

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Metodología Building Information Modeling para mejorar el diseño estructural del proyecto
centro comercial zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas de Apurímac

Presentado por:

Adrián Torres Arrambide

Para optar el título de Ingeniero Civil

Abancay, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Metodología Building Information Modeling para mejorar el diseño estructural del proyecto centro comercial zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – C dtabambas de Apurímac, 2024

Presentado por **Adrián Torres Arrambide**, para optar el título de: Ingeniero Civil

Sustentado y aprobado el 31 de enero de 2025 ante el jurado evaluador:

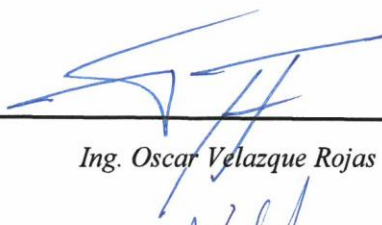
Presidente:


Dr. Joffre Huaman Núñez

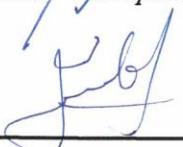
Primer miembro:


Mtro. Rómulo Gómez Noblega

Segundo miembro:


Ing. Oscar Velazque Rojas

Asesor:


Mtro. Diomedes Napoleón Ferrel Sarmiento



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 031-2025

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, la Tesis intitulada: **“Metodología Building Information Modeling para Mejorar el Diseño Estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac, 2024”**, presentado por el Bach: **Adrián Torres Arrambide**, Para optar el Título de **Ingeniero Civil**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud **ACEPTABLE de (20%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 24 de enero del 2025

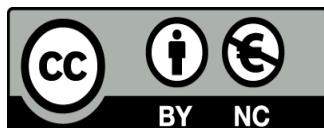

Dr. Lintol Contreras Solas
DIRECTOR(E) DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA

C. c.
Archivo
REG. N°092

Metodología Building Information Modeling para mejorar el diseño estructural del proyecto
centro comercial zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac

Línea de investigación: Ingeniería de la construcción

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 Descripción del problema	15
1.2 Enunciado del Problema	16
1.2.1 Problema general	16
1.2.2 Problemas específicos	16
1.3 Justificación de la investigación	17
CAPÍTULO II	19
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	19
2.1 Objetivos de la investigación	19
2.1.1 Objetivo general	19
2.1.2 Objetivos específicos	19
2.2 Hipótesis de la investigación	20
2.2.1 Hipótesis general	20
2.2.2 Hipótesis específicas	20
2.3 Operacionalización de variables	21
CAPÍTULO III	22
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	22
3.1 Antecedentes	22
3.1.1 Antecedentes internacionales	22
3.1.2 Antecedentes nacionales	25
3.1.3 Antecedentes locales	28
3.2 Marco teórico	29
3.2.1 Metodología BIM	29
3.2.2 Planificación de proyectos de edificaciones BIM	33
3.2.3 Proceso de diseño estructural	38
3.3 Marco conceptual	39
3.3.1 Construcción Tradicional	39
3.3.2 Dimensiones BIM	39



3.3.3 Revit	41
3.3.4 Materiales de Construcción	41
3.3.5 Elementos estructurales	42
3.3.6 PMBOK	43
3.3.7 BIM para el diseño estructural	43
CAPÍTULO IV	44
METODOLOGÍA	44
4.1 Tipo y nivel de investigación	44
4.2 Diseño de la investigación	44
4.3 Población y muestra	44
4.4 Técnica e instrumentos	45
4.5 Procedimiento	34
CAPÍTULO V	46
RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
5.1 Análisis de resultados	35
5.1.1 Definición	46
5.1.2 Redacción de un plan de ejecución BIM (PEB)	46
5.1.3 Contenido de un plan de ejecución BIM (PEB)	49
5.1.4 Formato de un plan de ejecución BIM (PEB)	50
5.1.5 Roles BIM	50
5.1.6 Complicaciones para realizar un PEB	53
5.2 Análisis de influencias del proyecto para coordinar los modelos virtuales y detección de conflictos entre disciplinas	54
5.2.1 Primera etapa: Creación de Modelos BIM del Proyecto	54
5.2.2 Problema central	56
5.2.3 Objetivos	56
5.2.4 Situación actual área del proyecto	56
5.2.5 Modelación de Estructuras	65
5.2.6 Plan de ejecución BIM, en 4D	85
5.3 Discusión	104
CAPÍTULO VI	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
6.1 Conclusiones	106
6.2 Recomendaciones	107



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXOS	111

108
111



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de variable	21
Tabla 2 Características del proyecto	54
Tabla 3 Procesos y sub actividades de la gestión BIM	57
Tabla 4 Objetivos de la gestión de la información BIM	60
Tabla 5 Recursos Informáticos	62
Tabla 6 Matriz de nivel de desarrollo	63
Tabla 7 Entregable del Modelo de información	64
Tabla 8 Indicadores de Rendimiento	64
Tabla 9 Matriz de consistencia	100

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Metodología de trabajo BIM.	30
Figura 2 Aplicaciones de la metodología BIM.	31
Figura 3 Crecimiento por región en la adopción de BIM entre 2010 y 2023	34
Figura 4 Bloque latinoamericano para el análisis de macro adopción de BIM.	35
Figura 5 Diagrama del Plan BIM Perú	37
Figura 6 Secuencia para escribir un BEP	47
Figura 7 Formato de un PEB	50
Figura 8 Modelado en Revit especialidad de estructuras	67
Figura 9 Modelado en Revit planta 1er nivel	67
Figura 10 Modelado en Revit elevación	68
Figura 11 Interfaz de automatización analítica	68
Figura 12 Interfaz Físico analítico para edificios	69
Figura 13 Interfaz de visibilidad de los elementos que conforman el modelo analítico	69
Figura 14 Modelado analítico elementos y nodos analíticos	70
Figura 15 Interfaz de filtros nodos conectados y no conectados	70
Figura 16 Modelo de la estructura y conexión de nodos ya aplicado el filtro	71
Figura 17 Vista de planta conexión de nodos ya aplicado el filtro	71
Figura 18 Configuración de la integración de análisis y el tipo de integración	72
Figura 19 Reporte de los elementos estructurales trasladados a Robot	72
Figura 20 Interfaz de trabajo del programa de Robot Estructuras	73
Figura 21 Modelo de elementos estructurales	73
Figura 22 Ventana analítica de los elementos estructurales	74
Figura 23 Discretización de los elementos a través de los elementos finitos	74
Figura 24 Mala configuración y corrección de enmallado	75
Figura 25 Mala configuración y corrección de enmallado	75
Figura 26 Separación de elementos estructurales por colores	76
Figura 27 Interfaz de la configuración de unidades de medida de dimensiones	76



Figura 28	Interfaz de la configuración de unidades de medida de Fuerza	77
Figura 29	Propiedades físicas y mecánicas del concreto y acero	77
Figura 30	Selección de las bases de las columnas	78
Figura 31	Interfaz del tipo de apoyo seleccionado para la estructura	78
Figura 32	Apartado de cargas para tipo de edificación Norma E020	79
Figura 33	Creación de carga tanto Viva y Muerta	80
Figura 34	Interfaz de asignación de carga muerta en la estructura	80
Figura 35	Asignación de carga muerta	81
Figura 36	Cargas en paneles de techo carga muerta	81
Figura 37	Cargas en paneles de techo carga viva	81
Figura 38	Peso de cada elemento estructural	83
Figura 39	Asignación de diafragmas rígidos a losas	84
Figura 40	Interfaz de asignación de diafragma rígido	84
Figura 41	Creación de la carga modal	85
Figura 42	Asignación de porcentaje de masa	86
Figura 43	Análisis de creación de nuestro espectro de diseño eje x	86
Figura 44	Creación del primer caso de carga espectral eje x	87
Figura 45	Mapa geográfico de zonas sísmicas del Perú	88
Figura 46	Tabla de valores de acuerdo con cada zona	88
Figura 47	Valor del perfil del suelo y zona sísmica	89
Figura 48	Tabla de valores de TP Y TL	89
Figura 49	Tabla de valores de importancia de edificación	89
Figura 50	Tabla de valores de reducción sísmicas	90
Figura 51	Resultados de la cortante basal para el análisis sísmodinámico	90
Figura 52	Colocación de espectro de diseño de acuerdo con cálculos ejex	90
Figura 53	Dirección de análisis eje x	91
Figura 54	Colocación de espectro de diseño de acuerdo con cálculos eje y	92
Figura 55	Dirección de análisis eje y	92
Figura 56	Interfaz de modos de carga	93
Figura 57	Isométrico 3D	93

Figura 58	Informe de conflicto entre las especialidades de Estructuras e IISS	94
Figura 59	Conflictos de mayor relevancia entre Estructuras e IISS	94
Figura 60	Interferencia columna y puerta	95
Figura 61	Interferencia claraboya y muro portante	95
Figura 62	Interferencia columna y mueble de cocina	96
Figura 63	Mueble mal empotrado en columna	96
Figura 64	Acero mal colocado en puerta	97
Figura 65	Marco de ventana mal empotrado en columna	97
Figura 66	Marco de puerta mal empotrado en columna	98
Figura 67	Interferencia viga puerta	98
Figura 68	Interferencia columna y repostero	99
Figura 69	Interferencia columna puerta	99
Figura 70	Interferencia columna y repostero de cocina	100
Figura 71	Interferencia marco de ventana y columna	100
Figura 72	Tubería mal colocada en viga	101
Figura 73	Interferencia marco de ventana y viga	101
Figura 74	Interferencia marco de ventana y muro portante	102
Figura 75	Interferencia repostero alto con columna	102
Figura 76	Interferencia drenaje y acero	102

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia la industria de la construcción dejó de usar herramientas manuales a usar diseños digitales usando aplicaciones CAD, desde entonces no ha tenido un despliegue favorable ya que se seguía dibujando de forma geométrica y no paramétrica. y esto perjudicaba a la evaluación de actividades estructurales antes de construir una edificación.

Es por eso que las nuevas metodologías de modelado paramétrico en tres dimensiones, también conocidos como metodología BIM por sus siglas en inglés Building Information Modeling o modelado de información de la construcción. Incluye un nuevo enfoque para la elaboración de proyectos de ingeniería, que difiere de la forma habitual o habitual de trabajar con planos bidimensionales, edificios, estructuras y objetos que son elaborados por separado por diferentes participantes del proyecto; por otra parte, en este nuevo enfoque, el trabajo se ha realizado sobre un único modelo en 3D que contiene información de todos los campos mencionados que serán proporcionada por cada uno de los participantes implicados en el proyecto.

En cuanto al diseño metodológico, el estudio es cualitativo no experimental, transaccional ya que no pretende cambiar variables, e igualmente aplicado, ya que busca aportar soluciones a problemas y nuevas formas de trabajar en la industria de la construcción. Tiene un nivel descriptivo porque el propósito será describir las variables y datos que nos brindaran los programas que se utiliza como como herramienta de análisis.



RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es investigar y demostrar la influencia de la integración de la metodología BIM (Modelado de Información de Construcción) en la planificación y coordinación de proyectos de ingeniería estructural. Este estudio se enmarca en una investigación aplicada, con enfoque cualitativo, se trata de una investigación de tipo aplicada y de nivel descriptivo. Se empleó el método no experimental para evaluar la influencia de la metodología BIM en la elaboración de modelos 3D, planificación 4D y coordinación de modelos virtuales en el proyecto centro comercial zonal de Palccaro - Checchecalla del barrio de Palccaro Tambobamba del distrito de Tambobamba - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac. Se utilizó un cuestionario estructurado como principal instrumento de recolección de datos, diseñado para evaluar la información y datos del expediente técnico que se tomó como muestra en esta investigación, en relación con la aplicación de la metodología BIM en proyectos de ingeniería estructural. Los resultados indicaron que la utilización de software como Robot Structural en la elaboración de modelos 3D con ingeniería de detalle facilita la precisión y eficiencia en el diseño estructural. Asimismo, se encontró que la planificación 4D mediante el uso de BIM contribuye significativamente a fortalecer el plano estructural del proyecto al permitir una mejor visualización y coordinación de las actividades de construcción en el tiempo. Además, la coordinación de modelos virtuales y la detección de conflictos entre arquitectura y estructuras a través de modelos federados en Navisworks se identificó como una práctica clave para optimizar la colaboración y evitar errores durante la ejecución del proyecto.

Palabras clave: *Building information modeling, navisworks, robot structural, planificación 4D, ingeniería estructural.*



ABSTRACT

The main objective of this work is to investigate and demonstrate the influence of the integration of BIM (Building Information Modeling) technologies in the planning and coordination of structural engineering projects. This study is part of an applied research, with a mixed approach that combines qualitative and quantitative elements. It is an exploratory and descriptive research. The experimental method was used to evaluate the influence of BIM technologies in the preparation of 3D models, 4D planning and coordination of virtual models in the Palccaro - Checchecalla zonal shopping center project in the Palccaro Tambobamba neighborhood of the Tambobamba district - Cotabambas province - Apurímac department. A structured questionnaire was used as the main data collection instrument, designed to evaluate the perception and experience of the participants in relation to the implementation of BIM technologies in structural engineering projects. The results indicated that the use of software such as Robot Structure in the preparation of 3D models with detailed engineering facilitates precision and efficiency in structural design. Likewise, it was found that 4D planning through the use of BIM contributes significantly to strengthening the structural plan of the project by allowing better visualization and coordination of construction activities over time. Furthermore, the coordination of virtual models and the detection of conflicts between architecture and structures through federated models in Navisworks was identified as a key practice to optimize collaboration and avoid errors during project execution.

Keywords: *Building information modeling, navisworks, robot structural, 4D planning, structural engineering.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

A lo largo de los años hemos visto edificaciones en donde en el diseño estructural de los planos y la realidad no han sido bien ejecutados por los diversos errores en los planos en 2D es por eso que con la ayuda de la metodología BIM creemos cubrir estos errores.

A nivel del mundo se vienen utilizando todavía modelos de información en 2d en las etapas de diseño de proyectos de infraestructuras y edificaciones. Por lo cual con esta metodología de trabajo se presenta varios problemas, durante las fases del proyecto como evaluación y formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Debido a las inconsistencias, principalmente en los planos de estructuras, se encontraron aún más incompatibilidades desde la fase de diseño hasta las operaciones y la ejecución de hoy, lo que provocó un colapso en esta área, cambiando la ejecución completa de las operaciones que haya una mayor uso de recursos que finalmente resulto en pérdidas financieras para una constructora podría haberse evitado mediante el uso de los planes de ejecución BIM, que describían procedimientos estructurados para estimular la planificación, el buen diseño estructural y mayor coordinación entre los involucrado en la ejecución del proyecto.

En el Perú a lo largo de los años las construcciones en edificación e infraestructuras se vienen realizándose con métodos tradiciones. Las instituciones públicas y empresas públicas que dependen del tesoro público peruano vienen ejecutando sus expedientes técnicos en la etapa de diseño aplicando el usando del software de 2D en todas sus especialidades y a la vez cada especialidad trabaja a su propio método por lo que la comunicación durante el desarrollo no es fluida, lo cual se genera diversos errores en el diseño de los planos, lo cual ocasiona como consecuencia las adicionales de obra durante la ejecución, generando retrasos y ampliaciones presupuestales.

En las entidades locales se vienen actualmente usando en sus diseños estructurales o arquitectónico software en 2D lo cual conllevan muchos errores estructurales, que estos errores conllevan a las modificaciones de los planos generando nuevas partidas, mayores



metrados y estos adicionales de obras, generan ampliación de plazos e incremento de presupuesto durante la fase de la ejecución del proyecto. cuando el proyecto es ejecutado por contrata se ven las controversias entre la entidad contratante y la entidad contratado por las deficiencias del expediente técnico. Como consecuencia hay paralizaciones de la obra y esto genera molestias a la población beneficiaria.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo la Metodología Building Information Modeling podría mejorar en el diseño estructural del proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo podría la creación de un modelo 3D con ingeniería de detalle en Robot Structural impactar en la calidad del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac?
- ¿Qué efectos podría tener la implementación de un plan de ejecución BIM y la planificación 4D en la optimización del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac?
- ¿De qué manera podría la coordinación de modelos virtuales y la detección de conflictos entre la arquitectura y la estructura mediante un modelo federado en Navisworks favorece a la mejora del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac?

1.3 Justificación de la investigación

Con la metodología BIM se reducirá errores estructurales a comparación de los métodos tradicionalmente, que estos métodos se generaban modificaciones de los planos generando nuevas partidas, mayores metrados y estos adicionales de obras generan ampliación de plazos e incremento de presupuesto durante la fase de la ejecución del proyecto. cuando el proyecto es ejecutado por contrata se ven las controversias entre la entidad contratante y la entidad contratado por las deficiencias del expediente técnico lo cual conllevan a la paralización de la obra generando molestias a la población beneficiaria. lo cual es la complejidad de utilizar modelos de información en 2D.

Con la metodología BIM que ha consolidado herramientas de modelado en 3D, 4D en la industria de la construcción. donde estas herramientas beneficiaran a las entidades públicas, instituciones privadas o entre otros sectores que se dedican a trabajar en el sector de la construcción. En términos de trabajo colaboración, presión de los modelos de información y eficiencia a la vez con estas herramientas tienen la capacidad de detectar errores o interferencias de los sistemas estructurales con otros modelos de las diferentes especialidades como arquitectura, instalaciones sanitarias, etc. Al trabajar en modelos 3D nos proporciona una mejor visualización del proyecto de todas las especialidades, para realizar las revisiones y las coordinaciones necesarias durante la fase de diseño, para realizar las revisiones, coordinaciones y la detección de las colisiones entre el sistema estructural y otros elementos de la edificación (CORONADO, 2020).

Además, para su análisis y diseño de las estructuras de las edificaciones se vienen usando tradicionalmente diferentes softwares ya se para su diseño y análisis. En muchos casos no tienen la capacidad de la interoperabilidad de estas herramientas lo cual genera pérdida de información durante la colaboración de la información. Donde rara veces se encuentran modelos virtuales que en una sola herramienta se pueden diseñar y analizar la estructura y a la vez incluyan un diseño de refuerzo detallado de estructuras de concreto armado y entre otros sistemas. Por esta razón, este estudio se centrará en determinar la influencia de la Metodología Building Information Modeling para mejorar el diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac. Mediante las herramientas de los modelos tridimensionales. Además, la detección de los conflictos o interferencias en la etapa de diseño de los

diferentes disciplinas es difícil de detectar debido a que los planos se encuentran en 2D y en su mayor parte los planos no se encuentran bien detallado. Por esta razón en este estudio se aplicará herramientas de softwares en 3D que tienen la capacidad de detectar conflictos o interferencias de los diferentes disciplina y también estas herramientas nos proporcionara en la visualización de los elementos en tres dimensiones (ATENCIO, 2019)

El uso de planos 2D en la etapa de diseño sigue siendo una práctica común en el sector de la construcción, tanto a nivel mundial como nacional y local. Sin embargo, esta metodología presenta importantes limitaciones que afectan la calidad, eficiencia y competitividad de los proyectos. A nivel global, la transición hacia tecnologías avanzadas como el modelado 3D y BIM es cada vez más evidente, pero en países como Perú y especialmente en regiones locales, la adopción de estas herramientas sigue siendo baja debido a barreras económicas, culturales y educativas. Superar estos desafíos requiere inversión en capacitación, acceso a tecnología y políticas que incentiven la modernización del sector de la construcción.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Determinar la Metodología Building Information Modeling que podría mejorar el diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar cómo podría la creación de un modelo 3D con ingeniería de detalle en Robot Structural impactar en la calidad del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.
- Determinar los efectos que podría tener la implementación de un plan de ejecución BIM y la planificación 4D en la optimización del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.
- Determinar la coordinación de modelos virtuales y la detección de conflictos entre la arquitectura y la estructura mediante un modelo federado en Navisworks favorece a la mejora del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.



2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

La metodología Building Information Modeling contribuye significativamente para mejorar el diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.

2.2.2 Hipótesis específicas

- La creación de un modelo 3D con ingeniería de detalle en Robot Structural contribuye significativamente para impactar en la calidad del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.
- La implementación de un plan de ejecución BIM y la planificación 4D contribuye significativamente en la optimización del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.
- La coordinación y la detección de conflictos entre la arquitectura y la estructura contribuye significativamente mediante un modelo federado en Navisworks favorece a la mejora del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.



Operacionalización de variables Tabla 1 — *Operacionalización de variables*

Variables		Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
INDEPENDIENTE	Metodología BIM	Técnica de modelar un edificio en tres dimensiones, incluyendo toda la información necesaria para analizar, definir, documentar y operar el proyecto durante su vida útil.	Plan de Ejecución BIM	Uso BIM: Planificación 4D
			Calidad del modelo	Parametrización del Modelo
			Solución de Interferencias	Reporte de Colisiones e Interferencias
DEPENDIENTE	Diseño Estructural	Las estructuras y las especialidades para que puedan continuar sin esperar a que el diseño arquitectónico esté completamente terminado. Es decir, se generan modelos de información 3D individuales que se integran en un modelo central, el que permite intercambios de información y coordinación de datos y errores a tiempo.	Análisis del proyecto	Análisis Robot Structures
			Identificación y evaluación de interferencias	Programa Navisworks
			Creación del desarrollo estructural	Simulación 4D en Navisworks

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 Antecedentes internacionales

Según PÉREZ (2022) en su trabajo de investigación titulado “metodología BIM en el diseño estructural de edificaciones de concreto reforzado y de estructura metálica en Guatemala” su objetivo principal es emplear la metodología BIM en el diseño estructural con el objetivo de identificar las ventajas y desventajas de su aplicación en el desarrollo de edificaciones de concreto reforzado y estructuras metálicas en Guatemala, tomando como referencias normativas internacionales. Donde concluye con este trabajo la metodología BIM puede integrarse al diseño estructural en Guatemala para edificaciones de concreto reforzado y estructuras de acero, generando beneficios en las diferentes etapas de la ingeniería estructural. Se propone un flujo de trabajo para el diseño estructural de estos tipos de edificaciones, basado en una propuesta arquitectónica que incluye desde el pre dimensionamiento estructural hasta la generación de documentación como planos, cantidad de los materiales, y el dinamismo que tiene para la actualización de los datos en tiempo real. aprovechando la interoperabilidad entre softwares paramétricos.

En el trabajo de investigación (SÁNCHEZ ET AL., 2020) titulado “Análisis de la implementación de metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos”, se realizó una metodología exploratoria de campo donde se proporcionó datos cuantitativos y cualitativos obtenidos de entrevistas en empresas de construcción. Estos datos se combinan cuando IDM distribuye información manual, luego crea un mapa de proceso que identifica problemas en el proceso de implementación de BIM, lo que confirma un cambio de paradigma en la nueva capacitación especializada que involucra la construcción, el diseño, construcción y el uso de proyectos de los mismos. En este

contexto, el propósito del estudio fue identificar el nivel de uso de los métodos BIM en el proceso de construcción con datos reales, así como los posibles problemas y aspectos relacionados con los trabajadores en la práctica de desarrollo de la tecnología BIM. Las actividades se basaron en estudios de casos de cada uno de ellos. Las entrevistas se realizaron en grupos con un enfoque para identificar los procesos que están funcionando actualmente, que se evidencian en los problemas de cambiar el método BIM en la situación. El IDM fue de gran utilidad en el proceso de recolección de datos de forma organizada, y brindó información importante para crear un mapa de procesos a partir de la estrategia de identificación, flujo, actividad, distribución y agentes que se encuentran en el campo de las cuatro etapas.

En la Universidad de La Salle, (AMAYA Y SIERRA, 2021) realizaron una investigación denominada “Análisis de comparación con la metodología BIM en proyecto de vivienda multifamiliar en el municipio de Acacias – Meta”, donde realizaron un proyecto de investigación que examinó la contribución de los sistemas BIM en Colombia y específicamente a la ciudad de Acacias - Meta, a través de la recopilación de antecedentes y análisis de estudios previos sobre la implementación y el diseño del proyecto Acacia. Se realizaron análisis objetivos y comparativos entre BIM y los métodos tradicionales, además se hicieron recomendaciones que pueden reducir el impacto en la planificación del proyecto. El propósito de este trabajo fue desarrollar los resultados obtenidos por métodos BIM y compararlos con los métodos tradicionales para vivienda plurifamiliar en la ciudad de Acacias Meta, teniendo en cuenta el costo y volumen de producción. Asimismo, se recopiló información del proyecto para crear modelos 3D en el software REVIT, también se obtuvo dimensiones y presupuestos precisos con BIM, produciéndolos con PRIMUS. Luego se comparó el presupuesto total del proyecto derivado a través del modelado BIM con el presupuesto obtenido utilizando métodos tradicionales. Y finalmente al comparar los dos métodos, se pudo encontrar que existen ciertas diferencias en ciertos factores que lo afectan directamente, como la cantidad, el objeto o actividad a evaluar y el precio. Entonces al comparar estos componentes se encontraron pequeños porcentajes de variación, estos elementos afectan el cambio en el costo total de los gastos directos y por ende el presupuesto total.



También realizando la comparación entre cuantías se observa diferencias que van desde el 0,01% al 5%, lo que demuestra que todo está cuidadosamente planificado, en el caso de BIM o al tomar sumas utilizando el método 2D, no se mostró desviaciones, por lo que en ese caso se utilizan ambos métodos para calcular la relación.

A continuación (TREJO, 2019) en su tema de tesis “Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción”, realizó una investigación a través de revisiones de literatura, entrevistas con gestión de proyectos y empresas de gestión de proyectos; encuestas a empresas de diseño y construcción e investigaciones sobre varios proyectos con actividades de planificación y gestión. Este trabajo se basó en cómo se puede utilizar el método BIM para tareas de gestión de proyectos en actividades de diseño y construcción. Los principales resultados muestran que el análisis de la información no cambia la gestión de proyectos, sino que es una herramienta disciplinada que produce cambios en los procesos de diseño y gestión de proyectos en función de la naturaleza del proyecto. El principal uso de BIM en la gestión de proyectos fue la recopilación y gestión de la información del proyecto, que es fundamental para su uso en la planificación y los proyectos de inversión. Además, el modelo BIM fue y es una herramienta útil para mejorar el proceso de comunicación entre las partes interesadas. Finalmente, se recomendó considerar el uso de BIM desde el inicio del proyecto, para definir el plan y los procesos de gestión adecuados para lograr su éxito y obtener los beneficios de la implementación del método.

Según RODRÍGUES (2021) en su investigación titulada “Implementación de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto estructural de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Tunja”, ejecuta un proceso documentado con soporte visual, y en cada paso por parte de los diseñadores se puede visualizar una guía práctica que incluye planos horizontales, 3D, detalles constructivos, despieces y medidas concretas. El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo 3D del proyecto de diseño de un edificio de 7 apartamentos y 4 pisos en Tunja con el



software BIM Revit 2020 y la barra de extensión Naviate 2020. La implementación del método BIM se desarrolló con éxito en el proyecto de diseño del edificio de varios apartamentos, lo que ha dado como resultado un modelo BIM adecuado para compartir los resultados del tiempo, la planificación del trabajo de construcción y el alcance del trabajo; las empresas llevan a cabo el proceso de diseño, fabricación y operación. Los videos creados sientan un precedente para la metodología BIM y permiten medir la escala alcanzada por los modelos 3D en este tema y otros, incentivando así a las partes involucradas a experimentar el uso del software BIM y poder mejorar una tienda de aplicaciones de Autodesk App Store para que simplifique los flujos de trabajo BIM con el objetivo de usarlo para proyectos futuros.

