.
Codo 45.00°	5"x8"-5"x8"	4	und.
Codo 45.00°	6"x6"-6"x6"	12	und.
Codo 90.00°	24"x24"-24"x24"	2	und.
Codo 90.00°	6"x6"-6"x6"	2	und.
Codo 24.80°	6"x8"-6"x8"	2	und.
Codo 28.76°	6"x8"-6"x8"	1	und.
Codo 28.77°	6"x8"-6"x8"	1	und.
Codo 45.00°	6"x8"-6"x8"	8	und.
Codo 90.00°	6"x8"-6"x8"	1	und.
Codo 90.02°	6"x8"-6"x8"	1	und.
Codo 35.00°	6"x12"-6"x12"	2	und.
Codo 45.00°	6"x12"-6"x12"	16	und.
Codo 45.00°	7"x14"-7"x14"	4	und.
Codo 45.00°	8"x5"-8"x5"	2	und.
Codo 90.00°	8"x5"-8"x5"	4	und.
Codo 45.00°	8"x6"-8"x6"	2	und.
Codo 90.00°	8"x6"-8"x6"	2	und.
Codo 45.00°	8"x12"-8"x12"	12	und.
Codo 45.00°	8"x14"-8"x14"	8	und.
Codo 90.00°	8"x14"-8"x14"	1	und.
Codo 90.00°	10"x12"-10"x12"	2	und.
Codo 45.00°	10"x14"-10"x14"	12	und.
Codo 45.00°	10"x18"-10"x18"	6	und.
Codo 45.00°	10"x20"-10"x20"	6	und.
Codo 45.00°	10"x22"-10"x22"	6	und.
Codo 45.00°	10"x24"-10"x24"	18	und.
Codo 45.00°	11"x24"-11"x24"	10	und.
Codo 15.00°	12"x8"-12"x8"	1	und.
Codo 20.00°	12"x8"-12"x8"	1	und.
Codo 27.05°	12"x8"-12"x8"	2	und.
Codo 35.00°	12"x8"-12"x8"	1	und.
Codo 90.00°	12"x8"-12"x8"	5	und.
Codo 45.00°	12"x24"-12"x24"	4	und.
Codo 45.00°	12"x26"-12"x26"	2	und.
Codo 69.79°	13"x24"-13"x24"	1	und.

Tipo de unión	Tamaño	Cantidad	Unidad
Codo 69.80°	13"x24"-13"x24"	1	und.
Codo 90.00°	13"x24"-13"x24"	1	und.
Codo 90.00°	14"x7"-14"x7"	1	und.
Codo 90.00°	14"x8"-14"x8"	8	und.
Codo 90.00°	14"x10"-14"x10"	7	und.
Codo 90.00°	14"x12"-14"x12"	1	und.
Codo 45.00°	14"x14"-14"x14"	2	und.
Codo 90.00°	14"x14"-14"x14"	26	und.
Codo 45.00°	15"x18"-15"x18"	2	und.
Codo 90.00°	16"x16"-16"x16"	2	und.
Codo 22.50°	17"x17"-17"x17"	4	und.
Codo 90.00°	17"x17"-17"x17"	13	und.
Codo 45.00°	17"x20"-17"x20"	2	und.
Codo 90.00°	17"x20"-17"x20"	1	und.
Codo 90.00°	18"x23"-18"x23"	4	und.
Codo 45.00°	20"x12"-20"x12"	19	und.
Codo 90.00°	20"x12"-20"x12"	19	und.
Codo 90.00°	20"x17"-20"x17"	1	und.
Codo 62.12°	20"x23"-20"x23"	2	und.
Codo 90.00°	20"x23"-20"x23"	1	und.
Codo 90.00°	20"x24"-20"x24"	1	und.
Codo 90.00°	20"x30"-20"x30"	3	und.
Codo 45.00°	22"x28"-22"x28"	2	und.
Codo 90.00°	22"x28"-22"x28"	4	und.
Codo 45.00°	23"x18"-23"x18"	4	und.
Codo 90.00°	23"x20"-23"x20"	1	und.
Codo 90.00°	23"x73"-23"x73"	1	und.
Codo 90.00°	24"x10"-24"x10"	5	und.
Codo 90.00°	24"x11"-24"x11"	1	und.
Codo 90.00°	24"x55"-24"x55"	1	und.
Codo 90.00°	28"x22"-28"x22"	2	und.
Codo 45.00°	30"x20"-30"x20"	2	und.
Union	6"x6"-6"x6"	1	und.
Union	6"x12"-6"x12"	60	und.
Union	8"x5"-8"x5"	6	und.
Union	8"x6"-8"x6"	4	und.
Union	8"x8"-8"x8"	23	und.
Union	8"x12"-8"x12"	19	und.
Union	8"x14"-8"x14"	1	und.
Union	12"x6"-12"x6"	4	und.
Union	12"x12"-12"x12"	3	und.
Union	23"x18"-23"x18"	1	und.
Union	20"x17"-20"x17"	1	und.
Union	24"x11"-24"x11"	2	und.