3.1.2 Antecedentes nacionales

En la Pontificia Universidad Católica del Perú, (LEZAMA, 2019) realizó un tema de tesis titulado “Influencia de la Ingeniería de Detalle en la Programación de la Etapa de Estructuras de un Proyecto de Edificación”, donde desarrolló un marco teórico en el capítulo 2, para la ingeniería de detalle, la planificación de la construcción y BIM. Luego presentó la literatura existente sobre la integración de estos temas. La Sección 3 detalla el método tradicional para la habilitación y disposición del acero. Los datos se recopilaron a través de visitas técnicas a proyectos en curso. Se describen los procesos tradicionales de flujo de datos, las desventajas y las oportunidades de mejora, utilizando BIM. Luego, las secciones 4 y 5 presentan la simulación de la planificación de lotes de acero utilizando BIM. Para ello se desarrolló un modelo virtual 3D utilizando Tekla a nivel de detalle LOD400, y se implementó programación de líneas de flujo y Takt-time en la oficina de Vico Office. El propósito de este artículo es determinar el impacto de la ingeniería de detalles de refuerzo utilizando herramientas BIM, técnicas de programación LBMS y Takt – time. Finalmente, las Secciones 6 y 7 discuten los resultados y conclusiones del impacto de la ingeniería a detalle del acero, desarrollada en BIM dentro de la planificación de edificios.

Siguiendo con (ZABALAGA, 2021) en su tesis “Implementación de un plan de ejecución BIM (PEB) en el consorcio victoria para la ejecución de proyectos, Tacna – 2021”, presentó una investigación de tipo descriptivo, de diseño documental y nivel comprensivo, debido a que la información se obtiene de los documentos de tres proyectos que se consideran como población, los cuales fueron analizados y procesados, lo que dio como resultado el desarrollo de un modelo estándar de ejecución BIM para su implementación y aplicación en la realización de futuros proyectos del Consorcio Victoria. Por ello, la tesis se presentó con el objetivo de proponer un Modelo de Plan de Implementación BIM para su implementación en el Consorcio Victoria con el fin de mejorar la eficiencia en la ejecución del proyecto. Gracias al producto del análisis y procesamiento documental de los proyectos analizados, se logró redactar un modelo de plan de implementación BIM en el cual se describen los procedimientos estructurados a seguir para favorecer la planificación y comunicación de los involucrados, así como la estandarización de documentos relacionados con proyecto, en el que se utilizaron metodologías de trabajo BIM. Por lo tanto, la implementación y uso del plan de desempeño BIM en el consorcio Victoria tuvo un impacto favorable en la entrega de proyectos futuros. Como resultado de la investigación realizada se concluyó que el nivel de madurez del BIM desarrollado en la página web de Ingeniería Asistida por Computador S.A.S. obtuvo una puntuación inferior al 25 %, lo que hace que el nivel de madurez BIM sea cero, pero el primer nivel podría lograrse mediante la implementación del plan de ejecución BIM en el consorcio Victoria.

Según SEGUNDO (2021) en su tesis “Proceso de diseño estructural con la metodología BIM en la etapa de planificación de un proyecto en una edificación multifamiliar de seis niveles y un semisótano ubicado en el distrito de Ate Vitarte – Provincia y departamento de Lima”, diseña una investigación con enfoque cuantitativo, no experimental, de corte transversal porque no pretende cambiar variables, además fue de tipo aplicada porque trata de resolver problemas de negocios con una forma creativa e inventa nuevas formas de cooperación. Tiene un nivel descriptivo ya que narra el proceso de implementación, y es correlacional, ya que trata de ver cómo uno afecta al otro a través de la vinculación de variables. El



objetivo fue aplicar la metodología BIM al proceso de diseño estructural en la etapa de planificación de un proyecto de edificio multifamiliar de seis niveles y media planta en la zona de Ate Vitarte – provincia y departamento de Lima. Como resultado, el proceso de diseño estructural pasó de ser un proceso con información fragmentada y no colaborativa a un flujo de trabajo centralizado de información derivada del análisis y diseño dentro de un único modelo BIM. De esta forma, el modelo BIM se convirtió en un intercambio de información entre otros profesionales, que tratan de consultar y utilizar su información para avanzar en las etapas más adelantadas del proyecto.

En su investigación (ATENCIO, 2019) denominada “Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio Huanuquillo – Tarma”, utiliza una metodología de modelo aplicativo, con enfoque cuantitativo, y paradigma positivista; donde utiliza un diseño no experimental de nivel explicativo y muestreo aleatorio. La población estuvo constituida por 196 ítems y la dimensión de muestra se seleccionó mediante una fórmula general dando como resultado 130 ítems, el método de muestreo utilizado fue empírico. Se utilizó el método de observación y la documentación técnica, donde fue manipulado como herramienta de recolección de datos. El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la implementación del método BIM en la optimización de los elementos definidos dentro de la arquitectura, construcción, cableado y limpieza del edificio del centro cívico, en términos de metros, costos y tiempo. En general, la variación entre 82 piezas en la medición, corresponde al 63,08% del total de las piezas del proyecto, en el precio se encontró un incremento de S/.48.090,41, que corresponde al 7,36% del valor total del proyecto, según el registro. El tiempo durante el cual dio un aumento fue de 72 días, correspondiente al 8,28% del tiempo total de trabajo según los registros, también se mostró un aumento de 31 días en el plan, o el 11,48% de todos los planes. Al final, se confirmó que incluso si no hay una reducción en los costos y el efecto del tiempo, sin duda, es posible saber los números exactos que se convierten en resultados positivos que confirman que, sí hay una influencia positiva en la aplicación del método BIM dentro de la construcción en un centro comunitario en Huanuquillo.



En su trabajo de investigación (CONDORI, 2020) titulado “Análisis y diseño estructural de una edificación de 5 pisos de concreto armado mediante la aplicación de la metodología Bim en el distrito de Tacna” Su objetivo principal de su investigación es determinar el análisis y diseño de la parte estructural de un edificio de 5 niveles del sistema de concreto armado aplicando la metodología Building Information Modeling (BIM), donde concluye que se logró la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en el análisis y diseño de la estructura donde permite el control en la etapa de diseño. Al vincular los diferentes modelos de cada especialidad en un único modelo se detectaron interferencias en la fase de diseño o estructuración, donde el modelo analítico se realizó en el software de Revit para luego pasar al software de Etabs para analizar y diseñar de estructura de la edificación de 5 niveles. Al modelar con la metodología BIM se obtiene una estructuración detallada y precisa en la cuantificación de los materiales, reduciendo el tiempo en las elaboraciones de las documentaciones ya sea para la producción de los planos, cuantificación de los materiales, etc.

3.1.3 Antecedentes locales

Según PILLACA Y SAAVEDRA (2022) en su tesis titulada “Aplicación de la Metodología BIM, para la Optimización del Diseño Geométrico de la Vía Evitamiento de Abancay – Apurímac, 2022” La investigación realizada tuvo como objetivo principal demostrar que la implementación de la metodología BIM mejora la optimización del diseño geométrico de la vía Evitamiento de Abancay, ubicada en Apurímac, durante el año 2022. Para ello, se utilizó una metodología de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y un diseño no experimental de tipo transversal descriptivo. El estudio se centró en un tramo específico del proyecto “Vía de Evitamiento” en Abancay, distrito y provincia del departamento de Apurímac, abarcando una muestra de 8 km de longitud, desde el kilómetro 0+000, ubicado en el grifo Wari (desvío de la carretera Panamericana Sur Abancay – Chalhuanca), hasta el kilómetro 08+000, en el distrito de Tamburco. Las técnicas empleadas incluyeron exploración de campo, revisión de planos y bibliografía, observación directa, y el diseño geométrico fue realizado mediante el software



ISTRAM® BIM. Los resultados demostraron que la aplicación de la metodología BIM permite generar un presupuesto realista, acorde con los metrados adicionales obtenidos a través de la simulación 4D (tiempo). Esto provoca un ajuste eficiente del presupuesto inicial, evitando procesos redundantes que, en el futuro, podrían derivar en extensiones de plazos y aumentos presupuestarios durante la fase de ejecución del proyecto. En concreto, se identificó un incremento del costo directo total del 6.94%, pasando de S/7,164,095.88 (costo con el método tradicional) a S/7,661,235.42 (costo con el método BIM), con una diferencia de S/497,139.54.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Metodología BIM

BIM es un método que consiente en la creación de modelos digitales que gestionen todos los requisitos del proyecto. Los proyectos creados con un modelo BIM contienen objetos y materiales reales para ser construidos con todas las características, geometrías y costes. El uso de este método requiere programas informáticos especializados que hagan que el proceso sea preciso y pueda almacenar toda base de datos del proyecto. El enfoque BIM se basa en la necesidad de incrementar la precisión, la eficiencia, la renta, la actividad, así como también menguar el costo, el tiempo, las interrupciones, los errores, etc. (BILBAO, 2019)





NOTA

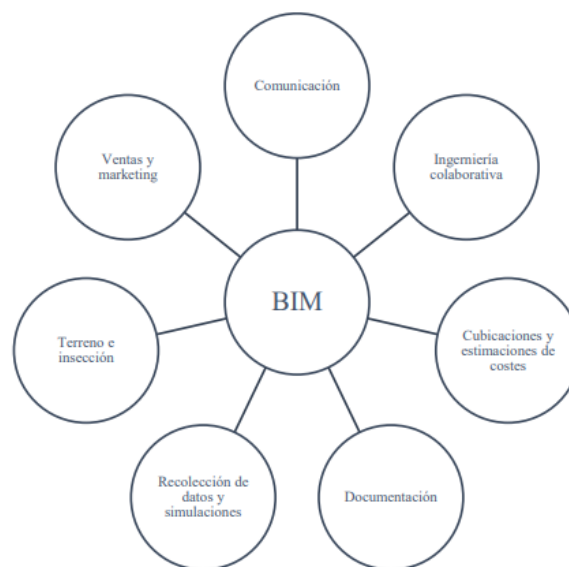
La figura muestra la sistemática de BIM. Adaptado de Metodología de trabajo BIM.

FUENTE: A. E. Bilbao, 2019, (<https://repositorio.usm.cl/handle/11673/48900>)

Figura 1 — Metodología de trabajo BIM

3.2.1.1 Aplicación de la metodología BIM

La aplicación BIM tiene muchas cualidades que la hacen flexible para su uso en diferentes proyectos, algunas de sus aplicaciones dentro de los planes son:



NOTA

La figura muestra las atenciones de la sistemática BIM. Adaptado de Aplicaciones de la metodología BIM.

FUENTE: N. A. Trejo, 2019,

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168599>)

Figura 2 — Aplicaciones de la metodología BIM

- Comunicación: BIM puede cambiar la forma en que se presentan o comunican los modelos. Conjuntamente, existen varios softwares de modelado de datos como conductos de noticias para cumplir con varios requisitos.
- Cooperación: El plan de cooperación consiste en la transferencia de información, la solución de dudas y la disputa de medios comunes. BIM cuenta con tableros y métodos de manipulación de modelos que aseguran que esta interoperabilidad no se pierda.
- Cotización y estimación de costes: Los modelos BIM permiten el cálculo de precios y cotizaciones de componentes y materiales gracias a los datos.

- Documentación: BIM permite el almacenamiento y creación de documentos. La pesquisa está agrupada, sin diferentes versiones y actualizaciones dentro del proyecto, es fácil y rápido de encontrarlo.
- Recopilación de datos y simulación: la recopilación de datos está agrupada y tiene que ser apoyada. Estos datos también pueden ser procesados a través de redes físicas públicas o plataformas en la nube. Dado que se puede distribuir mucha información entre los componentes, se pueden ubicar en diferentes escenas y se puede encontrar el medio más adecuada, por ejemplo, en la elección de materiales o equipos, parámetros de construcción, en el sitio o prefabricados. Estos disimulos se pueden usar para análisis de energía, impactos ambientales, planificación de mantenimiento, costos, cronogramas y más. (TREJO, 2018)

3.2.1.2 Beneficios del uso de la metodología BIM

El empleo de BIM trae muchos beneficios en términos de gestión y procesos de producción. Estos beneficios son de mediano a largo alcance, ya que el desarrollo y uso de BIM conllevan sus propios costos y desafíos. (TREJO, 2018)

3.2.1.3 Implementación y orientación BIM

Debido al período de ajuste requerido, la implementación de la metodología debe depender en parte de la capacitación recibida y los cambios organizacionales dentro de la empresa, que por lo tanto deben ser respetados para poseer éxito en este proceso. Una buena sistemática puede producir modelos BIM con información clara y confiable que se pueden integrar en cualquier etapa del proyecto. Cualquiera que sea la naturaleza y características del proyecto, esta operación requiere un proceso de adaptación de duración variable, dependiendo de factores internos, principalmente por el número de partes involucradas. Necesita crear los alicientes educados y ver cómo se funda el plan. Los favores de los cambios de ingeniería asentados en modelos BIM son primariamente

beneficios a largo plazo, por lo que no tiene sentido buscar beneficios inmediatos a corto plazo, dadas las condiciones de trabajo que se desea conservar. (ALIAGA, 2021)

3.2.2 Planificación de proyectos de edificaciones BIM

3.2.2.1 Métodos de programación BIM

Desde una perspectiva de planificación, la programación se convierte en la parte más importante del proyecto. Esto se debe a que todas las actividades deben planificarse y proyectarse sistemáticamente y la implementación debe tener un alcance para que los recursos necesarios estén disponibles. De una manera que satisfaga las necesidades y requisitos del comprador y del grupo del proyecto. Hay muchos métodos de planificación que son comunes en la industria de la construcción hoy en día. Hay varios enfoques basados en tareas, tales como Metodología de enrutamiento predictivo (CPM) y tecnología de revisión y evaluación de programas (PERT), más recientemente, también diligencias basadas en aplicaciones como Balance Line (LOB), Takt time scheduling, Flow line y labor Management System (LBMS). (LEZAMA, 2019)

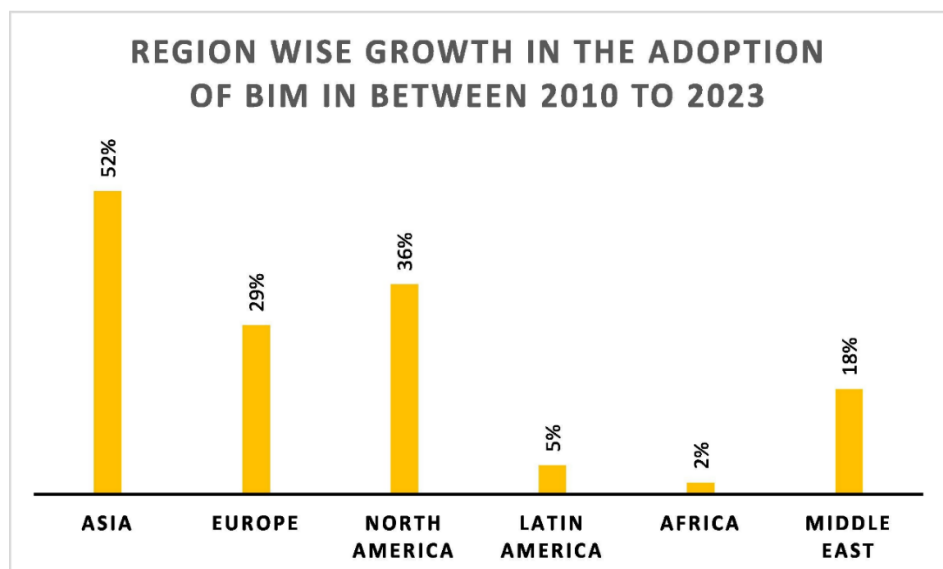
3.2.2.2 Flujos de información de proyectos en edificación

Para comparar el rendimiento, se crea un diagrama de flujo detallado (VSM) para cada causa y se ejecuta un ciclo final de subpasos que representan una evaluación de la implementación del diagrama de flujo. Además, la teoría lineal nos permite comprender las pequeñas diferencias de paso y cómo afectan el tiempo total para llegar al producto final. El VSM es una excelente manera de monitorear, registrar y controlar todo el proceso de obtención de un producto, identificando actividades que no añaden importe a su proyecto y eliminando la mayoría de los desperdicios. Además, muestra una lista de prontitudes, pesquisa, actividades de los trabajadores y herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de trabajo. Por lo tanto, su uso en los flujos de procesos es importante ya que

representa todo tipo de procesos y flujos, como personas, productos, información, equipos, herramientas, fabricantes e ingenieros. (LEZAMA, 2019)

3.2.2.3 BIM en el mundo

Se entiende que la seguridad es una de las principales importancias en la urbanización; sin embargo este sector cuenta con una de las cifras más alarmantes en accidentes puesto que también hay muertes durante las construcciones, ante ello se introdujo el BIM para un diseño seguro y un mejor método de declaración de trabajo; el primer país en implementar el BIM en su proceso de construcción fue Estados Unidos, además de Reino Unido, Dinamarca, Finlandia, Australia, Hong Kong y progresivamente en el resto del mundo que al adaptar el BIM obtuvieron resultados positivos referente a la disminución de costo y problemas de diseño, además de mejorar el trabajo entre los profesionales de esta área (MANZOOR Y OTHMAN, 2021).



FUENTE: (Xinchén et al., 2023)

Figura 3 — Crecimiento por región en la adopción de BIM entre 2010 y 2023

puesta en marcha de activos (denominada fase de desarrollo) y a aquellos involucrados en la gestión de activos, incluyendo operación y mantenimiento (denominada fase de operación) (MUÑOZ Y BERMEJO, 2021).

ISO 19650 está compuesta por un subconjunto de normas:

19650-1: La norma propone los conceptos y principios recomendados para los procesos de desarrollo y gestión de la información durante todo el ciclo de vida de cualquier activo de construcción

19650-2: Describe y establece los procesos involucrados en el desarrollo y gestión de la información durante la fase de desarrollo de un proyecto de construcción.

19650-3: Define y explica los procesos relacionados con el uso y la gestión de la información durante la fase de operación de un proyecto.

19650-4: Define el intercambio de información en BIM durante las fases de desarrollo y operación de un proyecto.

19650-5: Establece los criterios y requerimientos necesarios para garantizar la seguridad de la información.

3.2.2.6 Plan BIM Perú

Este se implementa como disposición del Decreto Supremo N° 237-2019-EF Plan Nacional de Competitividad y Productividad y D.S. N° 289-2019-EF Disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública, a continuación, se presenta un diagrama donde se resume las acciones de la ejecución del plan.



FUENTE: (MEF, 2021)

Figura 5 — Diagrama del Plan BIM Perú

3.2.2.7 Usos de BIM

Los usos de BIM son métodos de aplicación que se relaciona a cada etapa del ciclo de inversión; a continuación, se presentan algunos ejemplos:

- Recopilación de información
- Evaluación del ambiente
- Prefiguración
- Producción de material de documentación
- Visualización 3D
- Concertación de indagación
- Análisis del programa arquitectónico
- Estimación de cotización
- Elaboración digital
- Administración de activos
- Control de activos

(MEF, 2021)

3.2.2.8 Gestión de Proyectos

La administración de proyectos engloba una serie de procedimientos esenciales para la ejecución exitosa de un proyecto; como responsable del

proyecto, se espera que realice una secuencia de tareas dentro de un período de tiempo determinado para alcanzar este objetivo (TANTRA, 2019).

3.2.3 Proceso de diseño estructural

3.2.3.1 Predimensionamiento

Dentro del predimensionamiento los principales programas que se pueden utilizar son el AutoCAD y el Excel. Los ejes vertical y horizontal se determinan en la planta del edificio, poseyendo en cuenta aspectos significativos como el aparcamiento subterráneo y el espacio suficiente para la correcta circulación de vehículos. También se puede determinar el sitio de compendios verticales como columnas y paredes de edificios, impidiendo muchos cambios en el diseño de edificios. Aquí es cuando se determina el requerimiento de un contrato de arrendamiento para respaldar otro contrato de estos. Desde el eje fijo, el área utilizada para medir objetos de hormigón armado, como paneles livianos, cuerpos sólidos y vigas, se puede usar para calcular el peso de trabajo del área de control. Para muros de carga, las longitudes iniciales se pueden especificar con la distribución correcta para evitar efectos de torsión, se acomoda tanques elevados y equipos de apoyo, también se determinan y aprueban las dimensiones de las escaleras y las alturas de piso a piso. (SEGUNDO, 2021)

3.2.3.2 Análisis estructural

ETABS es el programa primordial utilizado en el análisis estructural. Se realizaron ensayos paralizados y solícitos para preestablecer la adecuación de las vistas y diseños de acuerdo a los parámetros y propiedades constructivas especificadas en la E.030. Finalmente, siguiendo estos pasos se logra obtener una compensación más pequeña que la compensación máxima permitida por las reglas según la configuración que utilizó. Una vez que se cumple este último requisito, puede cargar los datos necesarios para el siguiente paso del programa de seguridad. (SEGUNDO, 2021).



3.3 Marco conceptual

3.3.1 Construcción Tradicional

Ésta se puede definir como una construcción por medio de recursos o técnicas de construcción disponible localmente; asimismo una construcción tradicional se puede definir como sistemas constructivos de la arquitectura vernácula, pues éstas son construcciones que se pueden denominar como tradicional, local, indígena, local y vernácula; por ejemplo la inclusión de la construcción de adobe y adobe de ingeniería se considera dentro del ámbito de estudio, a pesar de que involucra el empleo de juntas mecánicas de madera y mortero de cemento (JINGYING Y YAN, 2023).

3.3.2 Dimensiones BIM

Para todo proyecto que involucre la aplicación de BIM es importante considerar etapas de preparación, diseño, ejecución e inspección al llevar a cabo un proyecto de construcción. *Este consta* en 7 dimensiones que se explicaran a continuación:

Dimensión (1D): Es el inicio de un proyecto implica el momento en el que se comienza a concebir y planificar cómo se llevará a cabo, así como la forma en que se estructurará para tomar decisiones preliminares (LESMES FABIÁN Y GONZÁLEZ, 2017).

2da Dimensión (2D): Se inicia la implementación de la idea mediante la realización de estudios planificados, a través de cálculos y diseños, donde se establecen estimaciones de costos y se realizan pre-dimensionamientos del proyecto por definir (LESMES FABIÁN Y GONZALEZ, 2017).

3ra Dimensión (3D): Comienza a ser evidente las dimensiones previas a través de una representación visual que muestra el modelo completo con su geometría (LESMES FABIÁN Y GONZALEZ, 2017).

4ta Dimensión (4D): Es importante tener una comprensión clara del proyecto, considerando la secuencia de construcción o desarrollo. La toma de decisiones se vuelve crucial para prevenir retrasos en las obras de construcción. Los modelos 4D se presentan como una herramienta útil para proyectar elementos de programación,

como redes de CPM (Critical Path Method o Método de la Ruta Crítica) y gráficos de barras, brindando una alternativa valiosa (LESMES FABIÁN Y GONZALEZ, 2017).

Navisworks

Navisworks es uno de los softwares con gran demanda de usuarios gracias a que es concurrente y de uso suplementario. El software NavisWorks se utiliza para ensamblar modelos 3D tallados con antelación en Revit. NavisWorks es una modificación de AutoCAD que usa solo líneas para personificar compendios geométricos 2D. El software NavisWorks, por otro lado, utiliza tres secciones que almacenan información como el tamaño, la ubicación, el precio, los detalles de la superficie y las propiedades térmicas. NavisWorks Manage es la solución BIM estándar. Fue elegido para su uso como prototipo en el BIM CAVE por varias razones. Los controles de NavisWorks se pueden personalizar mediante una poderosa interfaz de clasificación de aplicaciones (API). Navisworks es un software ampliamente utilizado que los profesionales de la construcción pueden usar para coordinar su trabajo con BIM. Los equipos de proyecto pueden crear visualizaciones 3D en tiempo real, ajustes y simulaciones de edificación 4D. (TABOADA ET AL., 2011)

5ta Dimensión (5D): La quinta dimensión de esta metodología es especialmente notable, ya que se centra en el aspecto financiero de la inversión en el proyecto. Se destaca por su capacidad para utilizar modelos electrónicos y proporcionar estimaciones detalladas y planes de costos en tiempo real, lo que permite un seguimiento preciso de los gastos en el periodo del proyecto (LESMES FABIÁN Y GONZALEZ, 2017).

6ta Dimensión (6D): Se introduce un aspecto de gran relevancia y valor añadido en las construcciones, que es el enfoque en la sustentabilidad. Esto implica simular el comportamiento energético para realizar un análisis que guíe la toma de decisiones técnicas y tecnológicas, con el objetivo de mejorar el consumo de energía y reducir los impactos ambientales negativos. Esta consideración contribuye a minimizar los daños al medio ambiente y maximizar la eficiencia energética en el proyecto constructivo (LESMES FABIÁN Y GONZALEZ, 2017).



7ma Dimensión (7D): En esta última etapa se observan todas las dimensiones previas y se proporciona un control logístico y operativo para la utilización y mantenimiento del edificio. Esto implica un enfoque integral que abarca aspectos como la planificación de recursos, la gestión de operaciones y el mantenimiento eficiente, con el objetivo de garantizar un funcionamiento óptimo y prolongado del edificio (LESMES FABIÁN Y GONZALEZ, 2017).

3.3.3 Revit

Es un software creado para generar diseños y procesar datos. Para Revit, es importante tener un conocimiento general del proyecto, ya que los cambios que se logran ejecutar en la vista de diseño afectan a todos los alzados, secciones y vistas 3D, esto nos da grandes ventajas en el porcentaje de cambios o errores de diseño. Otra enorme ventaja de Revit es la capacidad de detectar y monitorear errores entre elementos en el modelo de conexión total en tiempo real, lo que le permite coordinar mejor todos los detalles del proyecto. La desventaja de Revit es la inversión en tecnología y el tiempo requerido para la capacitación. Esto es muy importante ya que, aumenta la complejidad del proyecto y reduce los costos para lograr el nivel de flexibilidad utilizado en otro software como AUTOCAD. Además, este es un proceso lento en las primeras etapas de implementación, pero mejorará a medida que se adapte a las funciones y el uso. (SEGUNDO, 2021)

3.3.4 Materiales de Construcción

- **Concreto:** Conocido como uno de los materiales más empleados a escala global, este material consta de la mezcla de diversos materiales que incluyen al cemento, agua, agregados y en algunos casos aditivos, con la finalidad de darle una característica única al concreto con el cual se está trabajando (CSM, 2020).
- **Acero:** Material que se puede emplear desde cero; es decir, desde una calidad estructural hasta laminas y paneles de acero inoxidable, así como la facilidad de maleabilidad de este para modificaciones durante la construcción (ACH, 2020).