Tipo de unión	Tamaño	Cantidad	Unidad
Tee	8"x14"-8"x14"-8"x14"	1	und.
Tee	13"x24"-13"x24"-13"x24"	1	und.
Tee	14"x8"-14"x8"-6"x8"	1	und.
Transformación concéntrica	6"x6"-5"ø	1	und.
Transformación concéntrica	18"x15"-10"ø	2	und.
Transformación concéntrica	22"x18"-18"ø	1	und.
Transformación concéntrica	23"x18"-10"ø	4	und.
Transformación concéntrica	23"x20"-18"ø	1	und.
Transformación concéntrica	24"x20"-24"ø	1	und.
Transformación concéntrica	24"ø-14"x14"	12	und.
Transformación concéntrica	24"ø-16"x16"	2	und.
Transformación concéntrica	24"ø-17"x17"	1	und.
Transformación concéntrica	59"x59"-39"ø	2	und.
Reducción	8"x6"-8"x5"	2	und.
Reducción	8"x8"-8"x5"	2	und.
Reducción	8"x8"-8"x6"	2	und.
Reducción	8"x11"-8"x5"	2	und.
Reducción	8"x16"-8"x7"	1	und.
Reducción	10"x6"-8"x6"	1	und.
Reducción	10"x7"-8"x5"	2	und.
Reducción	10"x7"-8"x8"	1	und.
Reducción	10"x8"-10"x6"	1	und.
Reducción	10"x8"-10"x7"	3	und.
Reducción	12"x6"-6"x6"	2	und.
Reducción	12"x6"-8"x5"	7	und.
Reducción	12"x7"-8"x7"	1	und.
Reducción	12"x8"-8"x5"	2	und.
Reducción	12"x8"-8"x7"	2	und.
Reducción	12"x8"-12"x6"	3	und.
Reducción	12"x8"-12"x7"	1	und.
Reducción	12"x9"-12"x6"	1	und.
Reducción	12"x10"-12"x8"	3	und.
Reducción	12"x11"-12"x9"	1	und.
Reducción	12"x12"-12"x8"	2	und.
Reducción	14"x7"-12"x6"	3	und.
Reducción	14"x8"-12"x8"	5	und.
Reducción	14"x8"-14"x7"	3	und.
Reducción	14"x10"-12"x8"	2	und.
Reducción	14"x10"-14"x8"	5	und.
Reducción	14"x12"-14"x10"	2	und.
Reducción	14"x12"-14"x11"	3	und.
Reducción	16"x10"-12"x10"	1	und.
Reducción	16"x10"-14"x10"	5	und.
Reducción	16"x11"-12"x10"	1	und.

Tipo de unión	Tamaño	Cantidad	Unidad
Reducción	16"x12"-12"x10"	1	und.
Reducción	16"x13"-16"x11"	1	und.
Reducción	16"x14"-16"x13"	1	und.
Reducción	16"x16"-16"x10"	1	und.
Reducción	16"x16"-16"x12"	1	und.
Reducción	16"x16"-16"x14"	1	und.
Reducción	17"x17"-12"x12"	1	und.
Reducción	17"x17"-14"x14"	2	und.
Reducción	17"x20"-12"x20"	1	und.
Reducción	18"x10"-16"x10"	5	und.
Reducción	18"x15"-18"x9"	1	und.
Reducción	20"x10"-18"x10"	5	und.
Reducción	20"x12"-14"x8"	1	und.
Reducción	20"x20"-20"x17"	1	und.
Reducción	22"x10"-20"x10"	5	und.
Reducción	23"x10"-15"x8"	1	und.
Reducción	23"x15"-23"x10"	1	und.
Reducción	23"x18"-15"x8"	1	und.
Reducción	23"x18"-23"x15"	1	und.
Reducción	23"x73"-24"x55"	1	und.
Reducción	24"x10"-22"x10"	5	und.
Reducción	24"x11"-24"x10"	5	und.
Reducción	24"x11"-24"x11"	1	und.
Reducción	24"x12"-24"x11"	3	und.
Reducción	24"x13"-24"x12"	1	und.
Reducción	24"x24"-17"x17"	2	und.
Reducción	26"x12"-24"x12"	1	und.
Reducción	26"x23"-18"x23"	1	und.
Reducción	28"x12"-26"x12"	1	und.
Reducción	28"x22"-24"x12"	1	und.
Reducción	28"x28"-28"x22"	1	und.
Reducción	30"x12"-28"x12"	1	und.
Reducción	30"x13"-24"x13"	1	und.
Reducción	30"x13"-30"x12"	1	und.
Reducción	30"x20"-24"x13"	1	und.
Reducción	30"x30"-30"x20"	1	und.
Reducción	38"x30"-30"x30"	1	und.
Reducción	40"x28"-28"x28"	1	und.
Reducción	41"x41"-40"x40"	2	und.
Reducción	47"x30"-20"x20"	1	und.
Reducción	55"x24"-29"x38"	1	und.
Reducción	57"x57"-57"x57"	1	und.
Reducción	73"x24"-29"x38"	1	und.
Reducción	73"x24"-73"x23"	1	und.