3.3.5 Elementos estructurales

- **Zapatas:** Es un tipo de cimentación superficial comúnmente empleada en superficies con resistencia moderada o alta a la compresión, especialmente en superficies homogéneos. Su principal objetivo es proporcionar estabilidad y transferir las cargas generadas por una estructura al suelo donde se ubica (ARCUS GLOBAL, 2017).
- **Columnas:** Soporte y parte fundamental para el sistema estructural de la construcción de una edificación, éstas pueden provenir de diversos materiales como madera, acero o concreto; asimismo, estas se clasificarán de acuerdo a su material, función y forma (ACEROS TORICES, 2022).
- **Muros de cisterna:** También denominado tanques reguladores, tienen la suficiencia de acaparamiento y provisión de agua potable o para riego, para fines recreativos y productivos, así como la conducción y tratamiento de aguas (ORIHUELA Y SÁNCHEZ, 2016).
- **Placas:** Son paredes construidas con un material altamente resistente conocido como concreto, éstas son responsables de soportar una gran cantidad de carga; a diferencia de la construcción convencional, donde las columnas y vigas son las que se construyen con concreto; asimismo, estas paredes están compuestas por una mezcla a base de cemento, pero con una resistencia mucho mayor (INKA,2023).
- **Vigas:** Soportes horizontales que sostienen carga sin la necesidad de generar fuerza entre ellos, asimismo éstas pueden provenir de materiales madereros, de acero y concreto (ARCUS GLOBAL, 2022).
- **Losas aligeradas:** También denominada techos aligerados, básicamente tienen la función de proporcionar el peso hacia los muros, vigas o acabado (Aceros Arequipa, s.f.).
- **Losas macizas:** Es una estructura constructiva que comprende paneles de forma cuadrada o rectangular, cuyos bordes descansan sobre vigas que sostienen tanto su propio peso como las cargas aplicadas, transmitiéndolas a través de columnas (ARQZON, 2021).

- **Escaleras:** Estructura vertical que permite el acceso a diferentes niveles de una edificación, está formada por tramos, descansos y barandas (Aceros Arequipa, s.f.).

3.3.6 PMBOK

Es una guía elaborada por el Project Management Institute (PMI) que establece los estándares y mejores praxis para la gestión de proyectos. Proporciona un marco de referencia amplio y detallado que abarca desde la iniciación hasta el cierre de un proyecto, incluyendo la identificación de procesos, áreas de conocimiento y grupos de procesos clave. El PMBOK es una valiosa herramienta para los profesionales de la gestión de proyectos, ya que les brinda una base sólida para planificar, ejecutar, monitorear y controlar los proyectos de manera efectiva (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

3.3.7 BIM para el diseño estructural

3.3.7.1 *Robot Structural*

Es un software que contiene hojas de operación en notificación para descubrir conocidas plantillas de hojas de operación con el fin descubrir sus propios programas operación para emplear los componentes de Robot Structural. También tiene muchas herramientas para concretar conexiones inteligentes, secciones y detalles, denominadas secciones personalizadas. Se pueden descubrir sus propios componentes de circunstancia, parecido a los componentes del sistema de Robot Structural. Robot Structural crea un encuentro personalizado, que puede informar si lo desea modificarlo o no. (AUTODESK, 2016).

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es **aplicativa**. Aplicada porque mediante la teoría base se pretende resolver al problema y nuevas formas de trabajar en el sector de la construcción (HERNÁNDEZ, 2014, P. 125)

nivel de investigación **descriptiva** porque el propósito será describir las variables y datos que nos brindaran los programas que se utiliza como como herramienta de análisis y que daremos a conocer en un momento dado de la presentación. (HERNÁNDEZ, 2014, P. 92)

4.2 Diseño de la investigación

Es una investigación no experimental con un enfoque cualitativo porque buscará a través de procedimientos ordenados y secuenciales de cómo influye en la coordinación y planificación la implementación de la metodología BIM en el proceso de diseño estructural para la integración de la información obtenida en una base de datos que servirán para su análisis, utilización y aplicación. (HERNÁNDEZ, 2014, P. 358)

4.3 Población y muestra

La población es el expediente técnico del proyecto “centro comercial zonal de Palccaro - Checchecalla del barrio de Palccaro Tambobamba del distrito de Tambobamba - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac” está ubicado en la ciudad de Tambobamba de la provincia de Cotabambas de la región de Apurímac.

La muestra se obtuvo por muestreo a conveniencia por la disponibilidad y accesibilidad a la información del expediente del proyecto “centro comercial zonal de Palccaro - Checchecalla del barrio de Palccaro Tambobamba del distrito de Tambobamba - provincia de Cotabambas - departamento de Apurímac”.



4.4 Técnica e instrumentos

Con el muestreo escogido a conveniencia se obtiene información y datos que están realizados en AutoCAD 2D.

- a) nos encargaremos de llevar de 2D a un modelado 3D en Revit.
- b) a partir de los modelos 3D pasaremos a programas Navisworks y Robot Structural programas integrados al BIM.
- c) Navisworks nos ayudará a encontrar las interferencias estructurales entre estructura y arquitectura como también hacer un modelado en 4D para tener una mejor perspectiva de la construcción
- d) Robot Structural permitirá desarrollar información geométrica 3D detallada del acero de refuerzo de nuestro proyecto de edificaciones de concreto armado a partir de 2D Y 3D de los modelos.
- e) con respecto a la planificación y programación que nos ayudaran a resolver nuestros objetivos que es mejorar el diseño estructural.

4.5 Procedimiento

El proceso de recolección de datos será mediante los resultados que nos arrojen los softwares de Robot Structural y Navisworks, el modelo virtual desarrollado contempla el concreto armado de los siguientes

elementos: zapatas, columnas, muros de cisterna, placas, vigas, losas aligeradas, losas macizas y escaleras y Robot Structural cuenta con una propia base de datos de materiales y formas.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

En este capítulo, veremos qué es una definición de PEB y cómo se usa al principio de un proyecto para llegar a un plan de implementación de este. Además, presentaremos el formato que presenta la Guía BIM Perú.

5.1.1 Definición

Es un documento creado para describir y organizar los procesos, personas, resultados y su formato para desarrollar y coordinar proyectos utilizando BIM. Es una hoja de ruta donde podemos gestionar y coordinar un equipo de personas desarrollando un proyecto de principio a fin. Por lo tanto, el desarrollo de PEB es fundamental para la implementación exitosa de BIM. Esto crea una visión general e implementa los detalles que el equipo debe seguir a lo largo del proyecto.

Comienza con la definición y comprensión de los objetivos estratégicos del proyecto de implementación BIM. Luego, conozca las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo de modelado, mantenimiento y colaboración en todas las etapas. Esto nos permitirá diseñar un proceso a la medida de cada integrante y ejecutarlo en tiempo de ejecución. Puede buscar recursos y servicios que pueden ser necesarios durante el desarrollo del proyecto. Además, nos proporcionará un plan para medir el progreso y los resultados de los proyectos y los empleados. Algunas de sus áreas de enfoque serán: Desarrollar una estrategia e identificar los próximos pasos para la implementación de BIM.

5.1.2 Redacción de un plan de ejecución BIM (PEB)

- a) Definir los objetivos y usos de BIM para un proyecto en particular: identificar y analizar los objetivos que se pueden lograr con BIM y describir el BIM potencial que se utilizará para lograr estos objetivos. Una vez identificadas las áreas de

aplicación BIM, se debe identificar uno o más miembros del equipo responsables de cada área, indicando su competencia, experiencia y nivel de competencia.

b) Definir resultados BIM.

c) Definir los pasos en el proceso BIM, modelado de información y definición de roles y responsabilidades.

d) Identificar la infraestructura necesaria para desarrollar un buen PEB.

e) Prescribir principios para el intercambio intersectorial y los métodos de intercambio de datos.



FUENTE: <https://www.gob.pe/mef>

Figura 6 — Secuencia para escribir un BEP

Flujo de trabajo: “Metodología Building Information Modeling para Mejorar el Diseño Estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac

A. Planificación

- Revisión de expediente técnico
- ordenamiento de información del expediente técnico
- recolección de datos del expediente técnico en formato N° 05

B. Modelado en Revit

a) Integración de los planos de CAD 2d a Revit

b) Modelamiento de los elementos estructurales

- Construcción de eje y niveles
- Modelado de los componentes de arquitectura
- Modelado de zapatas
- Modelado de columnas
- Modelado de vigas
- Modelado de muros
- Modelado de losas
- Modelado del techo

C. Modelado de información en robot structural

a) Análisis sismorresistente según NTP E030

- Integración de Revit a robot structural
- Configuración de las unidades
- Asignación de apoyos
- Creación de casos de carga
- Asignar cargas de gravedad y carga viva
- Combinación de cargas según NTP E020
- Combinación de cargas según NTP E060
- Creación de tipo de análisis modal
- Creación de análisis espectral
- Análisis de la estructura
- Verificación de los resultados

b) diseño de los elementos estructural

- Configuración de las normas para el diseño
- Diseño teórico de los elementos estructural
- Diseño real de los elementos estructural
- Diseño real manualmente de elementos estructural
- Análisis de los datos
- Integración de robot estructural A Revit

D. Visualización en Navisworks

- Integración de Revit a Navisworks
- Visualización del modelo de información
- Revisión del modelo de información
- Programación de la actividad
- Simulación de las actividades programadas
- Coordinación de modelos virtuales
- Detección de conflictos entre la arquitectura y la estructura

5.1.3 Contenido de un plan de ejecución BIM (PEB)

- a) Nombre y título profesional de la persona que realizará la función de gestionar la información.
- b) Estrategia de provisión de información.
- c) La estrategia general del modelo de información.
- d) Matriz de responsabilidad que describe la participación de diferentes funciones, es decir realizar o mandar tareas.
- e) Métodos y procedimientos de generación de información del proyecto.
- f) Normas de información del proyecto.
- g) Infraestructura técnica adoptada (aplicaciones de software y hardware).

5.1.4 Formato de un plan de ejecución BIM (PEB)

El plan BIM Perú nos muestra el formato de Plan de Ejecución BIM (PEB), para tareas del sector privado, así como los formatos de solicitud de información, por lo que se han realizado algunos cambios para que sea utilizable para estas tareas del servicio del sector privado. También incluye instrucciones para completar este formato, pero estas instrucciones no están disponibles actualmente.

FORMATO Nº 05:
REGISTRO DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM - BEP

(La información registrada en este formato tiene carácter de Declaración Jurada - D.S. N° 284-2018-EF)

Nota: Para el llenado del Formato Nº 05: Registro del Plan de Ejecución BIM - BEP, se sugiere revisar el Instructivo correspondiente, el cual estará publicado en el sitio web del Plan BIM Perú: web.opn.bimbim.org

Nombre de la organización:

Nombre de la inversión:

Fase o etapa de la inversión:

Código de la inversión:
(Asignado por el Aplicativo Informático)

Tipo de inversión:

Localización geográfica de la unidad productora de la inversión: Dirección, distrito, provincia, departamento Coordenadas

Entidad responsable de la inversión:

A. Aspectos generales de la inversión y del equipo de ejecución

1. Características de la inversión

2. Alcance y objetivos de colaboración del equipo de ejecución

Alcance del equipo de ejecución

Objetivos del equipo de ejecución

3. Responsabilidades de gestión de la información BIM del equipo de ejecución

Proceso	Sub actividades de gestión de la información	Nombres y Apellidos	Organización / Equipo de trabajo	Email
Seleccione subactividad				

B. Estrategia de entrega de información del equipo de ejecución

1. Objetivos para la producción colaborativa del Modelo de Información

Objetivos generales

Prioridad	Objetivos de gestión de la información BIM	Usos BIM solicitados por la entidad pública
		Elige uso BIM
Prioridad	Objetivos de gestión de la información BIM	Otros usos BIM sugeridos por el equipo de ejecución
		Elige uso BIM

2. Estructura organizativa y composición del equipo de ejecución

Organización / Equipo de trabajo	Nombres y apellidos	Rol BIM del participante	Autorización de seguridad (si es aplicable)	Contacto de la persona	Responsable de la persona
Seleccione Rol BIM					

Figura 7 — *Formato de un PEB*

5.1.5 Roles BIM

- Promotor-Owner

El autor o iniciador es el proyecto designado y la persona u organización totalmente designada. Responsable de iniciar y financiar proyectos. Modelado de información de edificios. Iniciador de la integración del Common Data

Environment (CDE) y responsable de la participación del Project Management Team (EPT).

- **Director de Proyecto BIM - BIM Project Manager**

Persona designada por el cliente responsable de gestionar el proyecto BIM y cumplir con las expectativas y objetivos marcados por el cliente. Este capítulo está integrado con el equipo de gestión del proyecto para trabajar en los niveles estratégico, táctico y operativo. Deberes y Responsabilidades del Gerente de Proyecto BIM:

- En relación con el cliente, desarrollar protocolos BIM en línea con los requisitos de información del cliente (EIR) y las metas y objetivos del cliente.
- Sobre el proyecto, contribuir a su desarrollo y definir el alcance del proyecto.

- **Director de la Gestión de la Información – Information Manager**

Es responsable de proporcionar la información necesaria en tiempo y forma y de informar al cliente al respecto.

El eje de acción asignado a esta imagen es gestionar la transferencia de información necesaria y puntual en todas las etapas del proyecto.

- **Director Técnico BIM – BIM Manager**

El responsable de la calidad digital, designado por el equipo de gestión del proyecto. Guía de metodología BIM. - Coordinar el trabajo del equipo responsable del desarrollo del proyecto. - Entorno colaborativo Requisitos de compatibilidad de datos del cliente (CDE)

- Proponer y coordinar el Plan de Implantación BIM (BEP) y su definición, así como su implantación y cumplimiento. - Responsable de validar software y plataformas, modelos de datos de usuario, aplicaciones y protocolos, asegurando la compatibilidad

- Responsable de definir niveles de datos y flujos de trabajo en proyectos, brindando soporte técnico para la detección de conflictos.
- Gestión y control de modelos, identificar y verificar los cambios necesarios para asegurar la calidad del proyecto.

- **Director de la Gestión del Diseño Lead Manager**

Quien gestiona y confirma que todo está bien en el proyecto. Asimismo, confirmar los resultados del diseño del Equipo de Desarrollo del Proyecto. Esta es la persona que, junto con la gestión administrativa, crea el vínculo entre los equipos de diseño y los equipos de construcción. También coordina la liberación de Master y Special Builders para los encargados.

- **Director de la Gestión de la Ejecución – Lead Construction**

Una persona que gestiona la implementación del proyecto mediante la gestión del modelo de datos. Confirma los resultados del trabajo del Construction Task Force (TC). El gerente del contratista introduce medidas para facilitar una buena comunicación entre el equipo de diseño y el equipo de construcción. Coordinar el trabajo con el director de gestión de proyectos en el campo de BIM con partes individuales del proyecto. Además de administrar el desempeño, debe revisar y desarrollar información y documentos antes de compartir los resultados y aprobar el equipo.

- **Coordinador BIM – BIM Coordinator**

Es un punto de referencia en la coordinación del trabajo y se encarga de cumplir con los requisitos del BIM CTO. La definición de este capítulo por departamento implica que hay tantos coordinadores como departamentos hay en el proyecto: planificación, estructura, sostenibilidad, seguridad y salud. Sus funciones y responsabilidades:

- Coordinar el trabajo en su campo

- Gestionar la compatibilidad con otras disciplinas que trabajan en el proyecto utilizando el modelo BIM.
- Gestionar y controlar el proceso de calidad, modelo BIM.

- **Modelador BIM – BIM Modeler**

El modelador BIM es miembro del equipo responsable de modelar el edificio según los criterios BEP. Debes ser un experto en construcción, así como habilidades y técnicas para poder organizar e integrar bien la información. Otro requisito de la función del modelo es su conocimiento, la calidad es un problema que debería tenerlo como un momento importante. Las funciones principales que este personaje debe jugar:

- Todavía coordina su trabajo con otros miembros del proyecto, como ingenieros, arquitectos, consultores, contratistas y proveedores.
- Proporcionar información actualizada sobre todas las disciplinas involucradas con las herramientas de software BIM.
- Exportar modelo 2D.
- Cree tres dimensiones de representantes, agregue factores de construcción a los edificios de la biblioteca y vincule estas instalaciones.

5.1.6 Complicaciones para realizar un PEB

Aunque el uso de PEB proporcionará un mejor rendimiento durante la implementación de nuestro proyecto, se pueden presentar algunas complicaciones, como las siguientes:

- Que los clientes no tienen EIR o no se desarrollan bien, esto conducirá a un retraso en el desarrollo de BEP.
- Que ningún experto no conoce el problema del método BIM o los ingenieros conocen muy poco en este método. Esto puede conducir a una implementación incorrecta del BEP y a resultados inesperados.

5.2 Análisis de influencias del proyecto para coordinar los modelos virtuales y detección de conflictos entre disciplinas

5.2.1 Primera etapa: Creación de Modelos BIM del Proyecto

5.2.1.1 Plan de ejecución BIM (BEP) para el proyecto de Edificación “Centro comercial zonal Palccaro – Checchecalla”

➤ Información general del BEP

Objetivos del BEP:

Este documento tiene como finalidad establecer los lineamientos del proceso de modelado y su compatibilización con los planos reales del Proyecto de Edificación “Centro comercial zonal Palccaro-Checchecalla” Esto contribuirá a la mejora de:

- Un Mejor Flujo de Trabajo.
- Obtención de Modelos Coherentes.
- Y con las herramientas BIM mejoraremos el sistema estructural del proyecto.

➤ Información general del Proyecto y del Equipo BIM

Tabla 2 — Características del proyecto

CUADRO DE AREAS (M2)				
PRIMER PISO	PERFIL		EXP. TECNICO	
	DESCRIPCION	AREA M2	CANTIDAD	AREA M2
	AUDITORIO MULTIPLE	209.49	1	322.37
	OFICIO	8.75	1	11.15
	FOYER	28.71	1	37.82
	OF. ADMINISTRACION	15.65	1	12.44
	OF. COORDINACION	20.37	1	13.53
	SSHH VARONES	21.42	1	16.03
	SSHH MUJERES	16.52	1	18.9
	DEPOSITO	14.62	1	13.51
	COCINA	-	1	14.16

	CAMERINO	-	2	7.63
	SSHH	-	2	2.84
	ESTACIONAMIENTO Y PATIO DE MANIOBRAS	109.61	1	22.23
	ANDEN DESCARGA	10.38	1	17.04
SEGUNDO PISO				
	OF. ADMINISTRACION MERCADO	21.16	1	10.93
	SSHH VARONES	21.42	1	16.03
	SSHH MUJERES	16.52	1	18.9
	DEPOSITO	13.38	1	1.48
	01 STAND	7.03	10	6.21
	2STAND		2	5.81
	18 STAND	6.25	4	7.63
	02 STAND	5	1	11.43
	CAFETERIA		1	7.51
	CONTROL		1	3.96
	01 SNACK COMIDA RAPIDA / INCLUYE AREA CONSUMO	28.01	-	-
TERCER PISO				
	SSHH VARONES	21.42	1	16.03
	SSHH MUJERES	16.52	1	18.9
	DEPOSITO	13.38	1	1.48
	01 STAND	7.03	1	9.54
	18 STAND	6.25	6	6.42
	02 STAND	5	9	8.49
	STAND	-	1	10.7
	STAND	-	1	14.83
	01 SNACK COMIDA RAPIDA / INCLUYE AREA CONSUMO	28.01	3	4.78
	area techada	224.34	1	354.35
	AREA TOTAL	733.78		677.7
Otros	caja de escalera "U" de 1er a 4to piso			
	tramo escalera 2 "U" de 1er a 3er piso			
	rampa de circulación de 2do a 3er piso			

Este proyecto consiste en la planificación del “Centro comercial zonal Palccaro-Checchecalla” utilizando los lineamientos de la metodología BIM. A continuación, se describen algunas de las características más relevantes del proyecto.

El centro comercial Zonal de Palccaro – Checchecalla del barrio de Palccaro surge a raíz de la organización comunal de los pobladores, quienes realizaban su gestión

sin contar con una infraestructura, hoy en día el barrio de Palccaro ubicado en el distrito de Tambobamba ha crecido de forma considerable en los últimos años, actualmente no existe ninguna infraestructura que les permita desarrollar sus actividades comerciales, por lo que a la fecha lo realizan al aire libre, generando disconformidad de la población asistente en dichas actividades, comerciales así como ambiente cultural con que se plantea la infraestructura en la zona de estudio, estos son las necesidades para cubrir con las actividades comerciales propios de un mercado de abastos, así mismo se plantea la un ambiente en el primer nivel de un centro cultural para los diferentes actividades sociales que se requiera.

5.2.2 Problema central

limitado acceso al servicio de comercialización de la población del barrio de Palccaro - Checchecalla, distrito y provincia de Tambobamba, región Apurímac.

5.2.3 Objetivos

El presente proyecto tiene el siguiente Objetivo central:

Adecuadas acceso al servicio de comercialización de la población del barrio de Palccaro - Checchecalla, distrito y provincia de Tambobamba, región Apurímac.

Objetivos específicos

- *Infraestructura adecuada para el expendio de productos de primera necesidad*
- *Existencia de espacios para el desarrollo de actividades comerciales*
- *Dotar de ambientes físicos de confort para la población.*

5.2.4 Situación actual área del proyecto

a) características generales

Ubicación Geográfica y Política del Proyecto

Ubicación Política:

Departamento : Apurímac

Provincia : Cotabambas
Distrito : Tambobamba
Barrio : Palccaro
Área : Urbana
M.S.N.M : 3221 m.s.n.m.

➤ **Estrategia de entrega de Información**

Objetivos para la producción colaborativa del Modelo de información

Objetivo General

Determinar la influencia de elaborar el plan de ejecución BIM, planificación 4D para fortalecer el plano estructural del proyecto.

Responsabilidades de gestión de la información del equipo BIM

Tabla 3 — Procesos y sub actividades de la gestión BIM

Proceso	Sub actividades de gestión de la información	Nombres y Apellidos	Organización / Equipo de trabajo
Contratación	Confirmar el Plan de Ejecución BIM (BEP) del equipo de ejecución.	Nombre 01	Inmobiliaria E.I.R.L
	Establecer la matriz de responsabilidad detallada del equipo de ejecución.	Nombre 02	Inmobiliaria E.I.R.L

	Establecer los requisitos de Intercambio de información del proveedor.	Nombre 03	Inmobiliaria E.I.R.L
	Evaluar las aptitudes y capacidades de los equipos de trabajo.	Nombre 04	Inmobiliaria E.I.R.L
	Establecer los requisitos de Intercambio de información del proveedor.	Nombre 05	Inmobiliaria E.I.R.L
Movilización	Movilizar recursos.	Nombre 06	Inmobiliaria E.I.R.L
	Movilizar la tecnología de información.	Nombre 07	Inmobiliaria E.I.R.L
	Poner a prueba los métodos y procedimientos de producción de información en la fase o etapa correspondiente.	Nombre 08	Inmobiliaria E.I.R.L
Producción colaborativa de la información	Comprobar la disponibilidad de la información de referencia y los recursos compartidos.	Nombre 09	Inmobiliaria E.I.R.L

	Producir información.	Nombre 10	Inmobiliaria E.I.R.L
	Realizar un control de calidad.	Nombre 11	Inmobiliaria E.I.R. L
	Revisar y aprobar el intercambio de información.	Nombre 12	Inmobiliaria E.I.R.L
	Revisar el modelo de información.	Nombre 13	Inmobiliaria E.I.R.L
Entrega del modelo de información	Presentar al equipo de Planificación el Modelo de Información para su autorización.	Nombre 14	Inmobiliaria E.I.R.L
	Revisar y aceptar el modelo de información.	Nombre 15	Inmobiliaria E.I.R.L
	Presentar a la Constructora el Modelo de Información para su aceptación.	Nombre 16	Inmobiliaria E.I.R.L
	Revisar y autorizar el modelo de información.	Nombre 17	Inmobiliaria E.I.R.L
Fin de la fase de Ejecución	Archivar el Modelo de	Nombre 18	Inmobiliaria E.I.R. L

	Información del Proyecto (PIM).		
	Recoger las lecciones aprendidas para futuras inversiones.	Nombre 19	Inmobiliaria E.I.R.L
FUENTE: Metodología BIM			

➤ **Estrategia de entrega de Información**

Objetivos para la producción colaborativa del Modelo de información

Objetivo General

Asegurar la viabilidad en el desarrollo del Proyecto en los plazos/tiempos requeridos para su ejecución implementando la metodología Lean Construction con la herramienta Last Planner para obtener una secuencia constructiva 4D.

Tabla 4 — Objetivos de la gestión de la información BIM

Prioridad	Objetivos de gestión de la información BIM	Usos BIM solicitados por la entidad
1	Gestionar las diferentes especialidades mediante la utilización de Modelos de información, con la finalidad de obtener un modelo federado que permita la coordinación y el entendimiento total del proyecto de Edificación. La información no gráfica necesaria será ingresada a través de parámetros en el Modelo de información.	Coordinación de la Información

1	Prevenir sobrecostos y contratiempos en la Ejecución Física del proyecto, a través de la anticipada detección de interferencias e incompatibilidades en el modelo de información.	Detección de interferencias e incompatibilidades
2	Obtener y compartir la documentación técnica de las distintas especialidades a partir del Modelo de información; por ejemplo: metrados, cronograma, etc. Se deberá respetar los requisitos de información establecidos en lo que refiere a tipo de contenedor, formato, convenio de identificación, nivel de detalle, plazo de entrega, entre otros.	Elaboración de documentación
2	Obtener los metrados de todas las especialidades, de manera eficiente, rápida y actualizada a partir de los modelos de información.	Estimación de cantidades
2	Hacer uso de tecnologías como escaneo láser y/o drones para el levantamiento de la infraestructura y condiciones existentes.	Levantamiento de condiciones existentes
NOTA La tabla muestra los objetivos de la gestión de información del BIM según una escala de prioridad. FUENTE: Propia		

➤ **Lista de recursos informáticos necesarios**

Tabla 5 — *Recursos Informáticos*

Tipo de información	Nombre del recurso informático	Formato nativo de la información	Versión
Modelos de información	REVIT	RVT	2022
Diseño y planimetría arquitectónica, Estructura e Instalaciones Sanitarias.	REVIT	RVT	2022
Metrados	REVIT	RVT	2022
Coordinación 3D y detección de interferencias	NAVISWORKS	NWF	2022
NOTA La tabla muestra los tipos de información que se utilizaron en la investigación según los tipos de software para modelar el proyecto. FUENTE: Propia			

Sobre el nivel de desarrollo

El nivel de desarrollo de los modelos quedará definido a partir de la matriz de nivel de detalle detallada a continuación:

Tabla 6 — Matriz de nivel de desarrollo

Disciplina	Proyecto Básico		Proyecto de Ejecución		As Built	
	LOD	LOI	LOD	LOI	LOD	LOI
Arquitectura	200	200	300	300	350	350
Estructura	200	200	300	300	350	350
Instalación Sanitaria	200	200	300	300	350	350
NOTA La tabla muestra la matriz de nivel de desarrollo en cada fase del proyecto. FUENTE: Propia						

Como referencia en cuanto a estos niveles de detalle, seguirán las indicaciones y definiciones descritas en la guía Level of Development Specification de BIM FORUM 2017.

➤ **Estrategia de entrega del Modelo de Información**

Tabla 7 — Entregable del Modelo de información

N° Entregable	Descripción del entregable	Equipo de Trabajo a cargo del desarrollo
Producto 01	1. Planimetría arquitectónica: plantas, cortes y elevaciones. Esc: 1/50. 2. Modelo 3D de Arquitectura.	Equipo de diseño arquitectónico
Producto 02	1. Metrados general de arquitectura y estructuras.	Equipo de metrados y presupuestos
Producto 03	1. Modelo estructural sectorizado. 2. Modelo federado y coordinado de arquitectura y estructuras. 3. Animación constructiva 4D.	Equipo de diseño arquitectónico
NOTA La tabla muestra las características de los entregables según su producto y equipo de trabajo a cargo del desarrollo. FUENTE: Propia		

➤ **Propuesta de indicadores de rendimiento**

Tabla 8 — Indicadores de Rendimiento

Nombre del indicador	Método de cálculo	Meta	Frecuencia	Fuente de información

% de Interferencias al momento de construir	(Cantidad o número de interferencias detectadas en obra / Metros cuadrados construidos) *100	Reducir interferencias al momento de construir	Mensual	Ejecución del proyecto, control y seguimiento
% de Variación de tiempo en definición de alternativas de diseño preliminares o cabidas	[(Tiempo de línea base de ejecución de la actividad/Tiempo de comparación) / Tiempo de comparación] *100	Reducir tiempos de diseño	1 vez por proyecto	Evaluación financiera de alternativas de aprovechamiento del lote y de opciones de diseño para optimizar el desempeño del proyecto.
NOTA La tabla muestra los porcentajes de indicadores de rendimientos según los métodos de cálculo, meta, frecuencia y fuentes de información. FUENTE: Propia				

Luego de tener definido los alcances y objetivos de la creación de los modelos (detección de interferencias, obtención de metrados, simulación constructiva 4D) y recordando que los modelos servirán para la etapa de planificación del proyecto se modela con un Nivel de desarrollo de LOD 200.

5.2.5 Modelación de Estructuras

Con los planos en CAD facilitados por la constructora se procedió a modelar la especialidad de estructuras, el criterio principal es modelar simulando el proceso real de construcción, como recomendación inicial el Modelador en esta especialidad debe de conocer muy a detalle el proceso constructivo de los principales elementos estructurales con el fin de obtener metrados más fiables, una simulación constructiva real y detallar un informe de hallazgos más eficiente. Entre los principales criterios de modelado se puede mencionar los siguiente:

- a) Definir el origen de coordenadas en un punto específico del proyecto, esto es esencial para una buena importación de los modelos al Navisworks para generar un correcto modelo federado.
- b) Creación de niveles, definir los niveles para cada piso y rejilla tanto en el plano horizontal y vertical.
- c) Importación de planos CAD a Revit, usando los CAD como plantillas de dibujo se modelan los principales elementos estructurales, es importante definir el punto de origen tanto en el programa Autocad como en el Revit. Se recomienda asegurarse que el punto elegido se encuentre en las coordenadas 0,0,0 del sistema WCS.
- d) La base superior de toda columna, placa o muro de concreto debe modelarse hasta la base inferior o fondo de la viga con mayor peralte.
- e) Las vigas y losas no deben traslaparse, el área de la losa cubrirá el área que formará la unión de las vigas.
- f) Identificar cada elemento a través de un parámetro de identificación esto facilitara la obtención de metrado para un elemento en específico además de ayudar en la sectorización.

Se siguió la siguiente secuencia de acuerdo a los elementos estructurales del proyecto, una característica del proyecto es que mantiene pisos típicos lo cual se puede realizar una copia y pegar los elementos en los niveles 2,3,4 y 5.

1. Creación y modelamiento de cimentación
2. Creación y modelamiento de columnas
3. Creación y modelamiento de escalera
4. Creación y modelamiento de vigas
5. Creación y modelamiento de losas



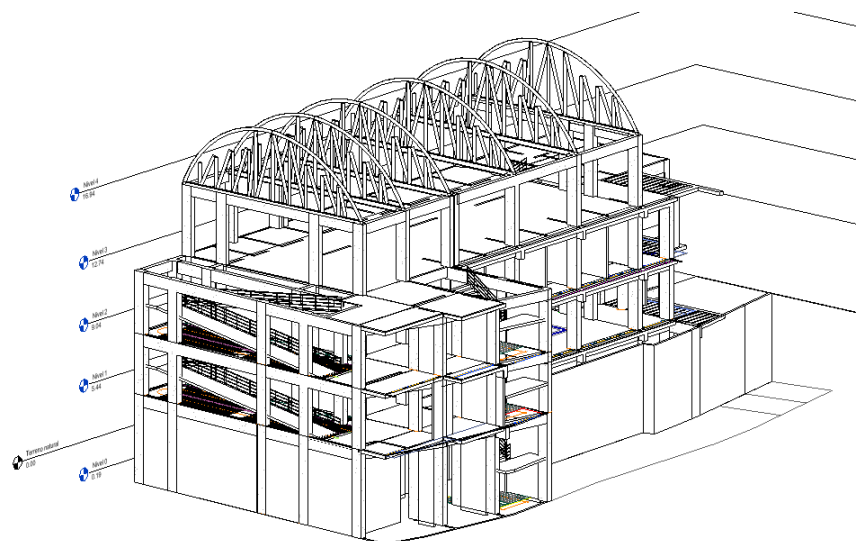


Figura 8 — Modelado en Revit especialidad de estructuras

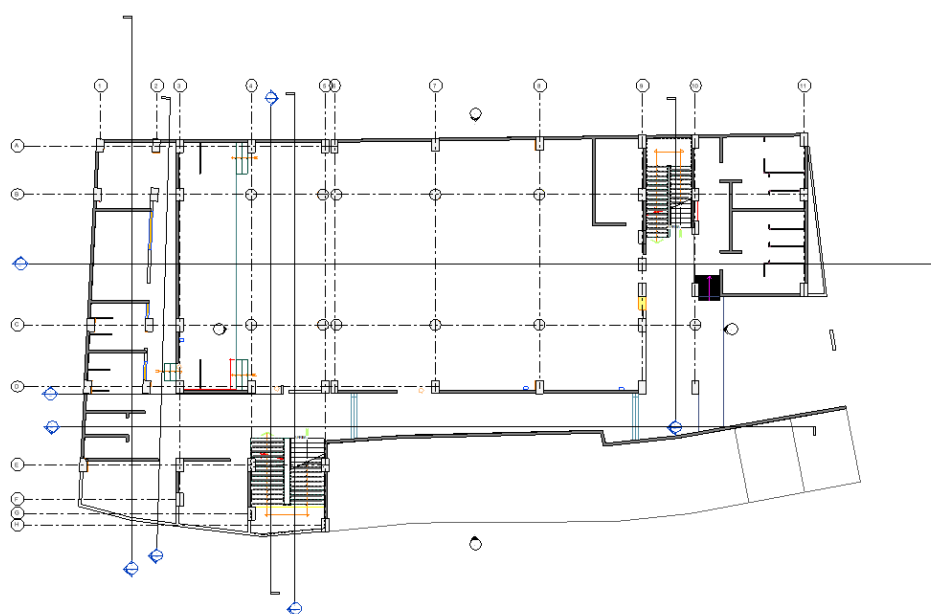


Figura 9 — Modelado en Revit planta 1er nivel

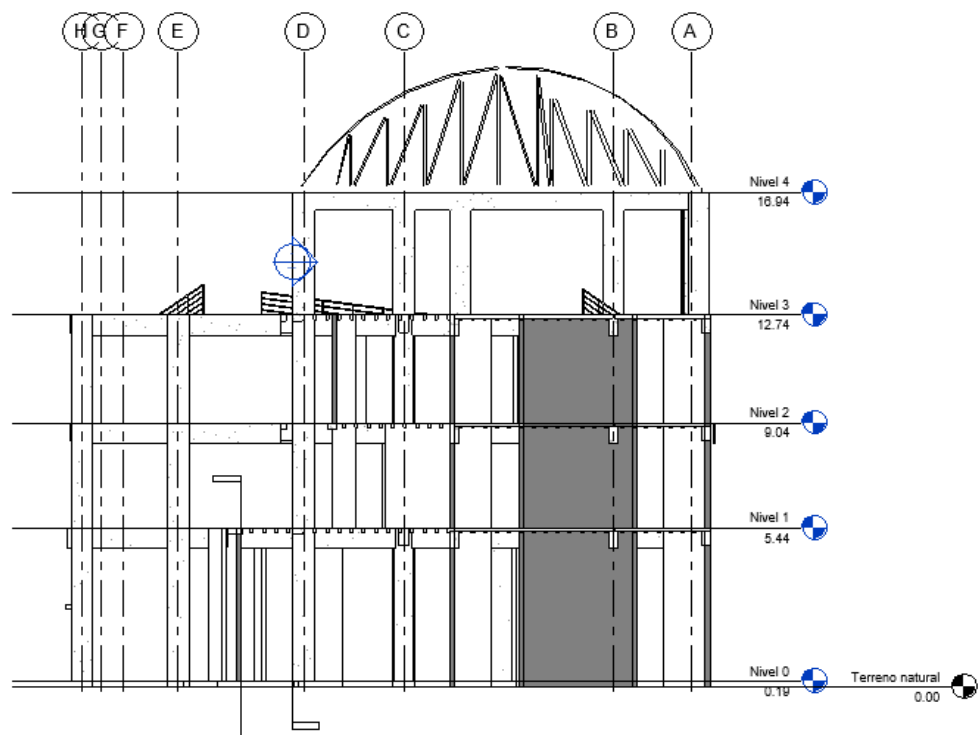


Figura 10 — Modelado en Revit elevación

Para poder tener un mejor manejo tanto del modelo realizado en Revit como el del programa estructural Robot se tiene que modificar y generar un modelo analítico donde nos vamos a dirigir a la pestaña de análisis automatización físico analítico.

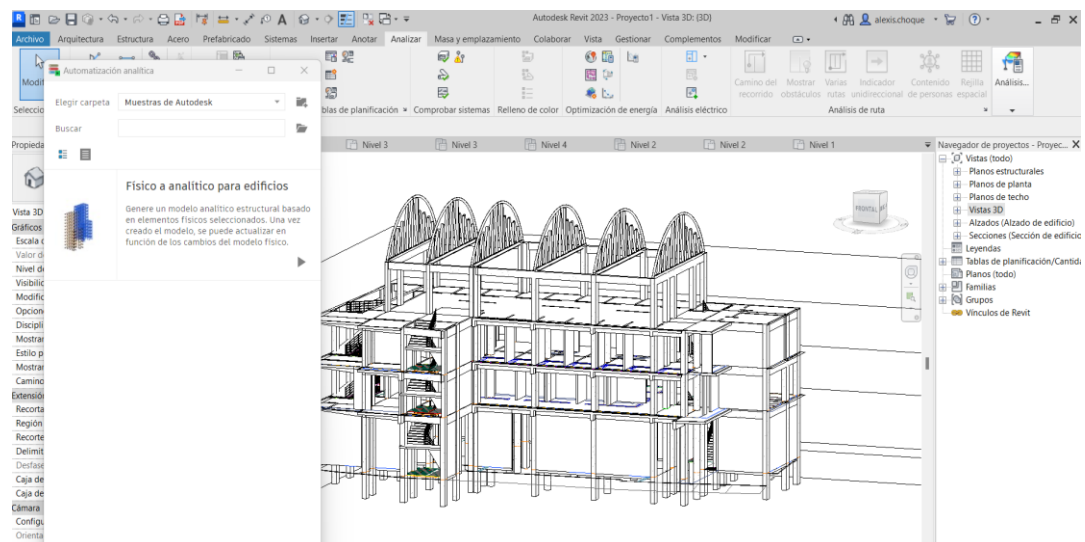


Figura 11 — Interfaz de automatización analítica

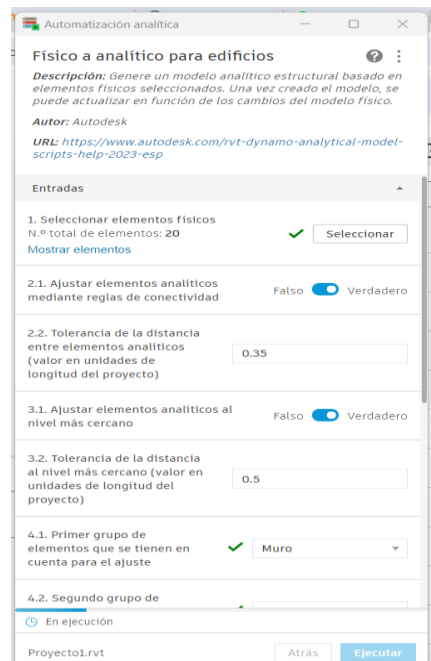


Figura — Interfaz Físico analítico para edificios

En las siguientes pestañas se muestra como el programa Revit genero un modelo analítico, en él nos muestra los nodos analíticos como también los elementos estructurales seleccionados que conforman la estructura del edificio.

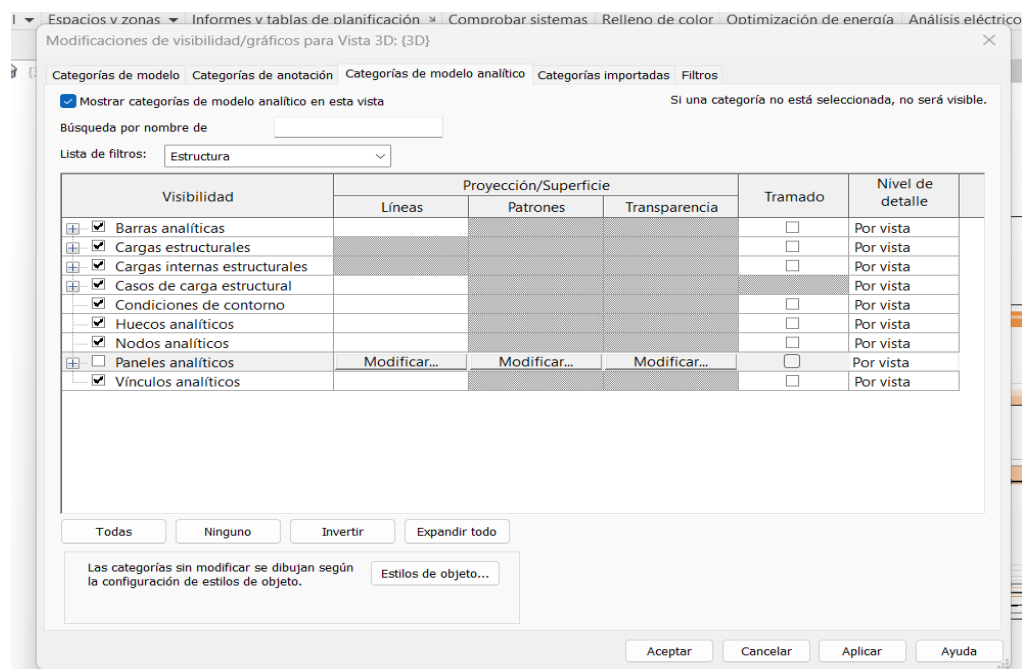


Figura 12 — Interfaz de visibilidad de los elementos que conforman el modelo analítico

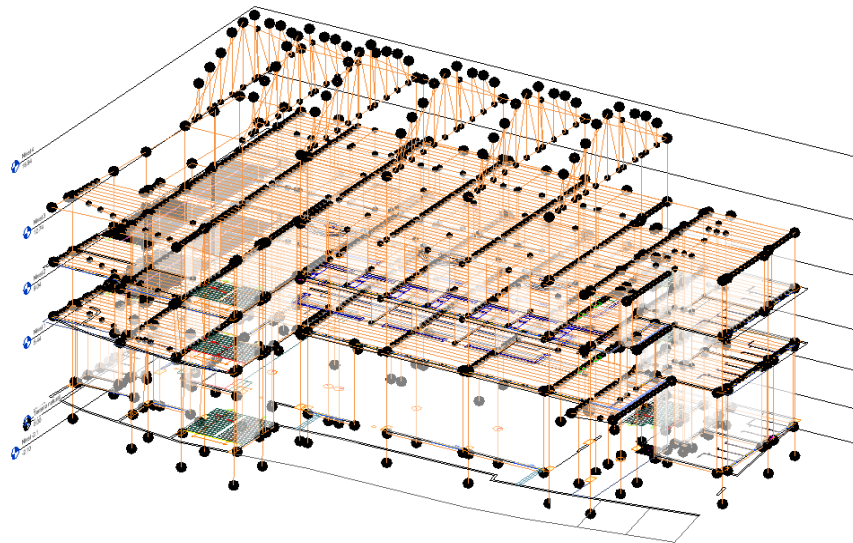


Figura 13 — Modelado analítico elementos y nodos analíticos

Para tener un mejor control con el modelo vamos a crear un filtro en el cual le daremos condiciones en donde nos mostrará en color rojo los nodos no conectados y en azul los nodos conectados, este nos servirá para corregir las uniones para que cuando lo llevemos al programa estructural no tenga problemas en realizar el análisis de los elementos finitos.

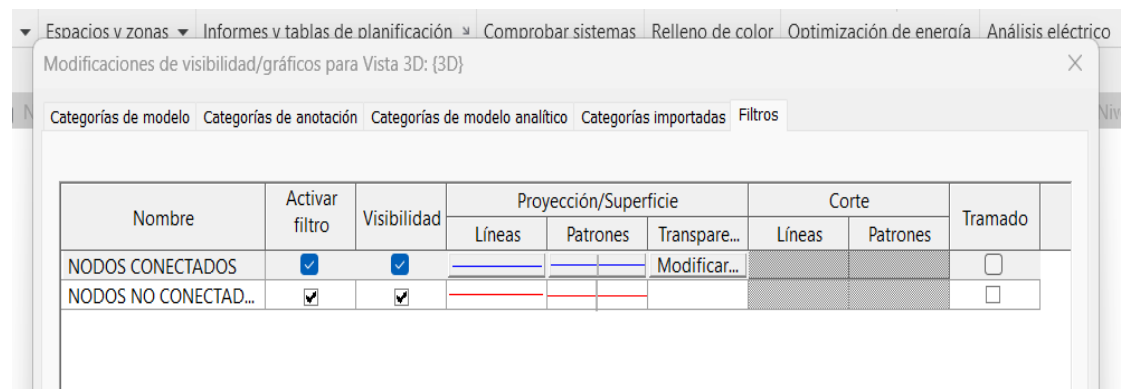


Figura 14 — Interfaz de filtros nodos conectados y no conectados

programa es de la misma familia Autodesk como también uno de los programas integrados al BIM.

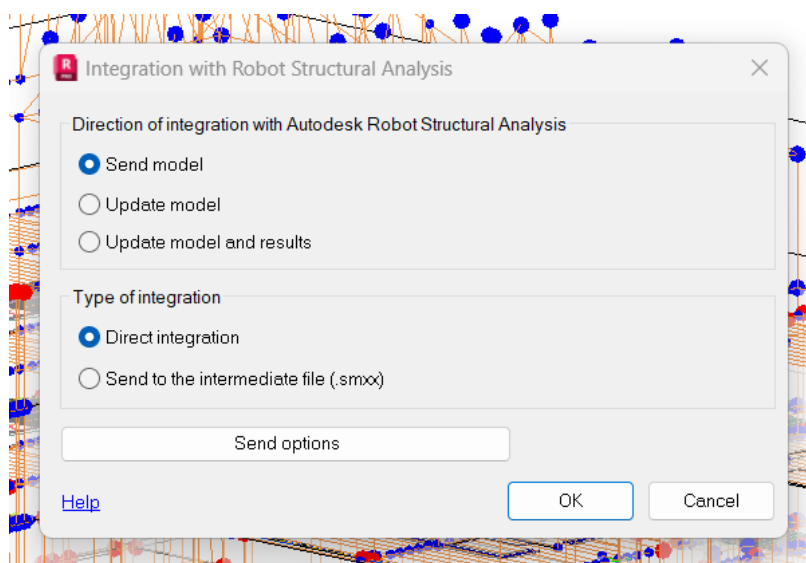


Figura 17 — Configuración de la integración de análisis y el tipo de integración

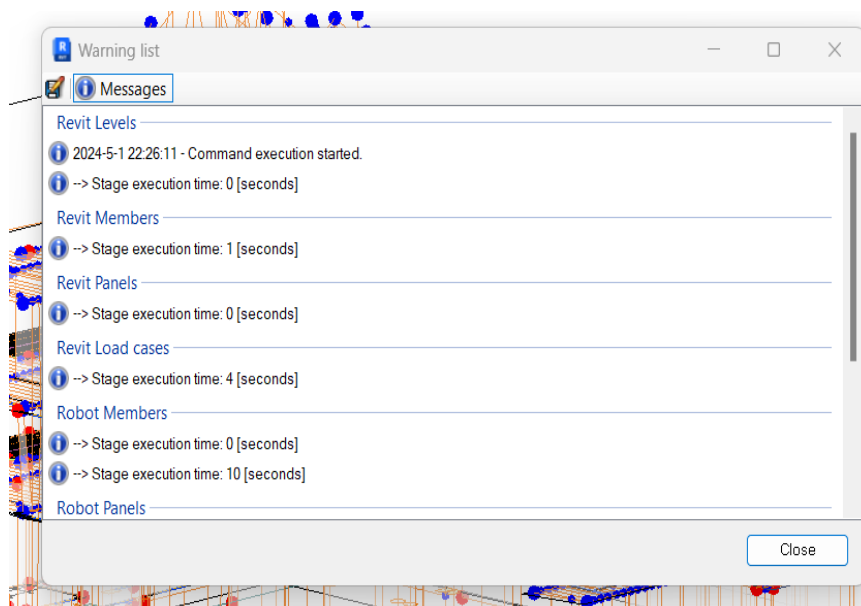


Figura 18 — Reporte de los elementos estructurales trasladados a Robot

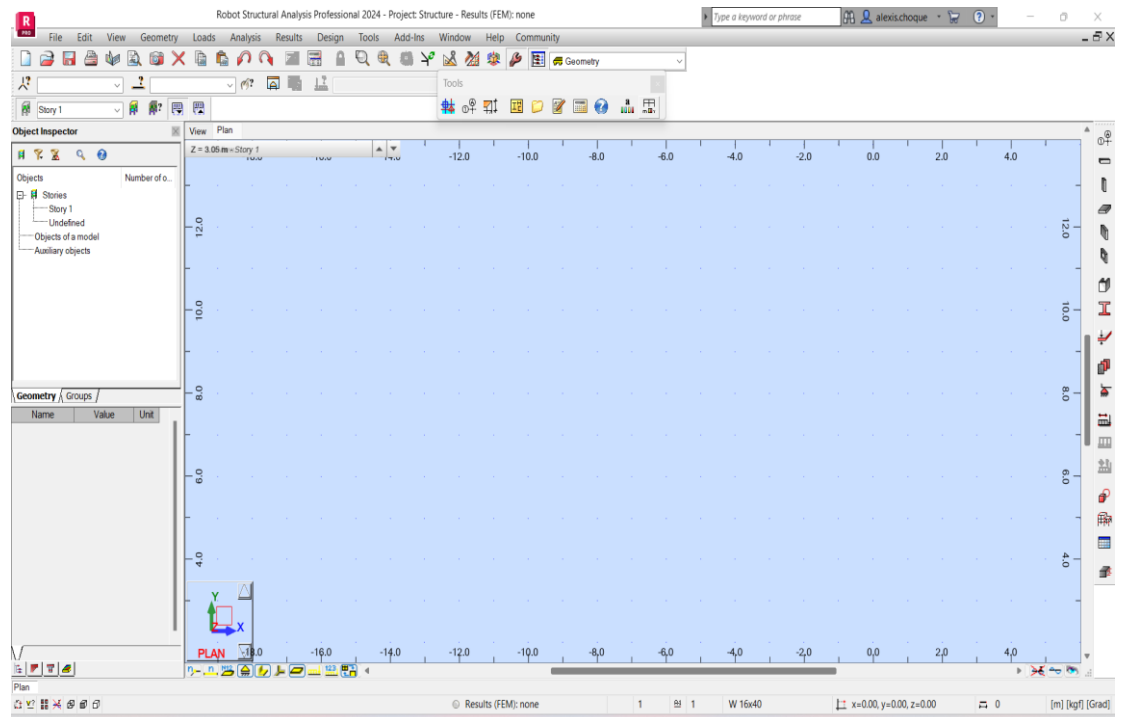


Figura 19 — Interfaz de trabajo del programa de Robot Estructuras

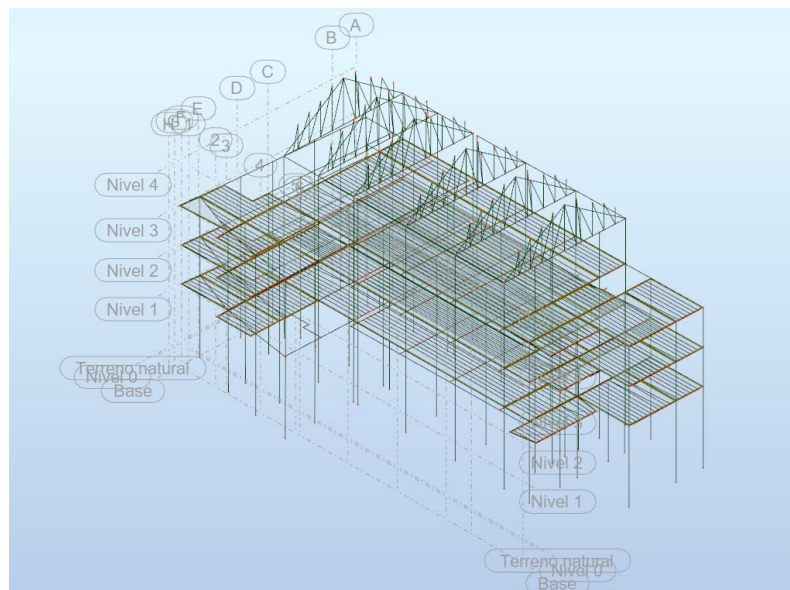


Figura 20 — Modelo de elementos estructurales

Para tener un mejor control de los elementos estructurales se activará la ventana analítica de robot estructuras.