Tipo de unión	Tamaño	Cantidad	Unidad
Reducción	85"x24"-55"x24"	1	und.
Unión flexible	38"x29"-38"x29"	2	und.
Rejillas	6"x6"	1	und.
Rejillas	6"x12"	61	und.
Rejillas	8"x8"	23	und.
Rejillas	8"x12"	19	und.
Rejillas	10"x15"	19	und.
Rejillas	12"x6"	1	und.
Rejillas	12"x12"	3	und.
Rejillas	16"x20"	1	und.
Rejillas	18"x150"	1	und.
Rejillas	24"x24"	10	und.
Rejillas	25"x38"	1	und.
Rejillas	26"x23"	1	und.
Rejillas	28"x35"	1	und.
Rejillas	28"x45"	1	und.
Rejillas	31"x79"	2	und.
Rejillas	47"x47"	2	und.

Equipos HVAC

Equipo	Cantidad	Unidad
Bomba de agua, caudal 132 gpm, potencia asumida 3.11hp, motor 5.00hp, eficiencia mecanica 64.37%, caract. electricas rpm/tipo motor: 380v-3ø-60hz-1700 / tefc, tipo vertical, marca armstrong, sistema de bombeo primario velocidad variable, peso 170 kg	2	und.
Campana extractora 1.68mx0.6m	12	und.
Campana extractora 2.4mx0.8m	4	und.
Campana extractora 4.05mx1m	1	und.
Chiller con capacidad de refrigeracion 55.00 tr, caudal de agua 132 gpm, caract. electricas 380v-3ø-60hz-49.69 kw, tipo de compresor refrigerante scroll r410a, tipo condensador enfriado por aire, marca daikin, modelo agz050e, peso 1500kg	1	und.
Grupo electrogeno insonorizado de 350KW	1	und.
Separador de aire	1	und.
Tanque de expansion	1	und.
Unidad condensadora, potencia 6.5KW, capacidad de enfriamiento 60000BTU/h, tensión 220V/60Hz/1Ø	2	und.
Unidad evaporadora decorativa, potencia 6.5KW, capacidad de enfriamiento 60000BTU/h, tensión 220V/60Hz/1Ø	2	und.
Variador de frecuencia en gabinete NEMA 4	2	und.
Sensor diferencial de presión	2	und.
Detector de monóxido	10	und.
Ventilador centrifugo, capacidad: 20000 CFM, 2" C.A, para operar a 380V, trifasico, 60Hz (equipo de presurización)	2	und.
Conduit rigido metalico Ø15mm	36.44	m
Conduit PVC-P Ø20mm	174.25	m
Caja de pase 100x100x50mm	20	und.
Caja de pase 150x150x100mm	1	und.
Curva PVC-P Ø20mm	30	und.
Curva rigida metalica Ø15mm	6	und.
Panel de monóxido	1	und.
Damper de gravedad 6"x6"-6"x6"	3	und.
Damper de gravedad 6"x8"-6"x8"	1	und.
Damper de gravedad 8"x5"-8"x5"	1	und.
Damper de gravedad 8"x6"-8"x6"	4	und.
Damper de gravedad 14"x10"-14"x10"	1	und.
Damper de gravedad 14"x12"-14"x12"	4	und.
Damper de gravedad 18"x15"-18"x15"	1	und.
Damper de gravedad 18"x23"-18"x23"	1	und.
Damper de gravedad 23"x23"-23"x23"	2	und.
Damper de gravedad 40"x40"-40"x40"	2	und.

Metrado de tuberías y accesorios

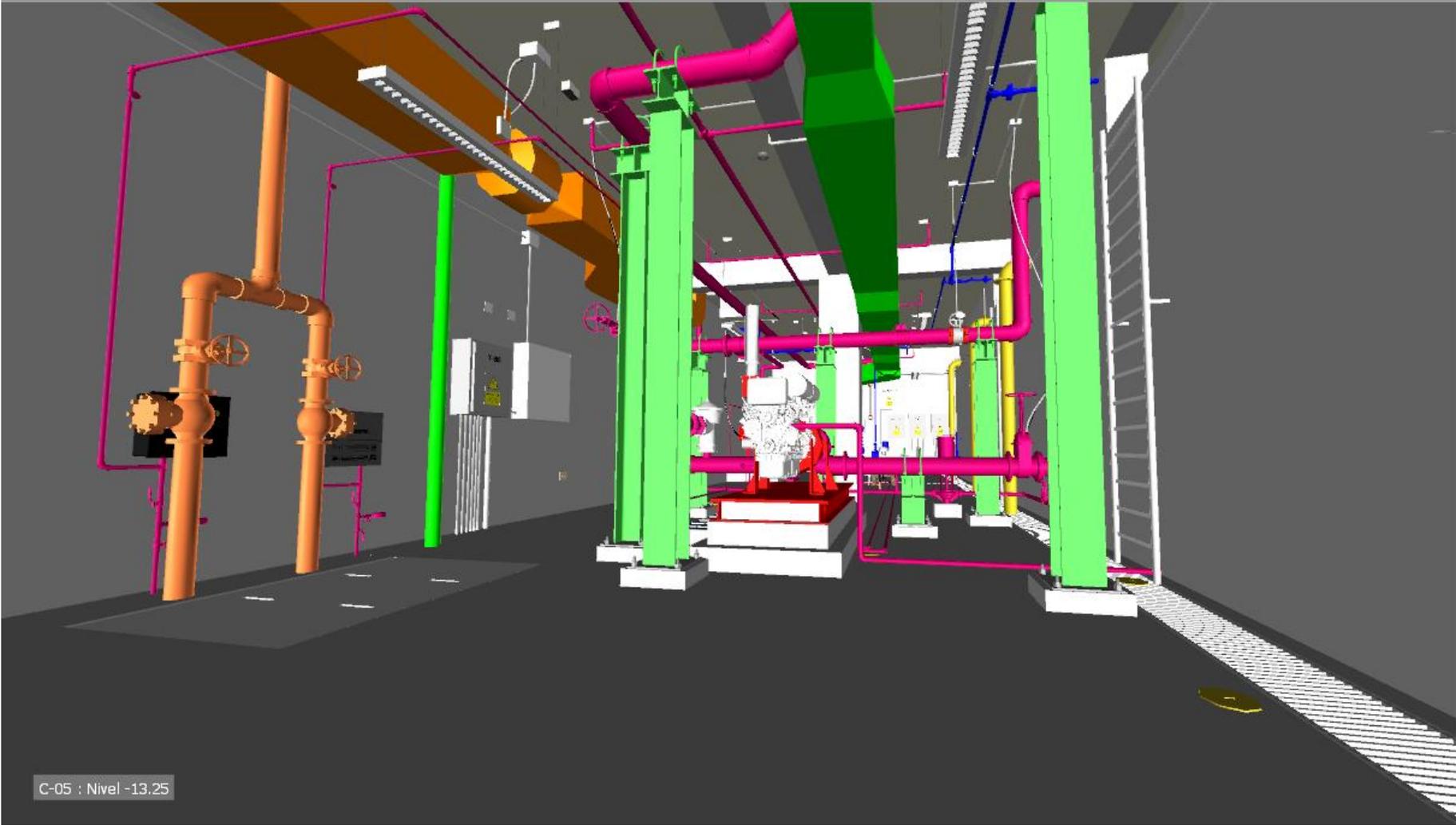
Elemento	Diametro	Cantidad	Unidad
Tubería de acero ASTM A53, SCH 40	40mm	20.72	m
Tubería de acero ASTM A53, SCH 40	32mm	38.12	m
Tubería de acero ASTM A53, SCH 40	25mm	72.8	m
Tubería de acero ASTM A53, SCH 40	50mm	33.53	m
Tubería de acero ASTM A53, SCH 40	80mm	86.98	m
Tubería de acero ASTM A53, SCH 40	20mm	6.64	m
Tubería de acero ASTM A53, SCH 40	150mm	5.24	m
Circuit Setter	50mm	3	Und.
Difusor de succión con filtro	80mm	2	Und.
Valvula multiproposito	80mm	2	Und.
Medidor de caudal	25mm	9	Und.
Medidor de caudal	80mm	1	Und.
Medidor de caudal	20mm	3	Und.
Sensor diferencial de temperatura	25mm	18	Und.
Sensor diferencial de temperatura	80mm	2	Und.
Sensor diferencial de temperatura	20mm	6	Und.
Valvula de Bola	25mm	2	Und.
Valvula de corte	25mm	18	Und.
Valvula de corte	50mm	6	Und.
Valvula de corte	80mm	2	Und.
Valvula de corte	20mm	6	Und.
Valvula de compuerta OS&Y	80mm	3	Und.
Reduccion	40mm-32mm	6	Und.
Reduccion	40mm-25mm	6	Und.
Reduccion	32mm-25mm	12	Und.
Reduccion	50mm-40mm	8	Und.
Reduccion	50mm-20mm	6	Und.
Reduccion	80mm-50mm	7	Und.
Codo 45.00°	40mm	24	Und.
Codo 90.00°	40mm	6	Und.
Codo 45.00°	32mm	4	Und.
Codo 45.00°	25mm	20	Und.
Codo 90.00°	25mm	22	Und.
Codo 45.00°	50mm	4	Und.
Codo 90.00°	50mm	17	Und.
Codo 90.00°	80mm	14	Und.
Codo 90.00°	20mm	2	Und.
Brida clase 150	25mm	54	Und.
Brida clase 150	50mm	12	Und.
Brida clase 150	80mm	5	Und.
Brida clase 150	20mm	18	Und.
Tapon	25mm	18	Und.
Tapon	80mm	5	Und.
Tapon	20mm	6	Und.
Codo bridado	150mm	3	Und.
Tee	40mm	6	Und.
Tee	32mm	6	Und.
Tee	25mm	3	Und.
Tee	50mm	6	Und.
Tee	80mm	13	Und.