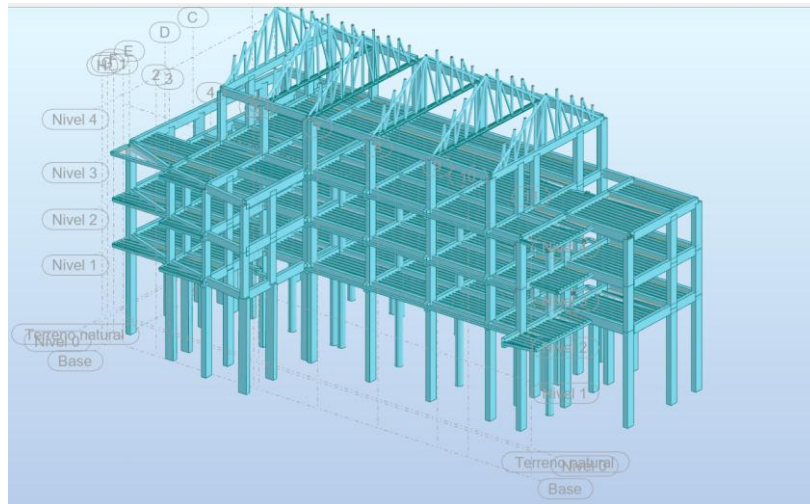


Figura 21 — Ventana analítica de los elementos estructurales

Para la confirmación de que el modelo, haya sido bien trasladado desde el programa Revit se hará la discretización de los elementos, si se encuentra descoordinación del enmallado se corregirá las uniones.

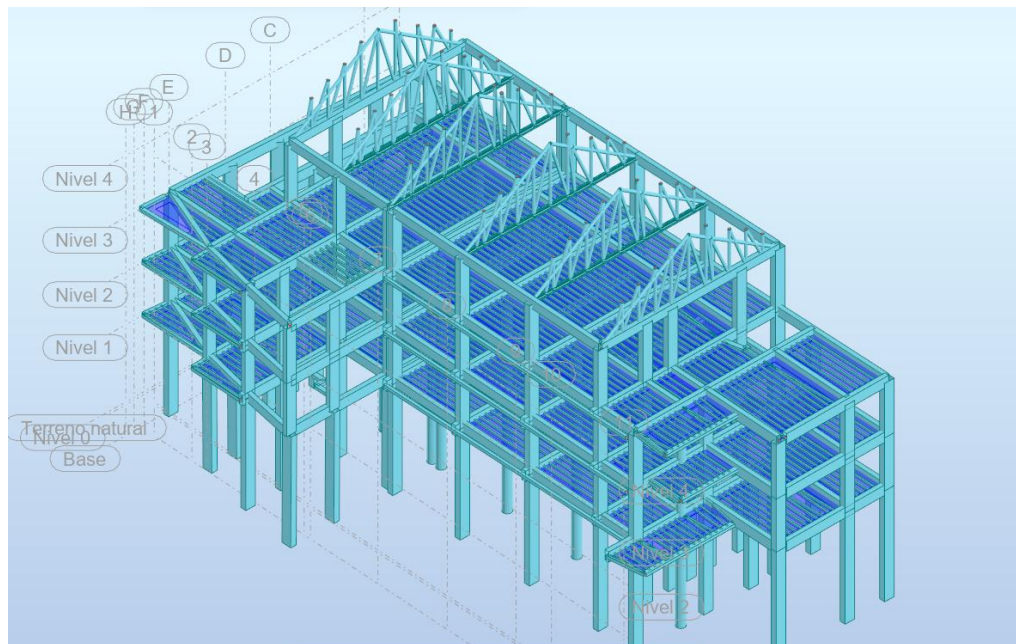


Figura 22 — Discretización de los elementos a través de los elementos finitos

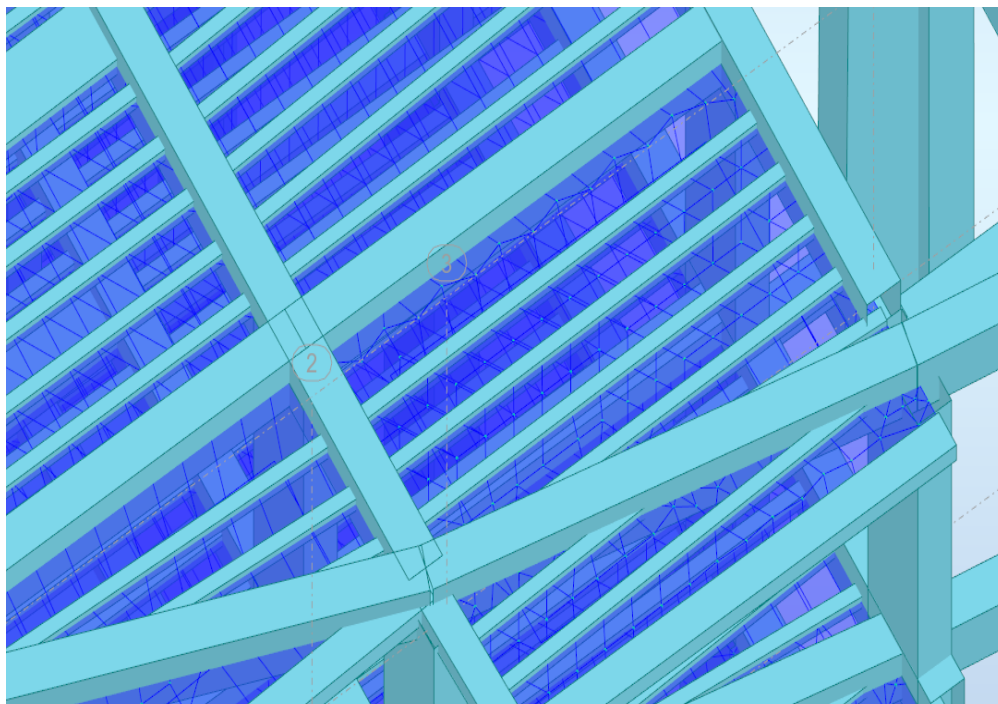


Figura 23 — Mala configuración y corrección de enmallado

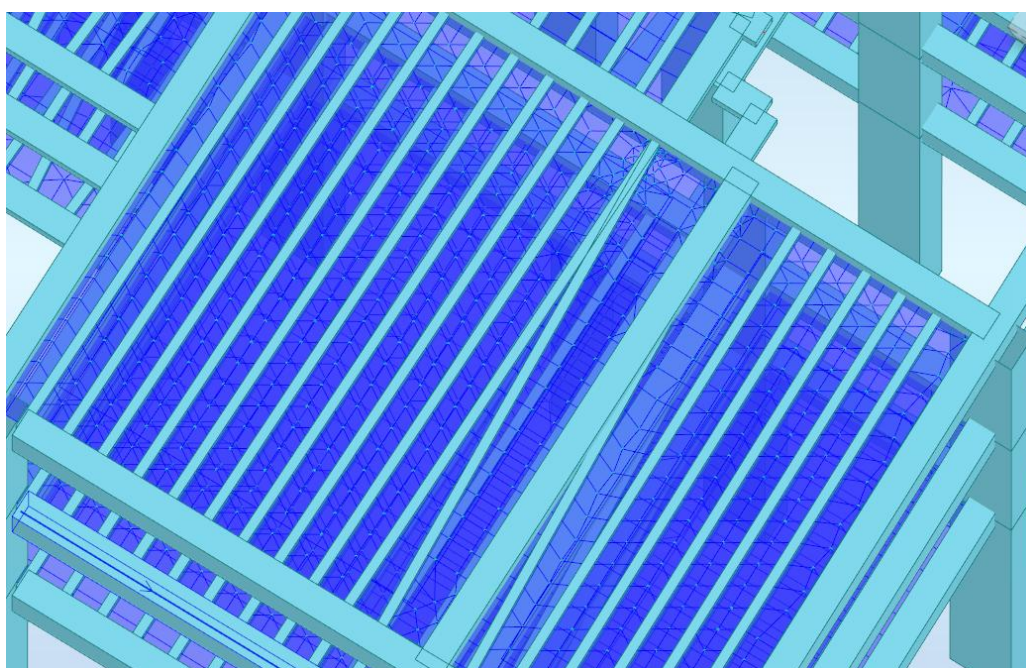


Figura 24 — Mala configuración y corrección de enmallado

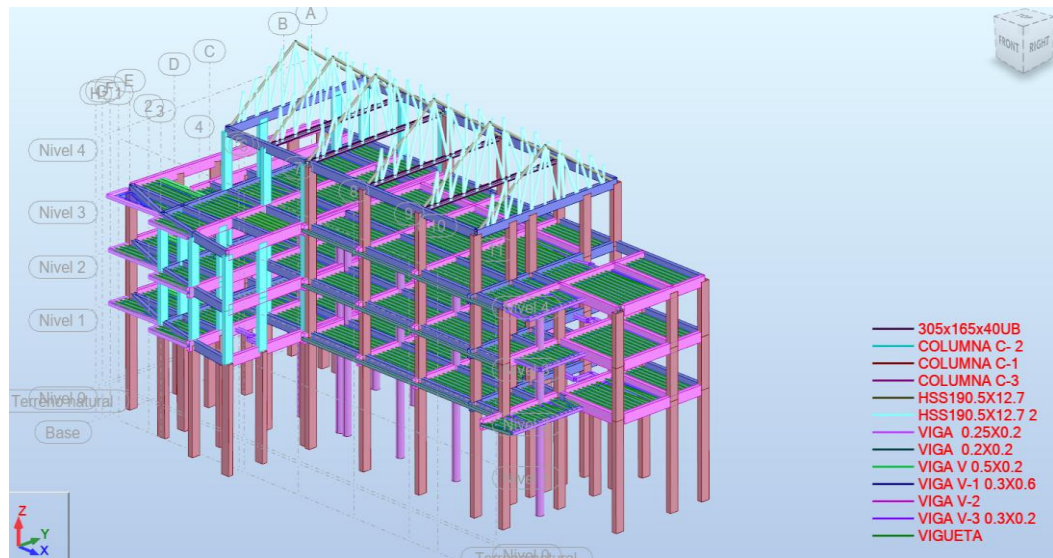


Figura 25 — Separación de elementos estructurales por colores

Como el traslado del programa Revit fue físico analítico, este no está configurado con las cargas y medidas, es por eso que se configura en Robot las unidades de medidas.

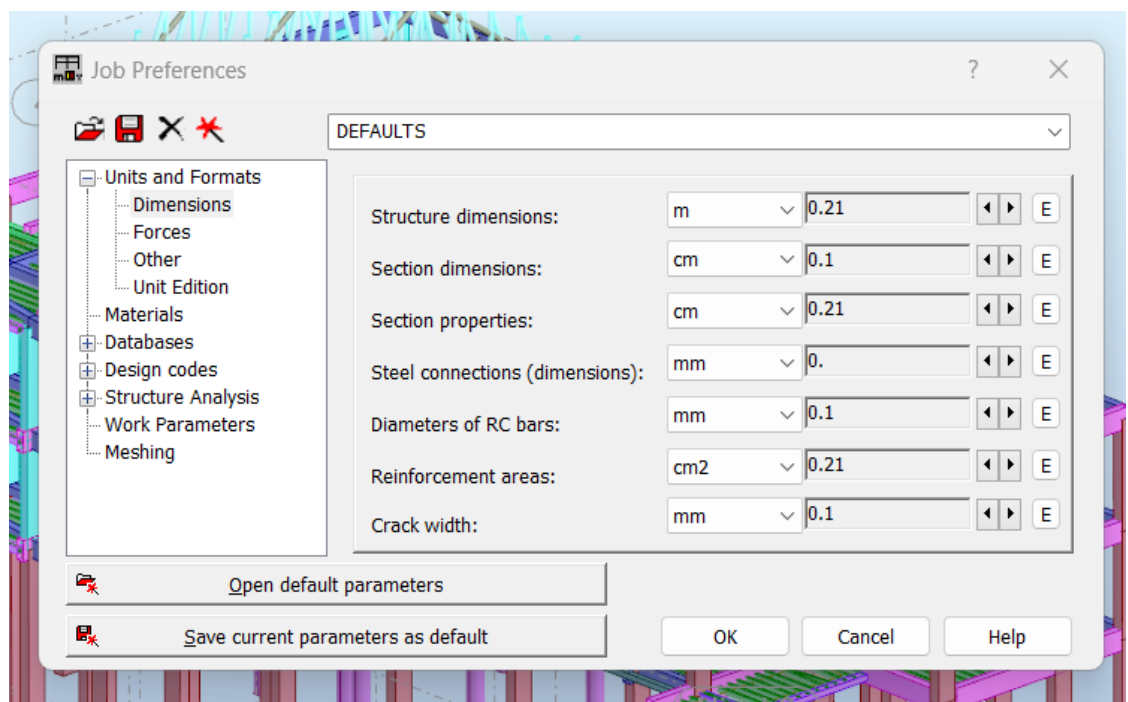


Figura 26 — Interfaz de la configuración de unidades de medida de dimensiones

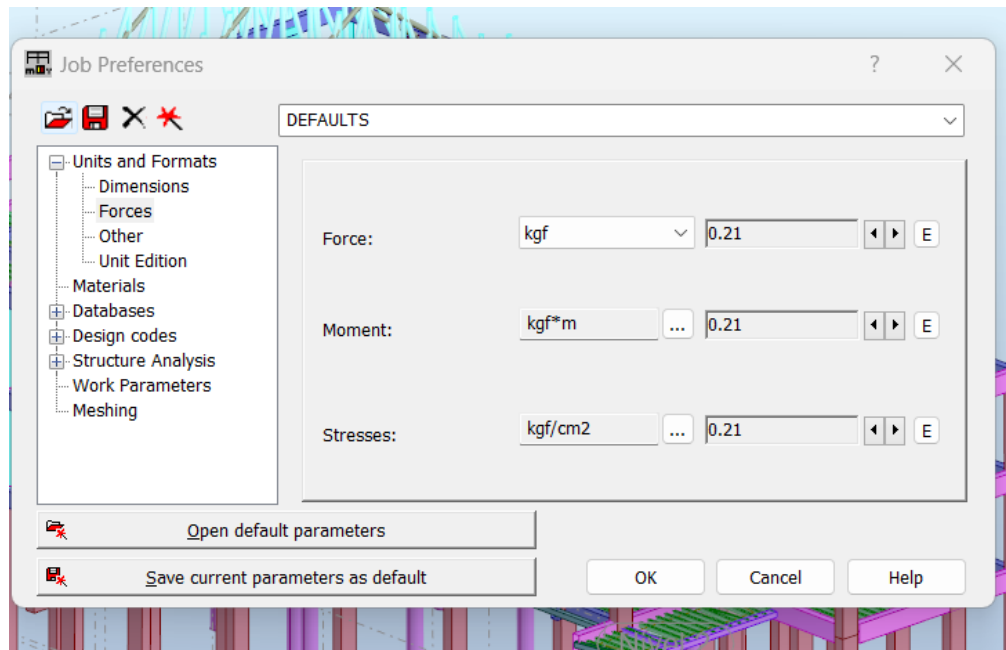


Figura 27 — Interfaz de la configuración de unidades de medida de Fuerza

Se verifica las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados.

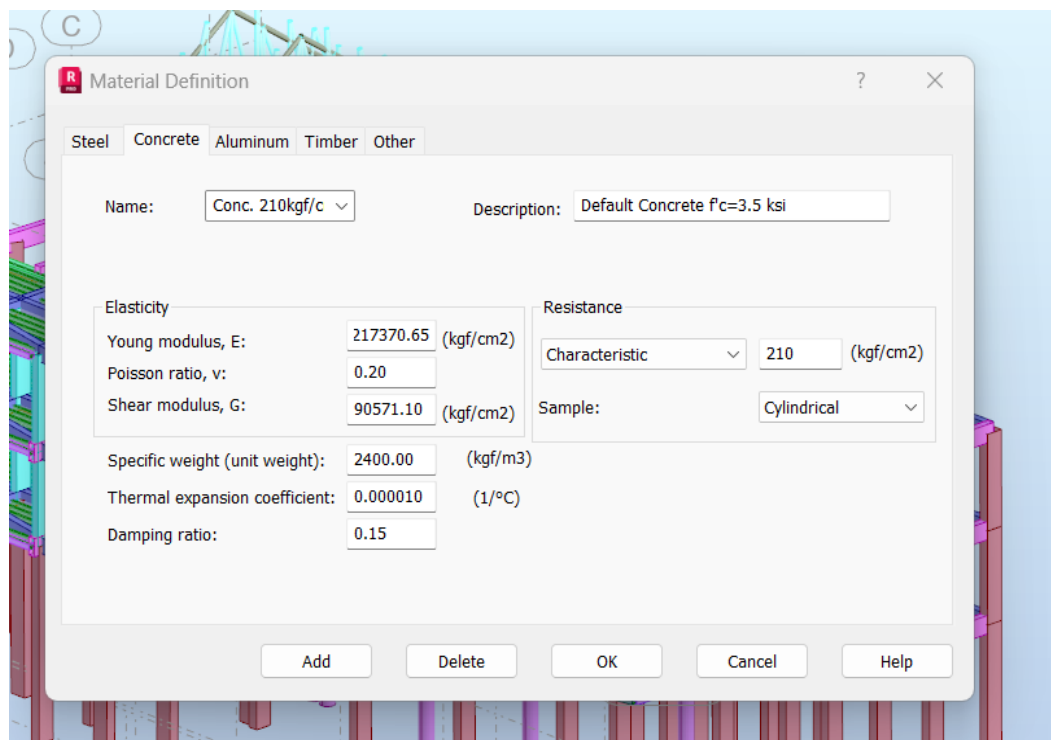


Figura 28 — Propiedades físicas y mecánicas del concreto y acero

Se va definir los apoyos estructurales como empotrados, en donde se seleccionan todas las bases de las columnas para después rigidizarlas.

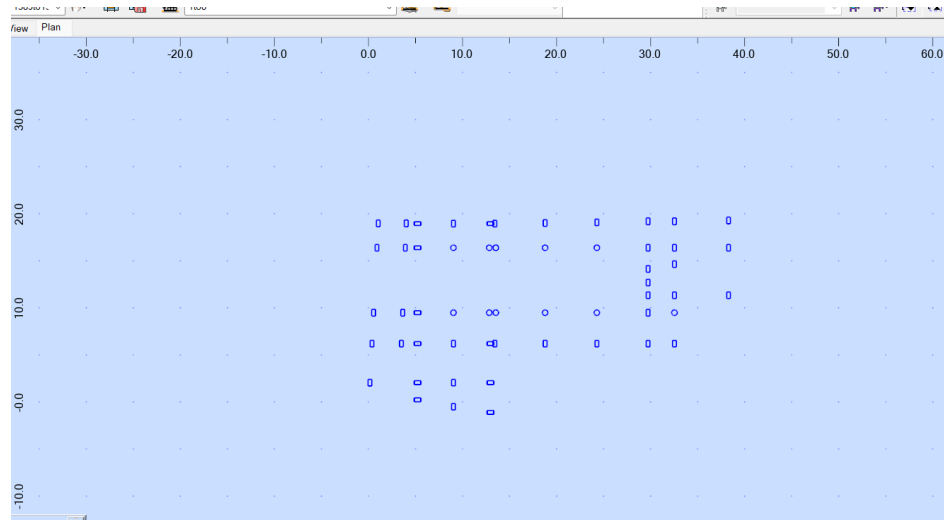


Figura 29 — Selección de las bases de las columnas

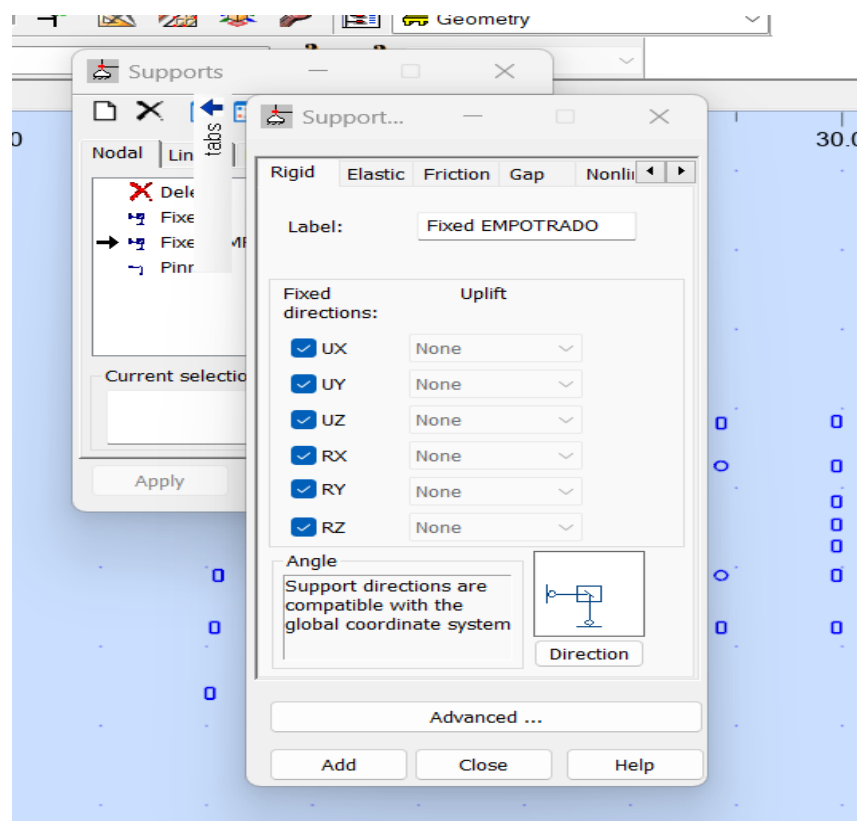


Figura 30 — Interfaz del tipo de apoyo seleccionado para la estructura

La asignación de cargas en Robot Structures implica varios pasos, que incluyen la identificación de las cargas relevantes según el código de diseño aplicable y las

condiciones de carga específicas del proyecto, la distribución de estas cargas en la estructura de acuerdo con su distribución real en el sistema, y la aplicación de factores de carga apropiados para considerar los efectos dinámicos y estáticos.

Este proceso se realiza utilizando las herramientas de modelado y análisis del programa, que permiten al usuario definir y aplicar cargas uniformemente distribuidas, cargas concentradas, cargas de viento, cargas sísmicas, entre otras, de manera precisa y eficiente. Además, el programa ofrece opciones avanzadas para la asignación de cargas, como la generación automática de cargas basada en el tipo de estructura y las condiciones de carga predefinidas.

Se creará las primeras dos asignaciones de Carga tanto Viva y Muerta, para el peso propio de la edificación lo calculará el mismo programa de acuerdo a los materiales asignados y se agregaran cargas extra tanto del piso terminado y tabiquería 200kgf/m² considerando las 2 asignaciones, para la carga viva nos iremos a la Norma E020 de metrado de cargas en donde nos indica que para tiendas se le agregara una carga de 500kgf/m².

Tiendas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)