Metrado de equipos de inyección y extracción de aire

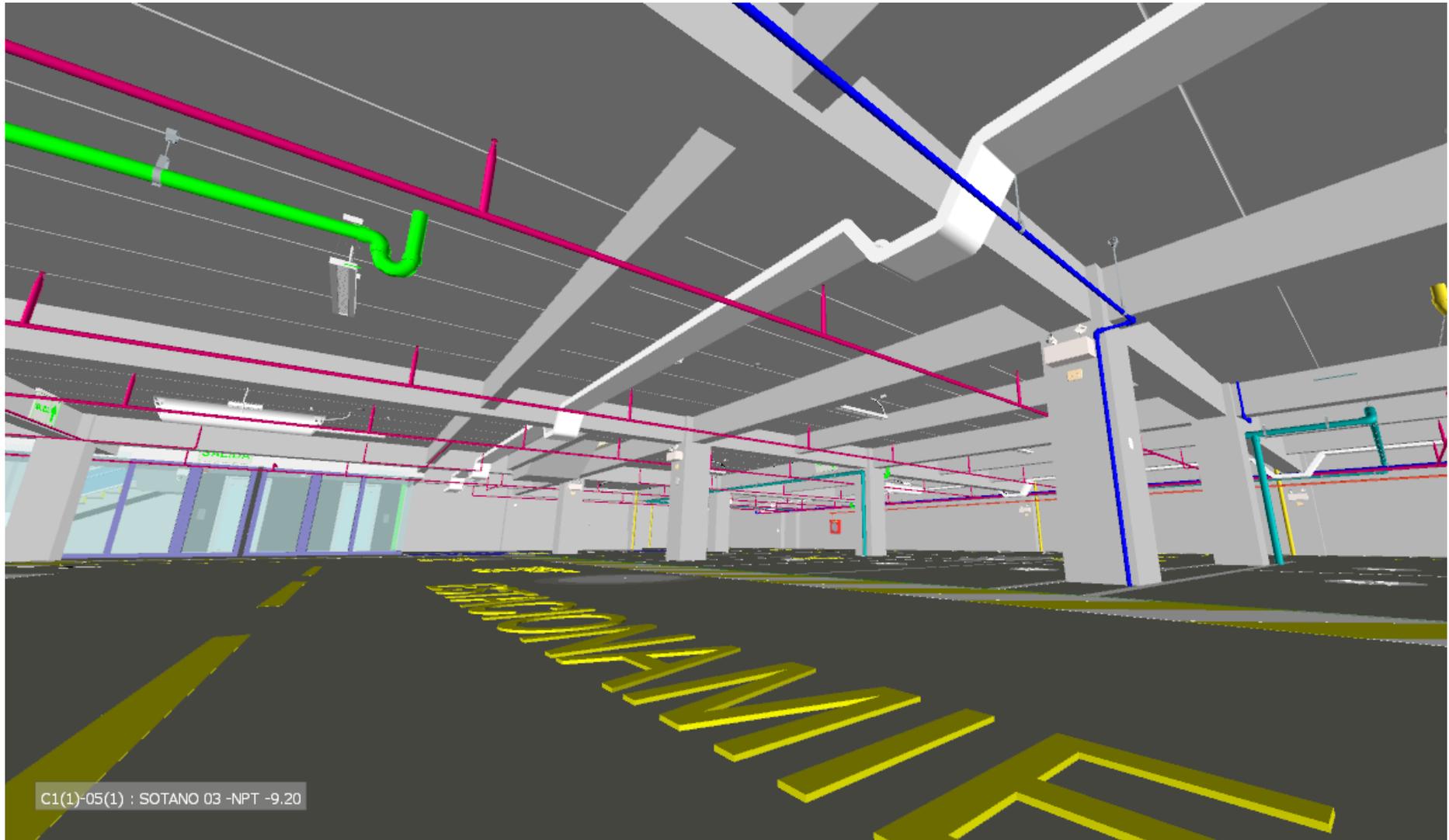
Nombre de Equipo	Codigo	Caida de presión(in.w.g)	Caudal(CFM)	Velocidad(RPM)	Modelo	Motor	Peso(kg)	Sonido(DB)	Cantidad	Unidad
Extractor centrifugo simple entrada, transmisión de poleas y faja, UL-762	EC-T-02 AL EC-T-05	2.0	2100	1605	USF-418	750W-380V-3Ø-60HZ	140	69	4	Und.
Extractor centrifugo simple entrada, transmisión de poleas y faja, UL-762	EC-T-08 AL EC-T-19	2.0	1100	2000	USF-412	600W-380V-3Ø-60HZ	100	70	2	Und.
Extractor centrifugo simple entrada, transmisión de poleas y faja, UL-762	EC-T-06 AL EC-T-07	2.0	1840	1850	USF-416	1200W-380V-3Ø-60HZ	140	70	12	Und.
Extractor centrifugo simple entrada, transmisión de poleas y faja, UL-762	EC-T-01	2.2	4520	1008	USF-324	3HP-380V-3Ø-60HZ	200	70	1	Und.
Inyector centrifugo en linea, transmision de poleas y faja	IC-T-01	2.0	2472	1961	BSQ-140	2HP-380V-3Ø-60HZ	62	67	1	Und.
Inyector centrifugo en linea, transmision directa	IC-T-02	1.0	3842	1725	SQ-160	2HP-220V-1Ø-60HZ	80	69	1	Und.
Inyector centrifugo en linea, transmision de poleas y faja	IC-T-03	2.0	5920	1246	BSQ-240	5HP-380V-3Ø-60HZ	140	67	1	Und.
Inyector centrifugo en linea, transmision de poleas y faja	IC-T-04	2.0	5120	1176	BSQ-240	5HP-380V-3Ø-60HZ	140	66	1	Und.
Extractor centrifugo en linea, transmision directa	EC-P1-01	0.65	1049	1645	SQ-100	200W-220V-1Ø-60HZ	30	55	1	Und.
Extractor centrifugo en linea, transmision directa	EC-P2-01	0.65	1049	1645	SQ-101	200W-220V-1Ø-60HZ	30	55	1	Und.
Extractor centrifugo en linea, transmision directa	EC-P3-01	0.65	870	1505	SQ-102	200W-220V-1Ø-60HZ	30	52	1	Und.
Extractor centrifugo en linea, transmision directa	EC-P3-02	0.65	1016	1617	SQ-103	200W-220V-1Ø-60HZ	30	55	1	Und.
Extractor centrifugo en linea, transmision directa	EC-S4-01	0.60	3765	1463	SQ-160	1500W-220V-1Ø-60HZ	75	64	1	Und.
Inyector centrifugo en linea, transmision directa	IC-S4-01	0.60	3765	1463	SQ-160	1500W-220V-1Ø-60HZ	75	64	1	Und.
Extractor helicoidal, transmision directa	EH-S3-01	1.60	20630	1758	CJHCH-90-4T-10	750W-380V-3Ø-60HZ	160	72	1	Und.
Inyector axial, transmision de poleas y faja	IA-S3-01 AL IA-S3-04	0.35	4400	735	SBS-3H30	3/4HP-380V-3Ø-60HZ	45	68	4	Und.
Extractor centrifugo en linea, equipado con compuerta antirretorno, transmision directa	EC-S1-01 Y EC-S1-02	0.75	180	1350	SP-A390	150W-220V-1Ø-60HZ	12	50	2	Und.
Extractor helicoidal, transmision directa	EH-S2-01	1.50	20630	1758	CJHCH-90-4T-10	750W-380V-3Ø-60HZ	160	72	1	Und.
Extractor centrifugo en linea, transmision directa	EC-S2-01	0.60	1940	1655	SQ-130	600W-220V-1Ø-60HZ	35	61	1	Und.
Extractor helicoidal, transmision directa	EH-S2-02 Y EH-S2-03	0.15	100	2400	EDMF-150	20W-220V-1Ø-60HZ	1	56	2	Und.
Jetfan, transmision directa	JF-S3-01 AL JF-S3-07	—	2350	3312	HCT/IMP-LS-UNI-29	0.55KW-380V-3Ø-60HZ	60	67	7	Und.
Jetfan, transmision directa	JF-S2-01 AL JF-S2-06	—	2350	3312	HCT/IMP-LS-UNI-30	0.55KW-380V-3Ø-60HZ	60	67	6	Und.
Extractor helicoidal, transmision directa	EH-T-01	0.15	100	2400	EDMF-150	20W-220V-1Ø-60HZ	1	56	1	Und.