Figura 31 — Apartado de cargas para tipo de edificación Norma E020

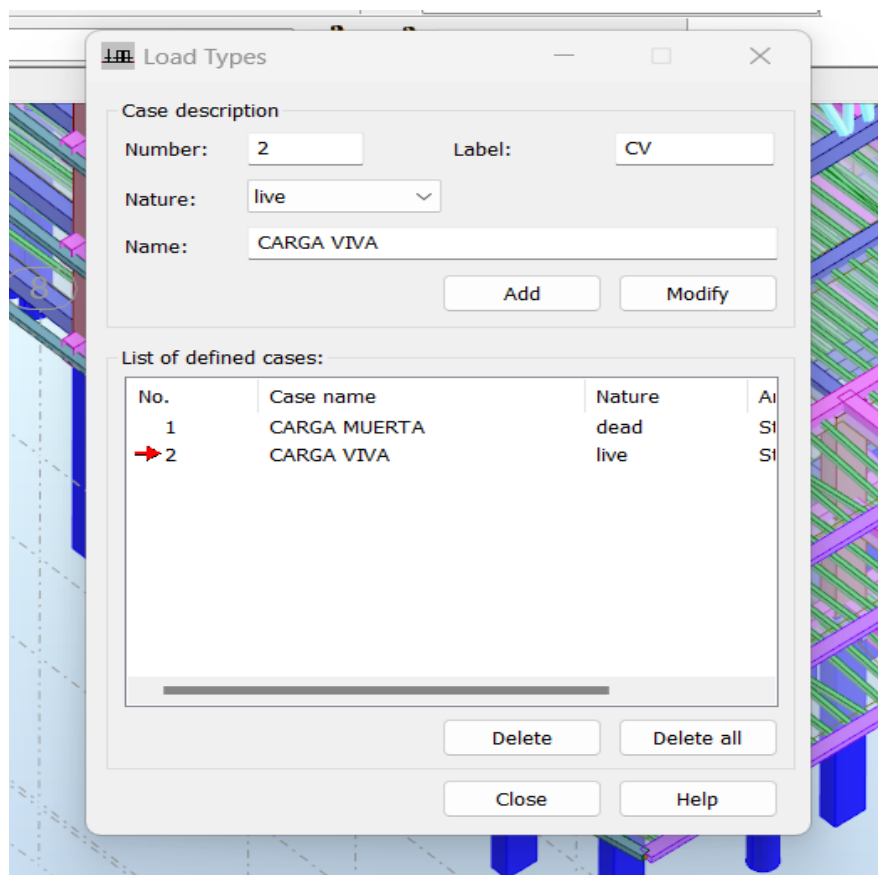


Figura 32 — Creación de carga tanto Viva y Muerta

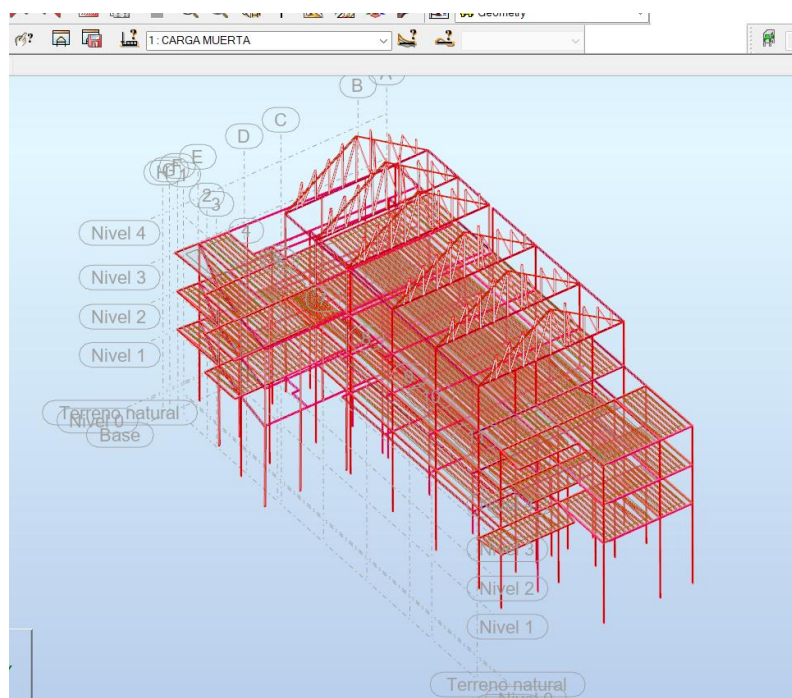


Figura 33 — Interfaz de asignación de carga muerta en la estructura

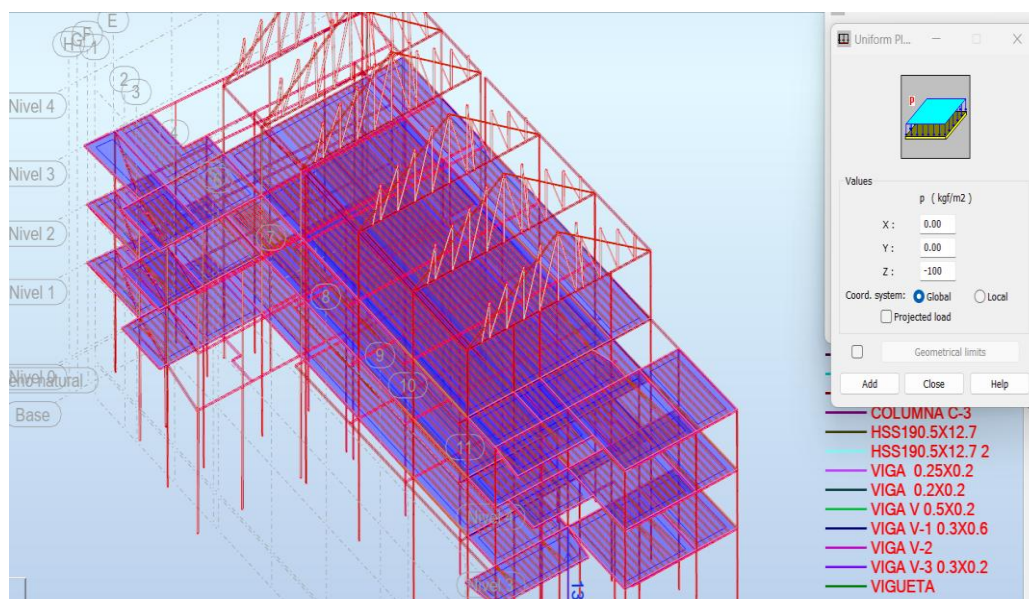


Figura 34 — Asignación de carga muerta

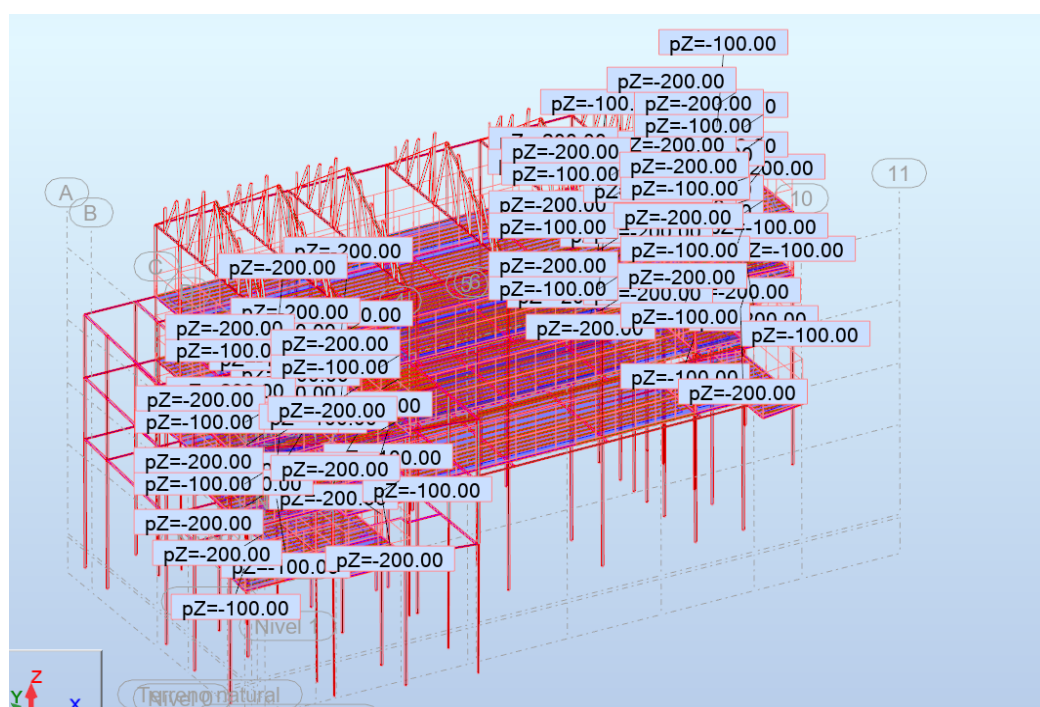


Figura 35 — Cargas en paneles de techo carga muerta

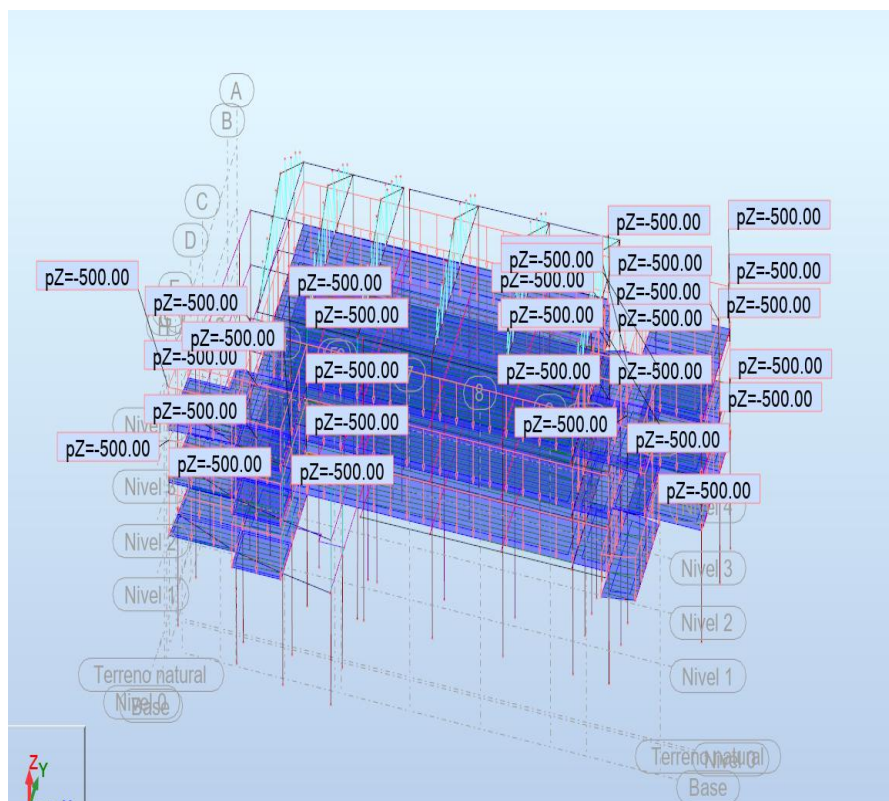


Figura 36 — Cargas en paneles de techo carga viva

Type	Number	Length (m)	Unit weight (kG/m)	Member weight (kG)	Total weight (kG)	Painting area (m2)
Concrete, C						
COLUMN	27	3.60	674.05	2426.57	65517	213.84
COLUMN	27	3.70	674.05	2493.97	67337	219.78
COLUMN	11	4.20	674.05	2831.00	31141	101.64
COLUMN	1	5.25	674.05	3538.75	3539	11.55
COLUMN	43	7.55	674.05	5089.06	218829	714.23
COLUMN	11	3.60	680.65	2450.34	26954	74.64
COLUMN	11	3.70	680.65	2518.41	27703	76.72
COLUMN	11	7.55	680.65	5138.92	56528	156.55
COLUMN	14	3.60	505.54	1819.93	25479	100.80
COLUMN	14	3.70	505.54	1870.48	26187	103.60
COLUMN	8	4.20	505.54	2123.25	16986	67.20
VIGA 0.2	1	2.59	96.29	249.40	249	2.07
VIGA 0.2	3	19.15	96.29	1844.00	5532	45.96
VIGA 0.2	3	1.27	120.37	152.86	459	3.43
VIGA 0.2	1	1.70	120.37	204.62	205	1.53
VIGA 0.2	2	1.89	120.37	227.49	455	3.40
VIGA 0.2	3	3.80	120.37	457.39	1372	10.26
VIGA 0.2	2	5.19	120.37	624.70	1249	9.34
VIGA 0.2	1	5.20	120.37	625.90	626	4.68
VIGA V 0.	3	4.91	240.73	1181.99	3546	20.62
VIGA V-1	2	1.28	433.32	554.64	1109	4.61
VIGA V-1	1	1.55	433.32	671.64	672	2.79
VIGA V-1	1	1.56	433.32	675.97	676	2.81
VIGA V-1	3	1.60	433.32	693.31	2080	8.64
VIGA V-1	1	1.69	433.32	732.30	732	3.04
VIGA V-1	1	1.70	433.32	736.64	737	3.06
VIGA V-1	2	2.80	433.32	1213.29	2427	10.08
VIGA V-1	6	3.85	433.32	1668.27	10010	41.58
VIGA V-1	3	3.92	433.32	1698.60	5096	21.17
VIGA V-1	1	3.94	433.32	1707.27	1707	7.09
VIGA V-1	4	3.95	433.32	1711.60	6846	28.44
VIGA V-1	3	4.00	433.32	1733.26	5200	21.60
VIGA V-1	1	4.15	433.32	1798.26	1798	7.47
VIGA V-1	2	4.16	433.32	1802.60	3605	14.98
VIGA V-1	2	4.29	433.32	1858.93	3718	15.44
VIGA V-1	1	4.65	433.32	2014.92	2015	8.37
VIGA V-1	1	4.82	433.32	2088.58	2089	8.68
VIGA V-1	3	5.04	433.32	2183.91	6552	27.22
VIGA V-1	4	5.35	433.32	2318.24	9273	38.52
VIGA V-1	3	5.36	433.32	2322.57	6968	28.94

Figura 37 — Peso de cada elemento estructural

El comportamiento de un sistema estructural está influenciado por la interacción entre sus diferentes componentes. Al asignar un diafragma rígido al techo, se puede capturar de manera más precisa el comportamiento global de la estructura durante el análisis, lo que permite evaluar cómo se distribuyen las cargas horizontales y cómo afectan a toda la estructura.

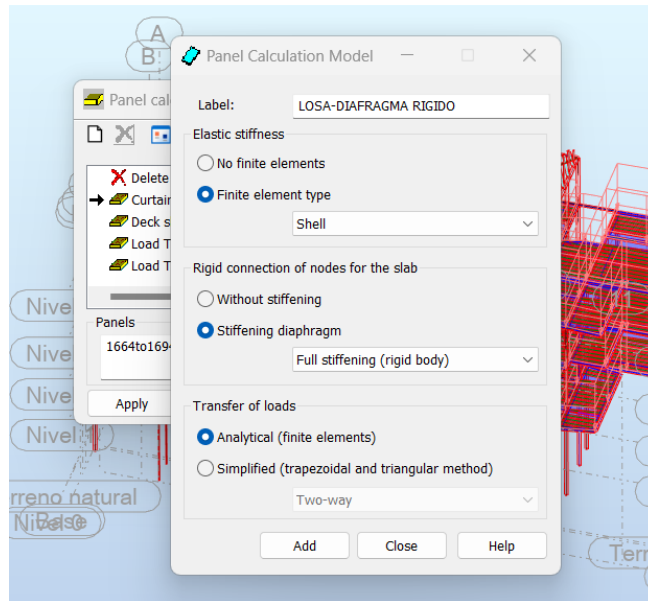


Figura 38 — Asignación de diafragmas rígidos a losas

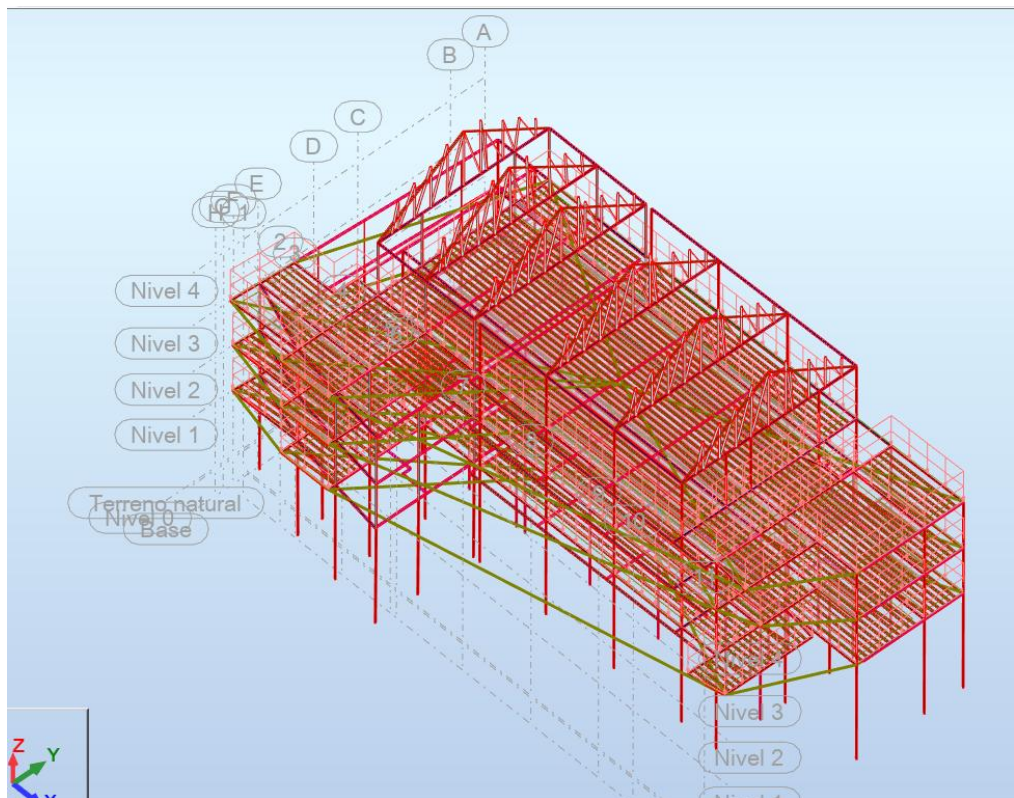


Figura 39 — Interfaz de asignación de diafragma rígido

5.2.6 Plan de ejecución BIM, en 4D

Para poder fortalecer el plano estructural, mediante modelado ya configurado en Robot un análisis sismo dinámico.

Primero se crearán cargas modales la cual el programa nos pide parámetro de diseño como el número de nodos que está en relación de los grados de libertad, 3 por cada piso, tolerancia de 0.0001 y el número de iteraciones que está en función del programa.

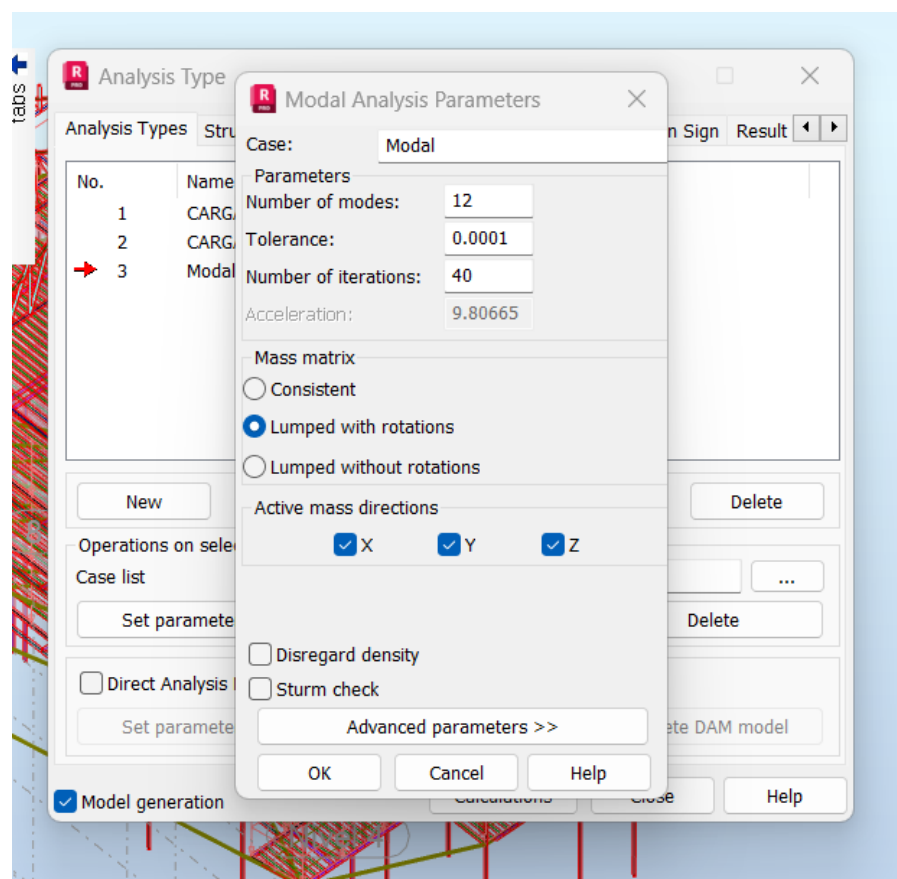


Figura 40 — Creación de la carga modal

En cuanto a al porcentaje de masas que participaran en la estructura será de acuerdo a la Norma E030 que indica que para la importancia de nuestro tipo de estructura es de 100% de carga muerta y 50% de carga viva.

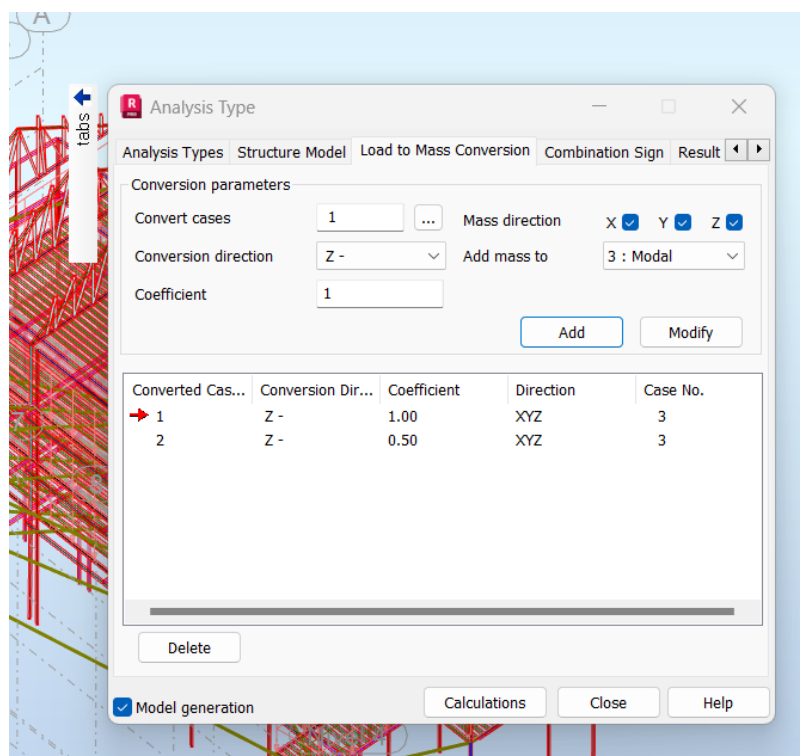


Figura 41 — Asignación de porcentaje de masa

La creación de nuestro espectro de diseño es la presentación gráfica de las fuerzas sísmicas o de sismo que actúan sobre una estructura en función de la ubicación geográfica y las características del suelo. Este espectro se utiliza en el proceso de diseño estructural para determinar las cargas sísmicas que deben tenerse en cuenta al diseñar una estructura para resistir eventos sísmicos.

En el programa Robot Estructuras, el espectro de diseño se puede generar y visualizar utilizando herramientas específicas que toman en cuenta parámetros como la ubicación geográfica del proyecto, la categoría de suelo, el nivel de peligrosidad sísmica o de viento, y las características de la estructura. El espectro de diseño proporciona una representación gráfica de las aceleraciones máximas esperadas en diferentes períodos de retorno, lo que permite al ingeniero estructural evaluar y dimensionar adecuadamente los elementos de la estructura para resistir las fuerzas sísmicas o de viento esperadas.

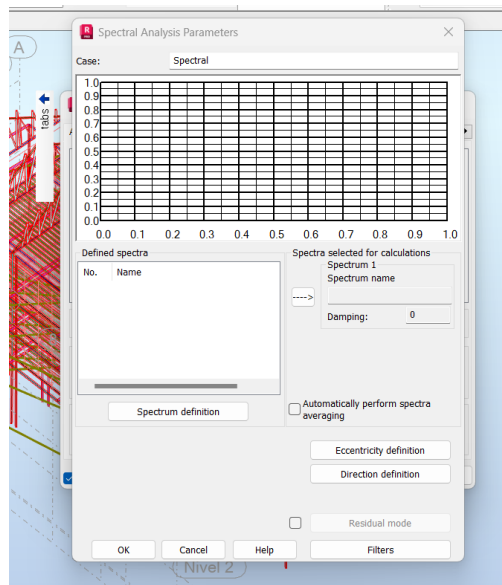


Figura 42 — Análisis de creación de nuestro espectro de diseño eje x

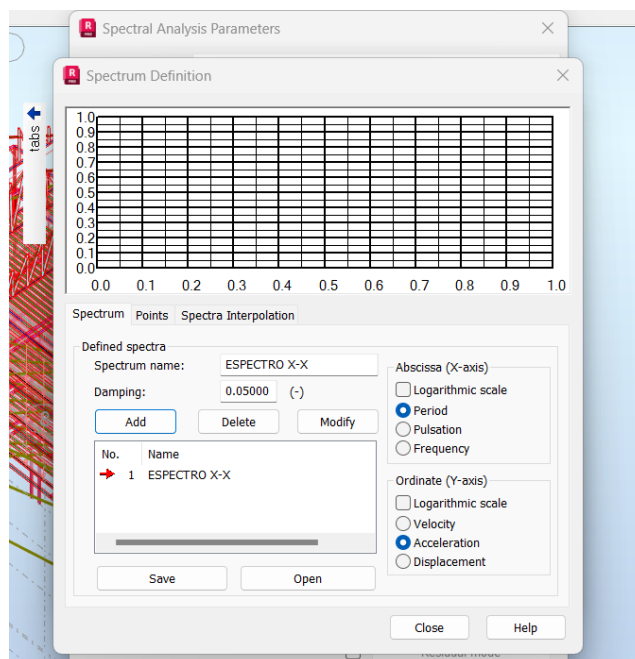


Figura 43 — Creación del primer caso de carga espectral eje x

Para la colocación de los datos que están en función del periodo y aceleración se generará una hoja de cálculo en block de notas de acuerdo con la norma E030 de sismo, para después pasarlo al programa.



Figura 44 — Mapa geográfico de zonas sísmicas del Perú

Se escogerá el valor de Z de acuerdo con la Zona en donde está ubicada nuestra edificación, Apurímac considerada zona

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura 45 — Tabla de valores de acuerdo con cada zona

El tipo de suelo nos indicará el perfil del suelo y de acuerdo a la siguiente tabla se escogerá este valor.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Figura 46 — Valor del perfil del suelo y zona sísmica

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL.

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _P " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Figura 47 — Tabla de valores de TP Y TL

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar U = 1.