Anexo 5: Imágenes del modelo BIM del edificio

Cuarto de bombas



Playa de estacionamiento



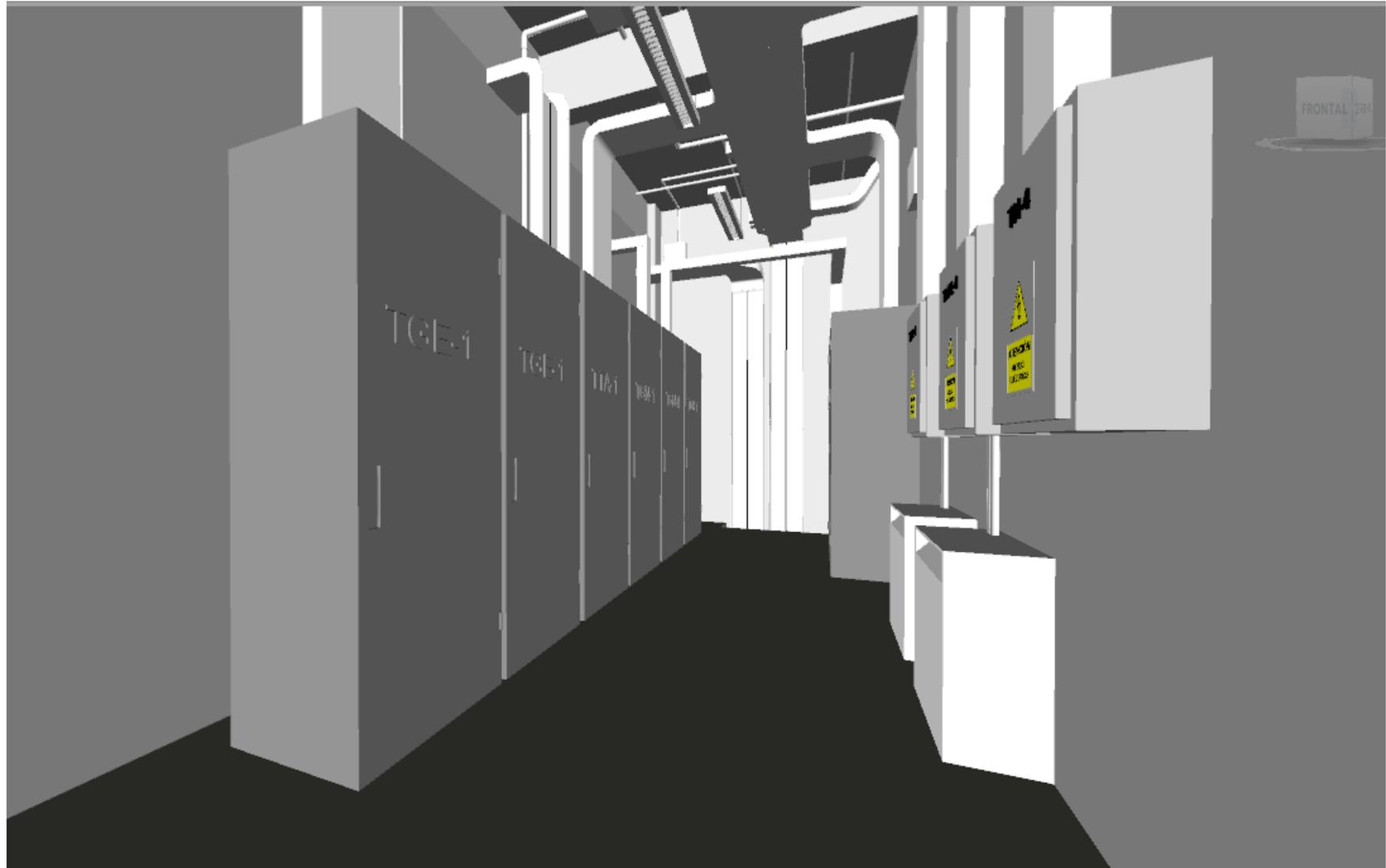


C1(2)-07(-3) : SOTANO 02 -NPT -5.95

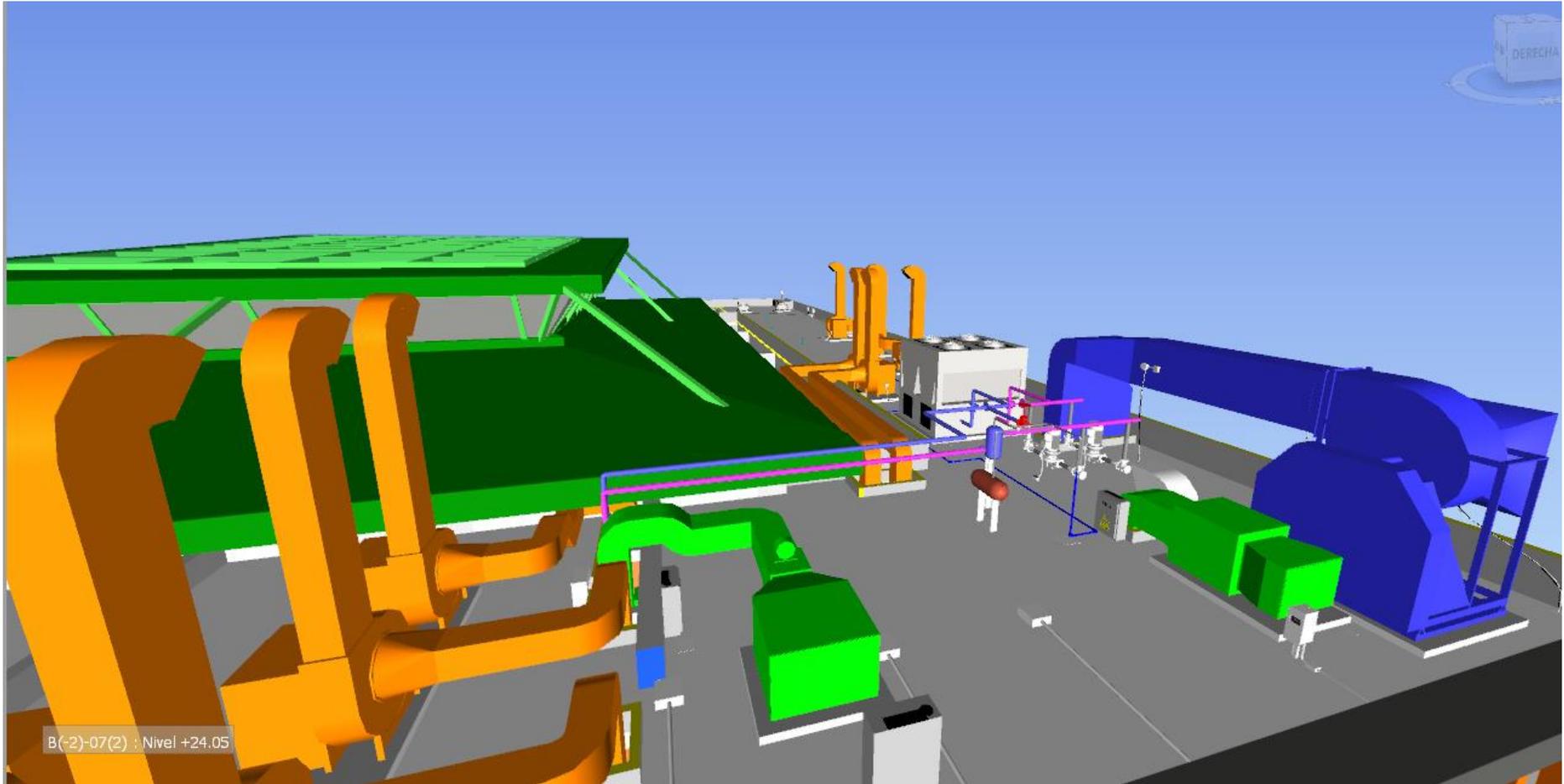
Puesto de venta de galerías de Eco Plaza



Cuarto Eléctrico



Equipos HVAC en techo



Escaleras eléctricas