B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1,3
Edificaciones Importantes	También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	

Figura 48 — Tabla de valores de importancia de edificación

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R0 que corresponda.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los

Figura 49 — Tabla de valores de reducción sísmicas

CONSIDERANDO UNA ZONA SISMICA DE Z4, SUELO S1 Y UNA EDIFICACION DESTINADA A CENTROS COMERCIALES			
Perfil de Suelo	S2	R	6
Zona Sismica	Z3		
Categoría	B		
Z	0.35		
T_p (s)	0.6		
TL (s)	2		
Factor de suelo "S"	1.15		
Factor de Uso "U"	1.3		
Rx	6		
Ry	6		
FACTOR=ZUSg/R			0.85551

Figura 50 — Resultados de la cortante basal para el análisis sísmodinámico

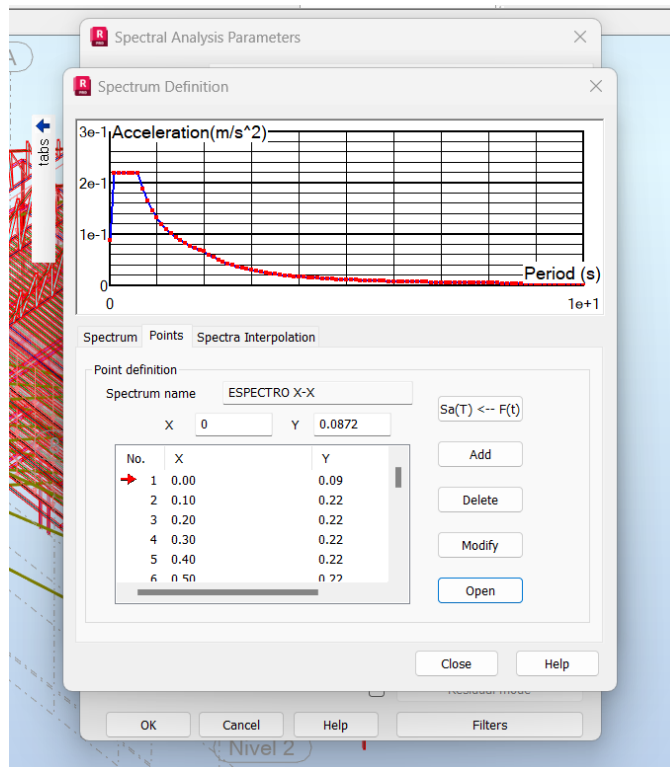


Figura 51 — Colocación de espectro de diseño de acuerdo con cálculos ejex

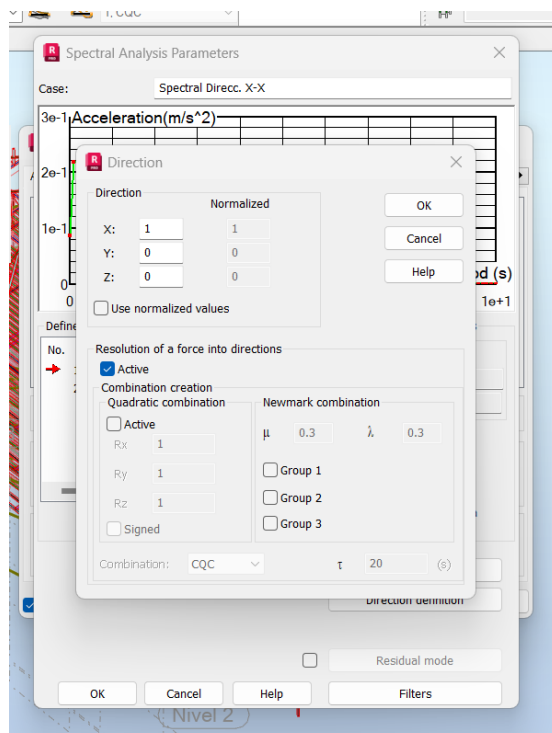


Figura 52 — Dirección de análisis eje x

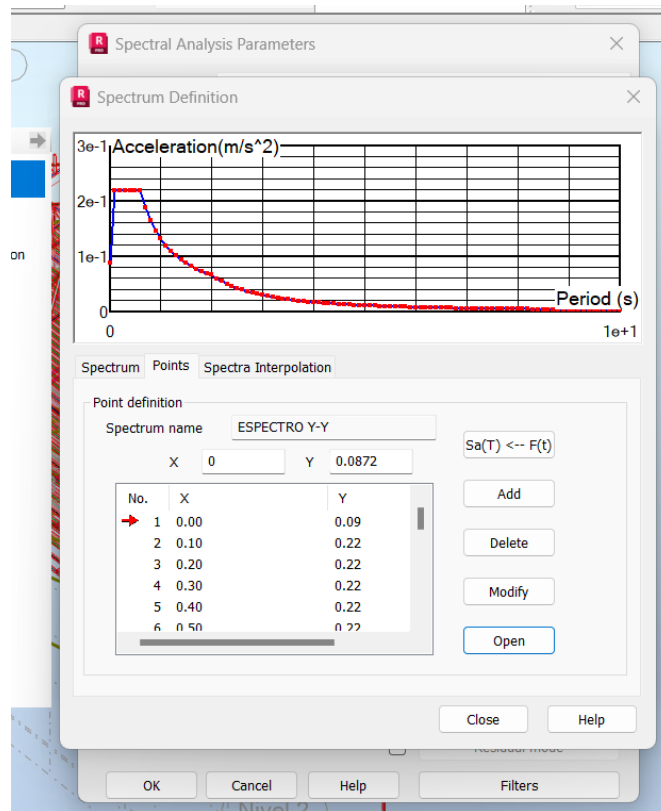


Figura 53 — Colocación de espectro de diseño de acuerdo con cálculos eje y

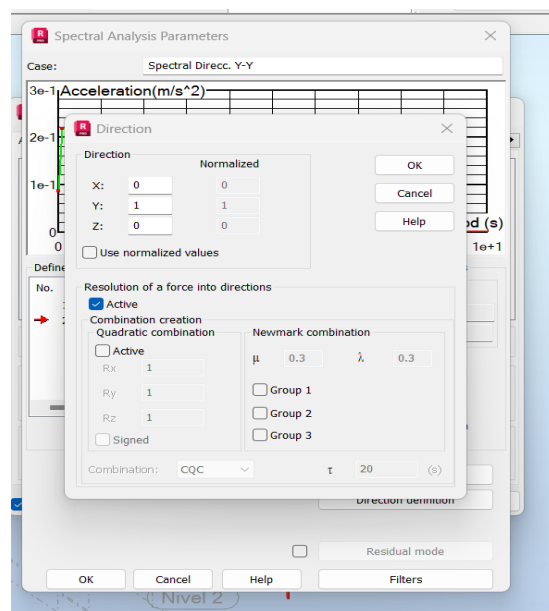


Figura 54 — Dirección de análisis eje y

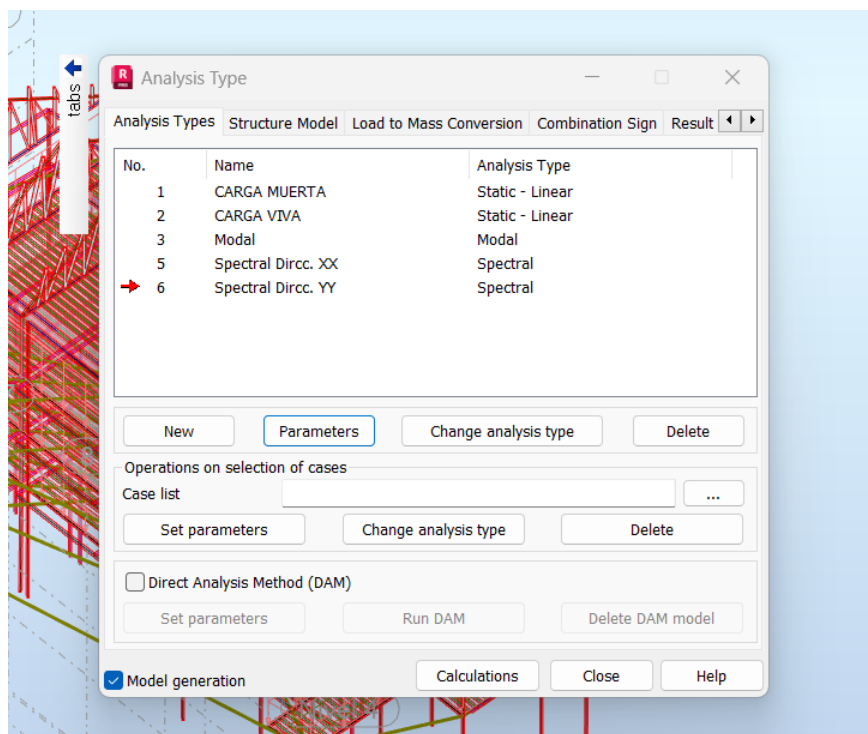


Figura 55 — Interfaz de modos de carga

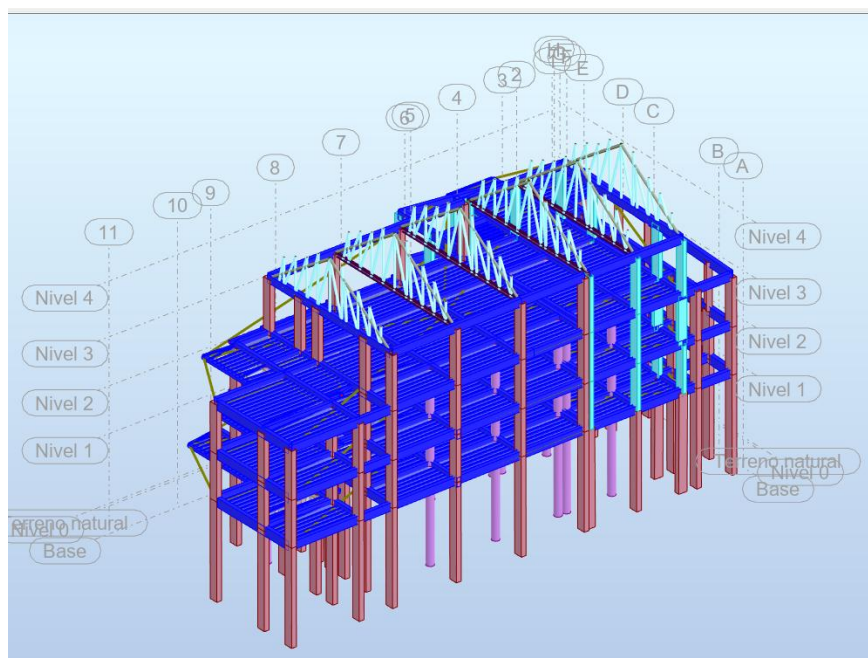


Figura 56 — Isométrico 3D

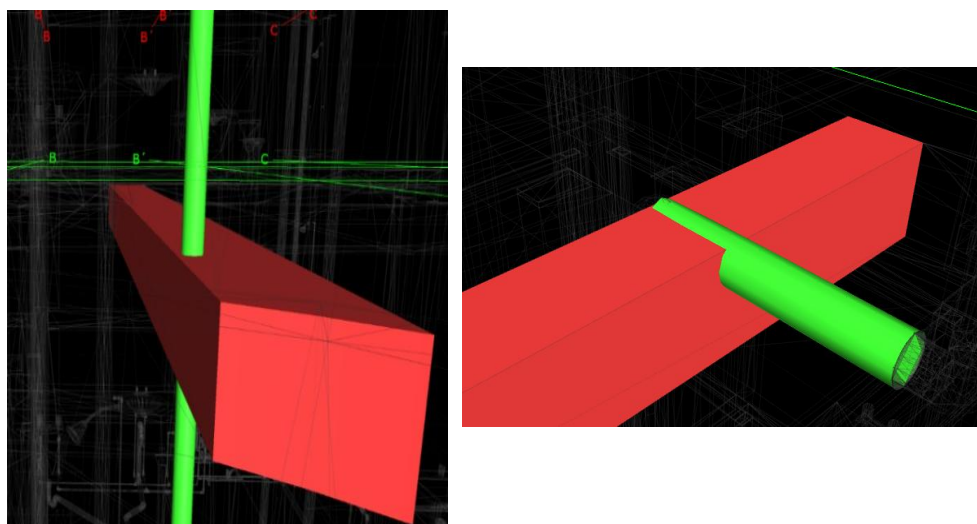
5.2.7 Influencia para coordinar modelos virtuales y detección de conflictos entre la arquitectura y estructuras a través de un modelo federado en Navisworks

Imagen	Nombre de conflicto	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Punto de conflicto	Elemento 1				Elemento 2			
						ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto21	-0.102	B-3 : 00. N.F.P. + 0.00 m	Estático	x:6.450, y:15.988, z:0.921	ID de elemento: 601141	01. Nivel 1 + 1.05 m	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 1057789	02. N.PT.+1.05 PISO 01	Pavco Sanitaria	Sólido
	Conflicto38	-0.084	B-3 : 00. N.F.P. + 0.00 m	Estático	x:7.350, y:15.902, z:0.947	ID de elemento: 601755	01. Nivel 1 + 1.05 m	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 1045313	02. N.PT.+1.05 PISO 01	Pavco Sanitaria	Sólido
	Conflicto44	-0.079	B-5 : 00. N.F.P. + 0.00 m	Estático	x:6.150, y:6.269, z:0.943	ID de elemento: 605533	01. Nivel 1 + 1.05 m	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 1051598	02. N.PT.+1.05 PISO 01	Pavco Sanitaria	Sólido
	Conflicto57	-0.067	B-5 : 00. N.F.P. + 0.00 m	Estático	x:6.450, y:6.191, z:0.917	ID de elemento: 605533	01. Nivel 1 + 1.05 m	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 1050426	02. N.PT.+1.05 PISO 01	Pavco Sanitaria	Sólido
	Conflicto61	-0.066	B-3 : 00. N.F.P. + 0.00 m	Estático	x:7.609, y:16.700, z:0.967	ID de elemento: 602847	01. Nivel 1 + 1.05 m	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 1045851	02. N.PT.+1.05 PISO 01	Pavco Sanitaria	Sólido
	Conflicto62	-0.062	B-3 : 00. N.F.P. + 0.00 m	Estático	x:9.981, y:16.450, z:0.953	ID de elemento: 602847	01. Nivel 1 + 1.05 m	Hormigón, Moldeado in situ, gris	Sólido	ID de elemento: 1048416	02. N.PT.+1.05 PISO 01	Pavco Sanitaria	Sólido

NOTA

La figura muestra el informe de conflictos generado desde el programa Navisworks 2022.

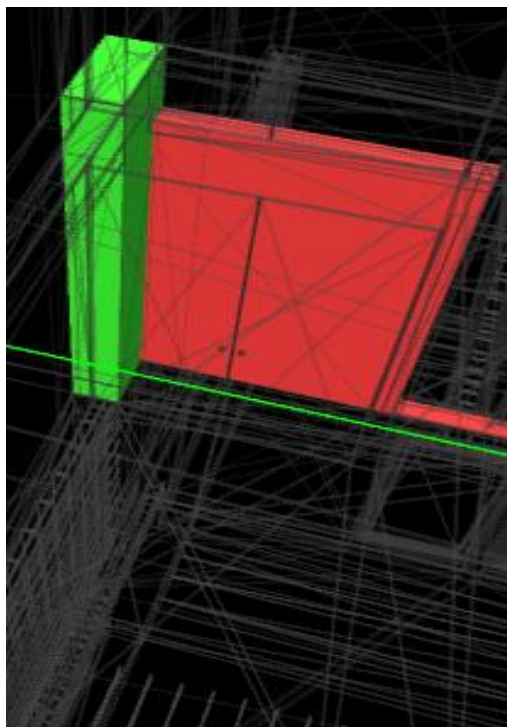
Figura 57 — Informe de conflicto entre las especialidades de Estructuras e IISS



NOTA

La figura muestra tuberías de desagüe que atraviesan vigas de losa tanto en sentido vertical como en horizontal.

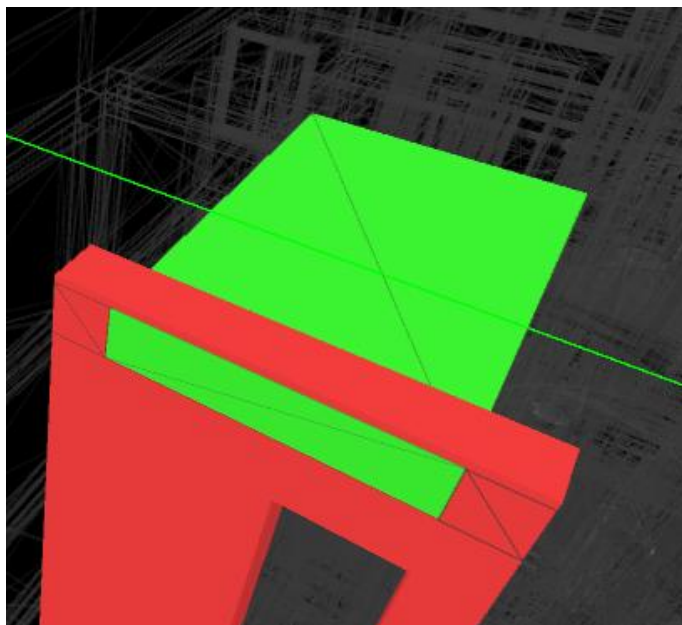
Figura 58 — Conflictos de mayor relevancia entre Estructuras e IISS



NOTA

La figura muestra que una puerta que se empotro a un muro.

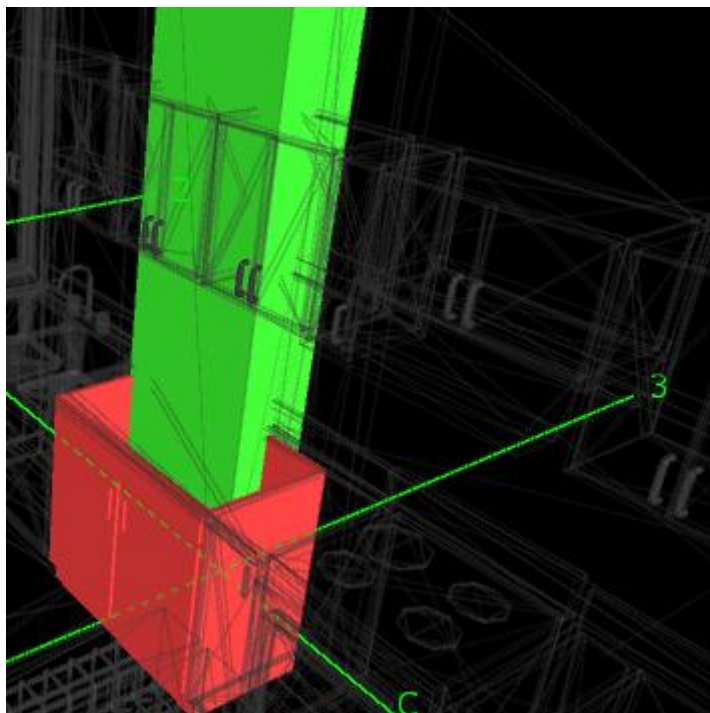
Figura 59 — Interferencia columna y puerta



NOTA

La figura muestra que la claraboya está mal colocada en un muro portante.

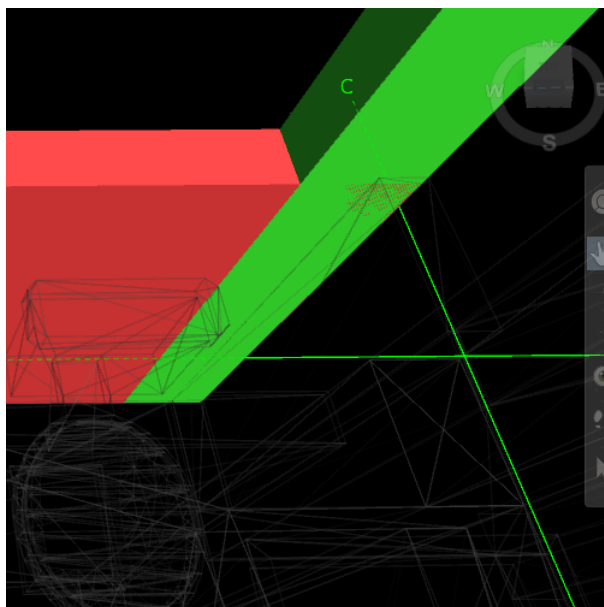
Figura 60 — Interferencia claraboya y muro portante



NOTA

La figura muestra que un mueble de cocina está mal colocado en una columna.

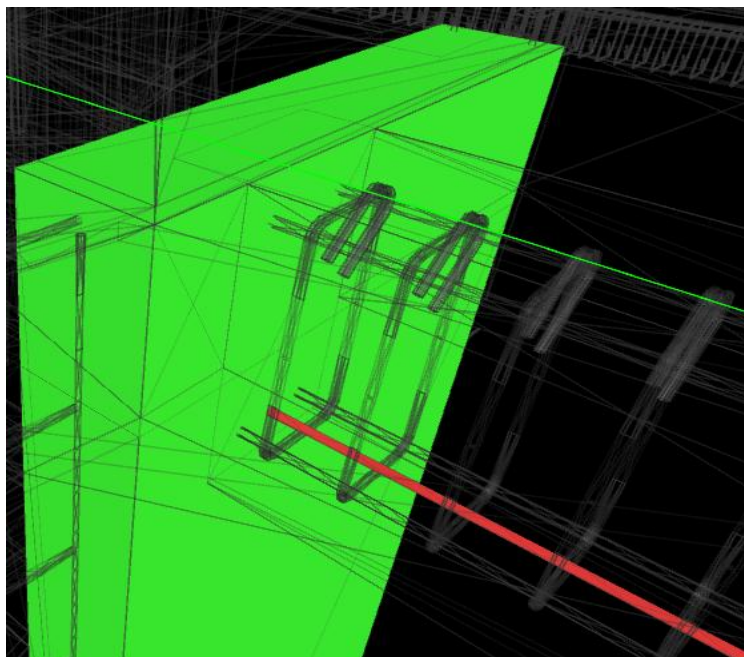
Figura 61 — Interferencia columna y mueble de cocina



NOTA

La figura muestra que un mueble esta empotrado en una columna.

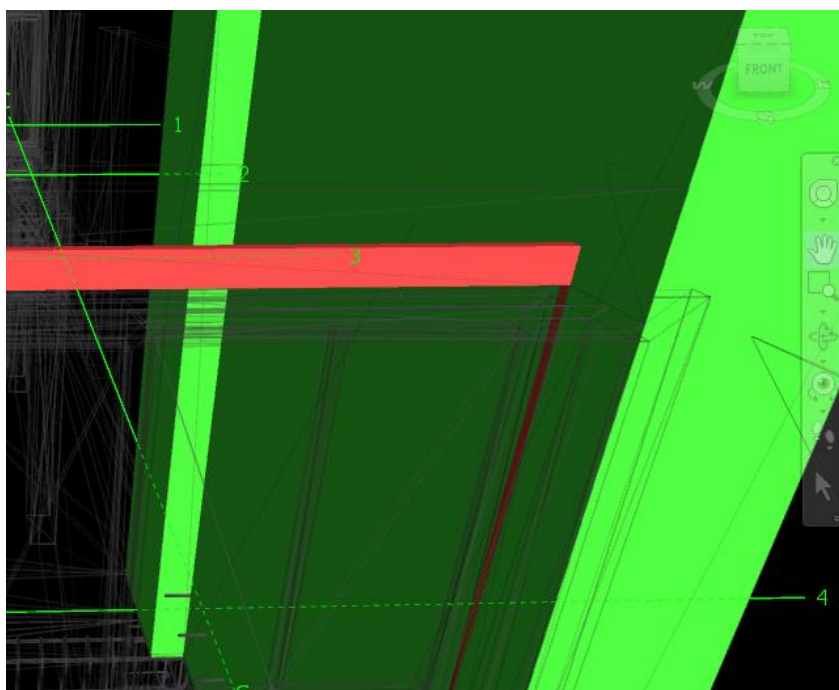
Figura 62 — Mueble mal empotrado en columna



NOTA

La figura muestra que el acero de una viga está atravesando en una puerta.

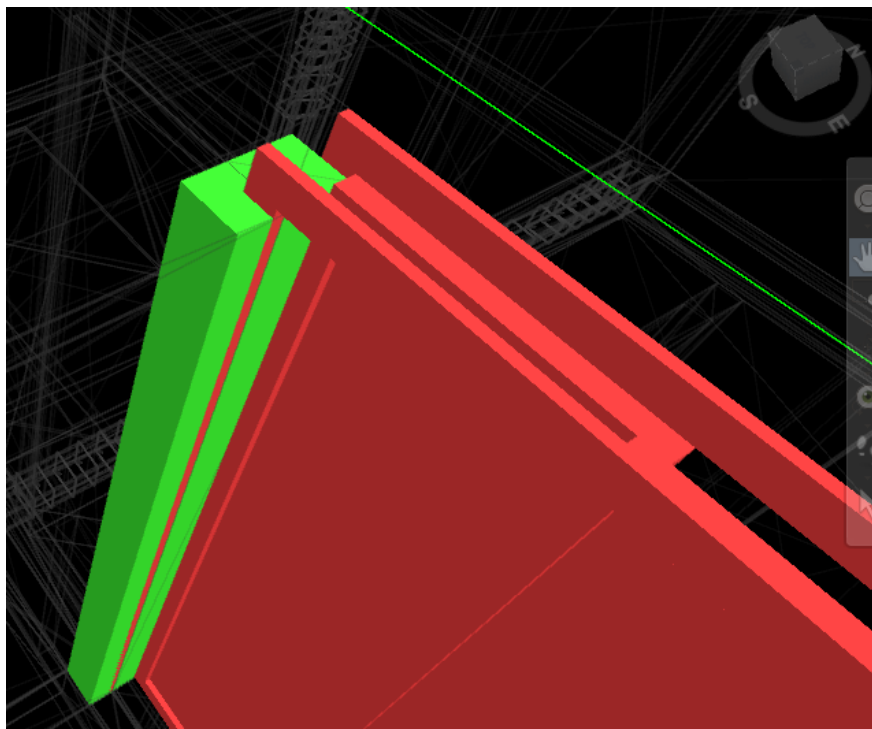
Figura 63 — *Acero mal colocado en puerta*



NOTA

La figura muestra que la ventana está mal colocada en un muro portante.

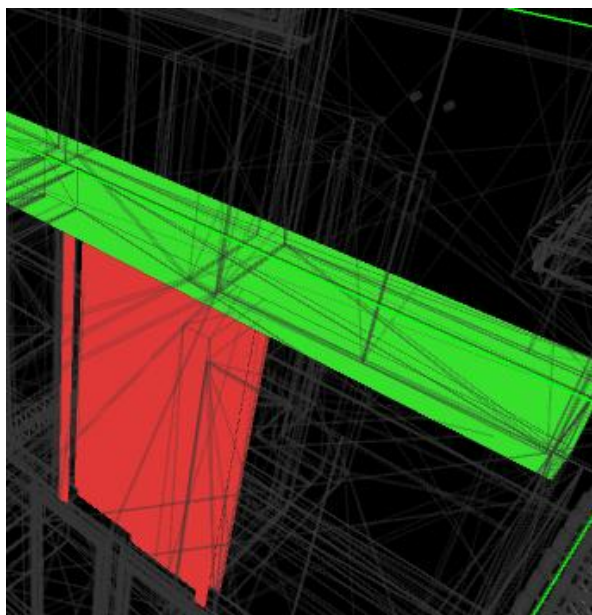
Figura 64 — Marco de ventana mal empotrado en columna



NOTA

La figura muestra que la puerta de closet está atravesando la columna.

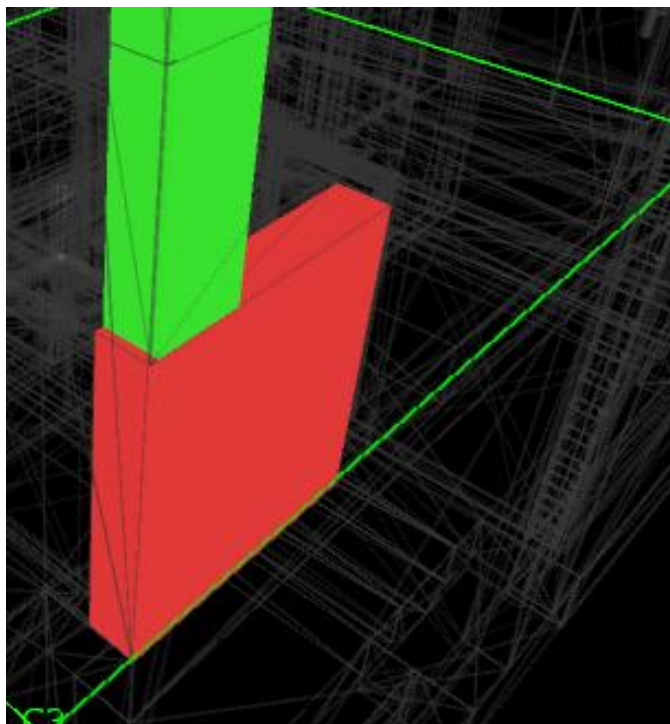
Figura 65 — Marco de puerta mal empotrado en columna



NOTA

La figura muestra que la claraboya está mal colocada en un muro portante.

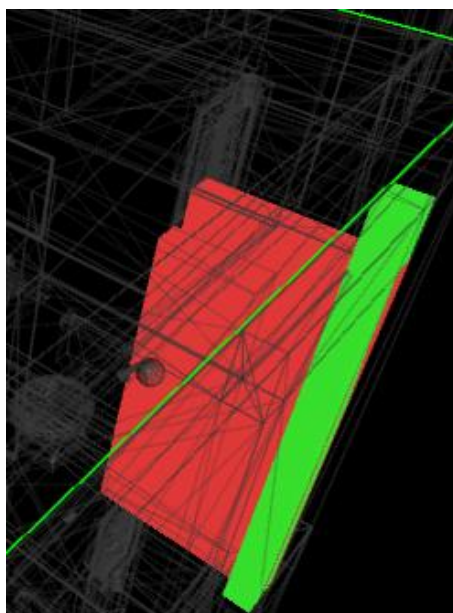
Figura 66 — Interferencia viga puerta



NOTA

La figura muestra que un repostero está atravesando una columna.

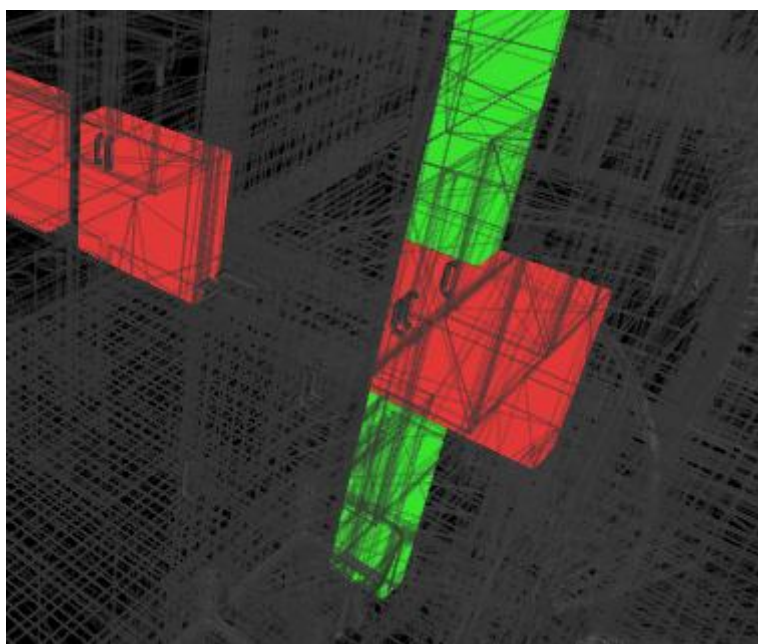
Figura 67 — Interferencia columna y repostero



NOTA

La figura muestra que una puerta está empotrada en una columna.

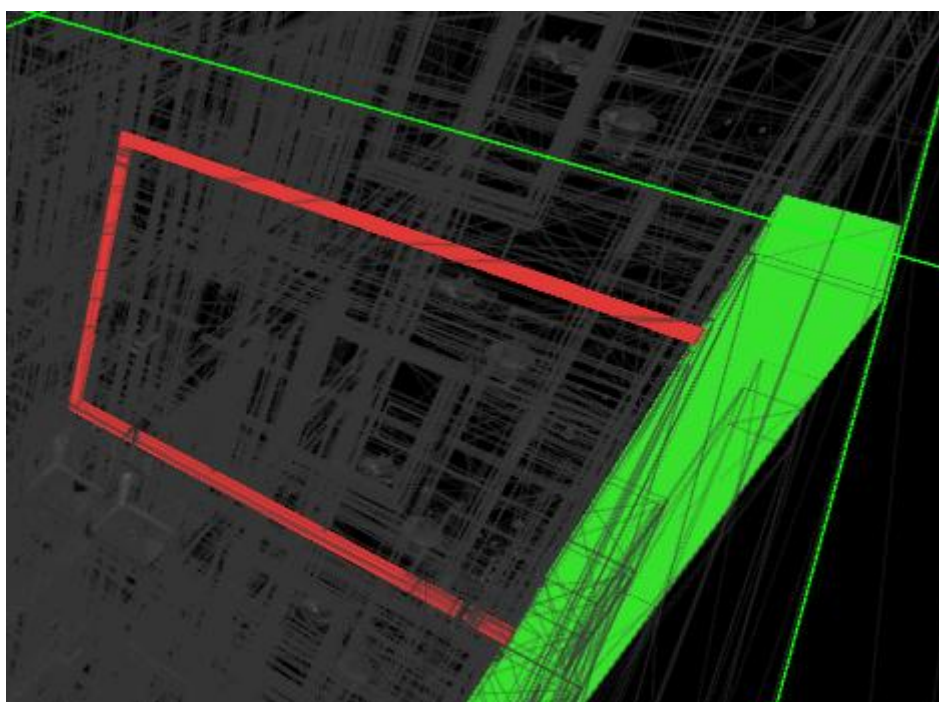
Figura 68 — Interferencia columna puerta



NOTA

La figura muestra que un repostero alto está atravesando una columna.

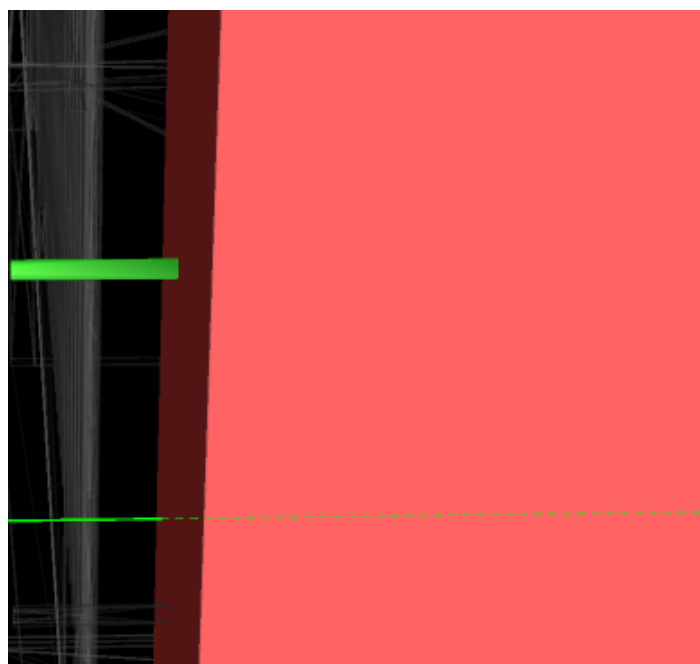
Figura 69 — Interferencia columna y repostero de cocina



NOTA

La figura muestra un marco de ventana empotrada en uno de los lados de la columna.

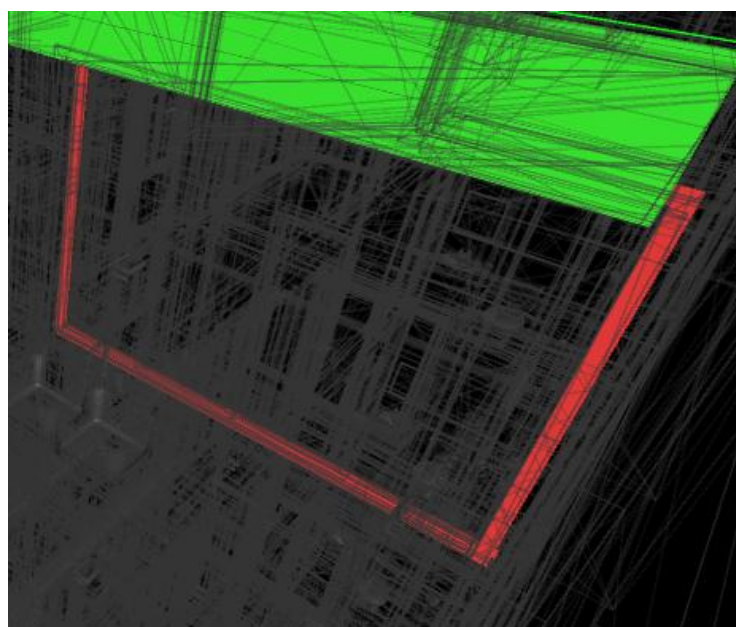
Figura 70 — Interferencia marco de ventana y columna



NOTA

La figura muestra una tubería atravesando la viga estructural.

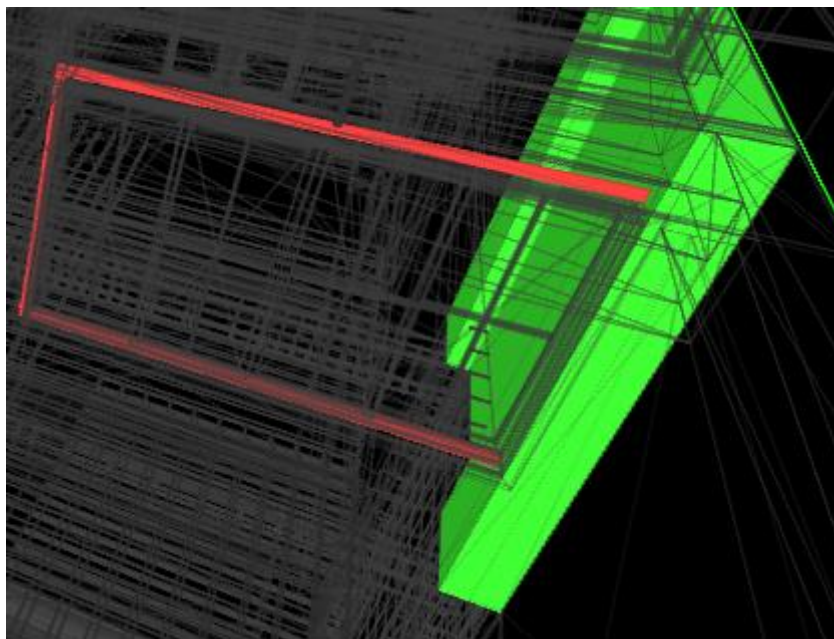
Figura 71 — Tubería mal colocada en viga



NOTA

La figura muestra un marco de ventana empotrada en uno de los lados de la viga.

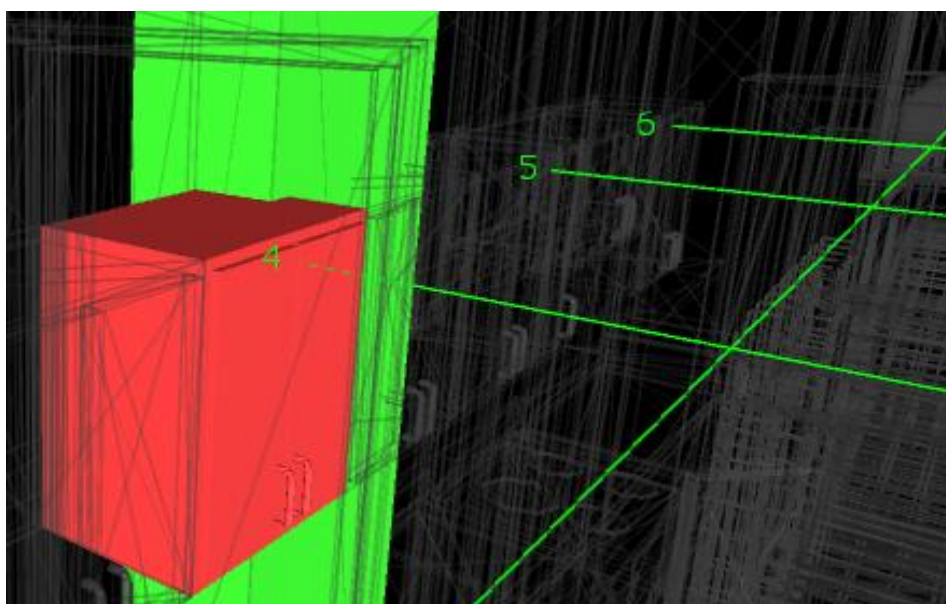
Figura 72 — Interferencia marco de ventana y viga



NOTA

La figura muestra un marco de ventana empotrada en un muro portante.

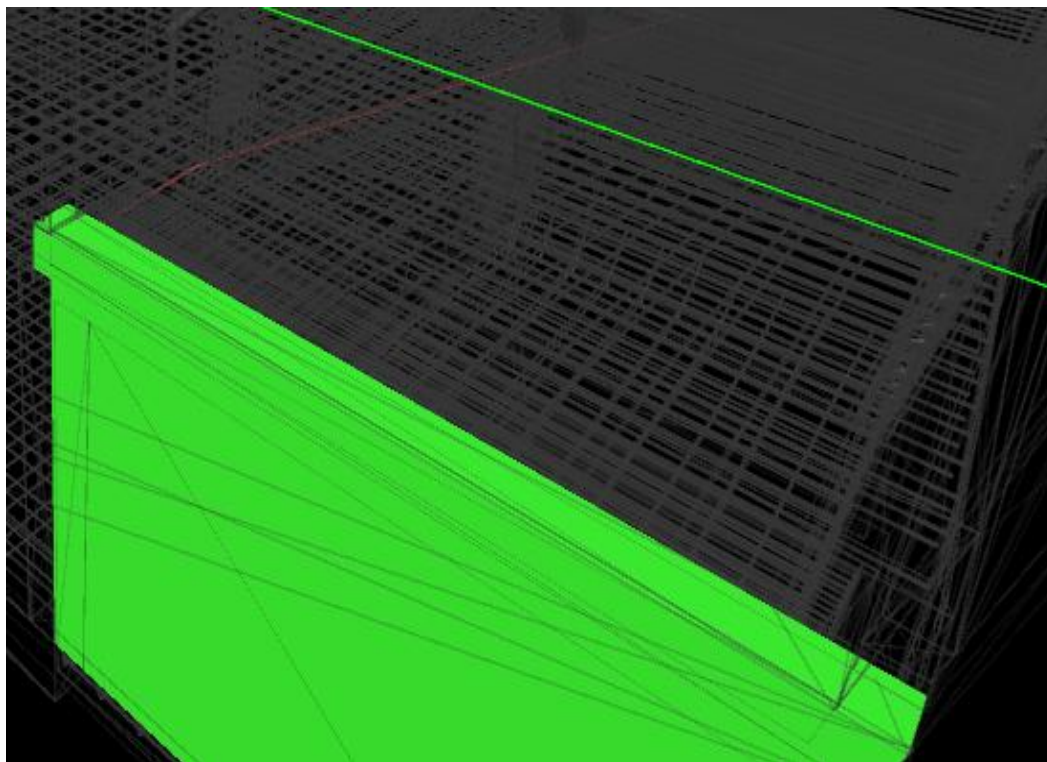
Figura 73 — Interferencia marco de ventana y muro portante



NOTA

La figura muestra un repostero alto atravesando en uno de los lados de la columna.

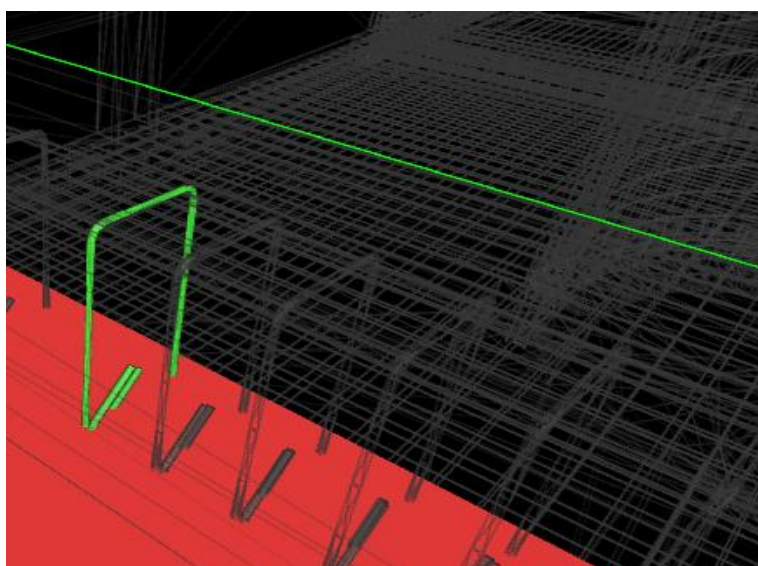
Figura 74 — Interferencia repostero alto con columna



NOTA

La figura muestra acero atravesando el drenaje

Figura 75 — Interferencia drenaje y acero



NOTA

La figura muestra estribo de viga travesando una puerta.

Figura 76 — Interferencia puerta y estribo

5.3 Discusión

El objetivo principal de este trabajo es determinar la influencia de la Metodología Building Information Modeling para mejorar el diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac. Donde mediante los objetivos específicos se obtiene como resultado que la eficiencia en el diseño mejora en la colaboración, reduce errores, optimiza recursos, ayuda a planificar materiales, garantiza costos más precisos, optimiza los plazos de entrega de trabajos, acelera los procesos y ayuda a mantener una mejor actualización de datos.

La Metodología Building Information Modeling (BIM): es un enfoque integral que utiliza un modelo digital tridimensional para gestionar información sobre el ciclo de vida de un edificio. En el caso del centro comercial, se aplica para crear un modelo estructural que incluya todos los elementos relevantes, desde la planificación inicial hasta el mantenimiento post-construcción.

- Mejoras en el diseño estructural:

Visualización precisa: El uso de modelos 3D permite a los diseñadores y a otros interesados visualizar cómo se integrarán los elementos estructurales con el resto del proyecto.

Análisis estructural: BIM facilita el uso de herramientas de análisis que evalúan la resistencia y el comportamiento estructural del diseño antes de la construcción.

La influencia del Plan de Ejecución BIM y Planificación 4D: establece los procesos, estándares y herramientas que se utilizarán en el proyecto, asegurando que todos los miembros del equipo estén alineados en sus objetivos y métodos. Al añadir la dimensión temporal a los modelos, se pueden simular las secuencias de construcción y visualizar cómo las actividades se desarrollarán en el tiempo.

- Resultados observados:

Mejora en la logística de construcción: La planificación 4D permite anticipar la necesidad de recursos y coordinar actividades, minimizando conflictos en el cronograma.

Identificación de riesgos temporales: Se pueden detectar potenciales retrasos o cuellos de botella en la ejecución, permitiendo tomar decisiones proactivas.

Coordinación de Modelos Virtuales y Detección de Conflictos con Navisworks:

- Modelos federados: La integración de modelos de diferentes disciplinas en un único entorno de trabajo facilita la coordinación y la revisión de los diseños.
- Detección de conflictos: Navisworks permite identificar interferencias entre los modelos arquitectónicos y estructurales antes de la construcción, lo que es crucial para evitar errores.
- Reducción de errores en el sitio: La identificación temprana de conflictos evita modificaciones costosas durante la construcción.
- Colaboración efectiva: Fomenta un trabajo conjunto entre arquitectos, ingenieros y contratistas, mejorando la comunicación y el entendimiento de las necesidades de cada disciplina.

Siendo así que se encontró que el objetivo general y específicos contribuyen significativamente a fortalecer el plano estructural del proyecto al permitir una mejor visualización y coordinación de las actividades de construcción en el tiempo. Además, la coordinación de modelos virtuales y la detección de conflictos entre arquitectura y estructuras a través de modelos federados en Navisworks se identificó como una práctica clave para optimizar la colaboración y evitar errores durante la ejecución del proyecto.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La metodología BIM ha demostrado ser altamente beneficiosa para mejorar el diseño estructural de un proyecto. Desde la elaboración de modelos 3D detallados hasta la planificación 4D y la coordinación de modelos virtuales, cada aspecto de la metodología BIM ha contribuido a una mayor eficiencia, precisión y calidad en el proceso de diseño y construcción de estructuras. Estos hallazgos subrayan la importancia de adoptar enfoques innovadores y tecnológicos para enfrentar los desafíos actuales en la industria de la construcción y promover un desarrollo sostenible y seguro de infraestructuras.
- La metodología BIM, específicamente en la creación de un modelo 3D detallado utilizando Robot Structures, ha demostrado ser fundamental para mejorar el proceso de diseño estructural. La capacidad de visualizar la estructura en un entorno tridimensional ha facilitado la identificación de posibles errores de diseño, optimizando así el proceso de ingeniería de detalle. Esto ha llevado a una mayor precisión en la elaboración de los planos y a una reducción significativa en los tiempos de revisión y corrección.
- La elaboración del plan de ejecución BIM, incluyendo la planificación 4D, ha permitido una integración en el diseño estructural y el proceso de construcción. Al visualizar la secuencia de construcción en un entorno virtual, se han identificado posibles conflictos y restricciones logísticas que de otro modo podrían haber pasado desapercibidos. Esto ha facilitado la toma de decisiones informadas durante la fase de diseño, contribuyendo así a un plano estructural más robusto y adaptable a las condiciones de construcción.
- La coordinación de los modelos virtuales y la detección de conflictos entre la arquitectura y las estructuras mediante un modelo federado en Navisworks han sido aspectos clave para garantizar la integridad del diseño y la coherencia entre los diferentes elementos del proyecto. La capacidad de identificar y resolver conflictos de

manera proactiva ha evitado retrasos y costos adicionales durante la construcción. Además, la colaboración entre los equipos de diseño y construcción se ha fortalecido, promoviendo una comunicación más efectiva entre las diferentes especialidades y ayuda a tomar una decisión más rápida.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda involucrar a la municipalidad de Tambobamba la aplicación de la metodología BIM en todas las etapas del proyecto con la finalidad de reducir las adicionales de obra, ampliación de plazo. La colaboración temprana y continua en los proyectos entre todos los equipos contribuirá a una mejor integración de los modelos y una detección más efectiva de conflictos de los modelos federados.
- Se recomienda la integración del proyecto centro comercial zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas de Apurímac, en modelos tridimensional o en modelos BIM para realizar coordinadamente la gestión durante la operación y mantenimiento del proyecto.
- Es fundamental proporcionar una formación adecuada y continua en el uso de herramientas BIM, como Robot Structures y Navisworks, para todo el personal involucrado en el diseño y la construcción. Esto garantizará un dominio completo de las tecnologías BIM y optimizará su aplicación en proyectos futuros.
- Realizar un seguimiento y evaluación constantes del proceso de implementación de BIM en cada proyecto. Esto permitirá identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización en tiempo real, lo que resultará en una evolución continua del proceso y una mayor eficiencia en futuros proyectos.
- Continuar invirtiendo en tecnología y software BIM de última generación para mantenerse al día con las tendencias y avances en la industria. Esto incluye explorar nuevas herramientas y funcionalidades que puedan mejorar aún más el proceso de diseño, coordinación y construcción de estructuras.
- Promover una cultura BIM a las entidades públicas que son formuladores y ejecutores de proyectos de infraestructuras y a otros que trabajan en el sector de la construcción, incentivando la adopción de prácticas colaborativas y tecnológicas. Esto puede lograrse a través de la participación en eventos, seminarios, y grupos de trabajo

relacionados con BIM, así como mediante la divulgación de casos de éxito y buenas prácticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEROS AREQUIPA. (s.f.). Manual de construcción para maestros de obra. Arequipa: Aceros Arequipa. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.pdf>

ACEROS TORICES. (Diciembre de 2022). *¿Cuáles son las columnas en construcción y cómo se ponen en una obra?* Obtenido de Aceros Torices: <https://acerostorices.com.mx/blog/columnas-de-construccion-tipos-usos-y-funciones/>

ACH. (Mayo de 2020). *Utilización del acero en la construcción*. Obtenido de Paneles ACH: <https://panelesach.com/latam/co/blog/acero-en-la-construccion/#:~:text=El%20acero%20es%20un%20material,envolventes%20o%20compartimentaci%C3%B3n%20de%20interiores.>

ARCUS GLOBAL . (Noviembre de 2017). *Zapatas ¿Qué son y cómo se clasifican?* Obtenido de Arcus Global : <https://www.arcus-global.com/wp/zapatas-que-son-y-como-se-clasifican/>

Arcus Global. (Diciembre de 2022). *¿Qué son las vigas y para qué sirven?* Obtenido de Arcus Global: <https://www.arcus-global.com/wp/que-son-las-vigas-y-para-que-sirven/>

ACEROS TORICES. 2022. *¿Cuáles son las columnas en construcción y cómo se ponen en una obra?* Aceros Torices. [En línea] Diciembre de 2022. <https://acerostorices.com.mx/blog/columnas-de-construccion-tipos-usos-y-funciones/>.

ALIAGA, GONZALO. 2012. *Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinarios*.

AMAYA, MELISSA Y SIERRA, JOHN. 2021. *ANÁLISIS DE COMPARACIÓN CON LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTO DE VIVIENDA*. Universidad de La Salle, Bogota, Colombia : Universidad de la Salle, 2021.



ARCUS GLOBAL . 2017. Zapatas ¿Qué son y cómo se clasifican? *Arcus Global* . [En línea] Noviembre de 2017. <https://www.arcus-global.com/wp/zapatas-que-son-y-como-se-clasifican/>.

ARCUS GLOBAL. 2022. ¿Qué son las vigas y para qué sirven? *Arcus Global*. [En línea] Diciembre de 2022. <https://www.arcus-global.com/wp/que-son-las-vigas-y-para-que-sirven/>.

ATENCIO, CARLOS. 2019. *Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio Huanuquillo - Tarma*. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Tarma : 2019.

BILBAO, ARANTXA. 2019. *Análisis y aplicación del programa BIM orientado al diseño y cálculo estructural “SDS/2”, de la empresa NEMETSCHEK*. UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA, Santiago, Chile : Repositorio Federico Santa Maria, 2019.

LEZAMA, LUIS FELIPE. 2019. *Influencia de la Ingeniería de Detalle en la Programación de la Etapa de Estructuras de un Proyecto de Edificación*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima, Peru : Repositorio PUCP, 2019.

MEF. 2021. *Guía Nacional BIM Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. s.l. : Ministerio de Economía y Finanzas, 2021.—. 2021. *Plan de implementación y hoja de ruta del plan BIM Perú*. s.l. : Ministerio de Economía y Finanzas, 2021.

MUÑOZ S. Y F., BERMEJO. 2021. *Introducción a la serie en ISO 19650*. s.l. : buildingSMART Spanish Chapter, 2021.

RODRÍGUES, YESSICA. 2021. *Implementación de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto estructural de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Tunja*. UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, Tunja : Universidad Santo Tomas, 2021.



SÁNCHEZ, FLORINDA, Y OTROS. 2020. *Análisis de la implementación de metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos*. Bogota, Colombia : 2020.

SEGUNDO, CARLOS CUEVA. 2021. *Proceso de diseño estructural con la metodología BIM en la etapa de planificación de un proyecto en una edificación multifamiliar de seis niveles y un semisótano ubicado en el distrito de Ate Vitarte – Provincia y departamento de Lima*. Universidad de San Martín de Porres, Lima, Peru : USMP, 2021.

TABOADA, JOSÉ, Y OTROS. 2011. Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM. [En línea] 14 de Mayo de 2011. <https://es.scribd.com/document/346086505/P-16-Deteccion-de-Interferencias-pdf#>.

TEKLA. 2008. Tekla Structures Manual de detalle. [En línea] 2008. https://www.academia.edu/10845841/Tekla_Structures_Manual_de_detalle.

TREJO, NICOLÁS. 2018. *Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*. UNIVERSIDAD DE CHILE, Santiago : Universidad de Chile, 2018.

ZABALAGA, JEAN EDDU. 2021. *Implementación de un plan de ejecución BIM en el consorcio victoria para la ejecución de proyectos, Tacna - 2021*. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, Tacna : Universidad Privada de Tacna, 2021.



ANEXOS

Tabla 9 — matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables		Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Problema general ¿Cómo la Metodología Building Information Modeling podría mejorar en el diseño estructural del proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, Distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac?	Objetivo general Determinar la Metodología Building Information Modeling que podría mejorar el diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro – Tambobamba.	Hipótesis general La metodología Building Information Modeling contribuye significativamente para mejorar el diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.	INDEPENDIENTE	Metodología BIM	Técnica de modelar un edificio en tres dimensiones, incluyendo toda la información necesaria para analizar, definir, documentar y operar el proyecto durante su vida útil”.	Plan de Ejecución BIM	Uso BIM: Planificación 4D
						Calidad del modelo	Parametrización del Modelo
						Solución de Interferencias	Reporte de Colisiones e Interferencias
Problemas específicos • ¿Cómo podría la creación de un modelo 3D con ingeniería de detalle en Robot Structural impactar en la calidad del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de	Objetivos específicos • Determinar cómo podría la creación de un modelo 3D con ingeniería de detalle en Robot Structural impactar en la calidad del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de	Hipótesis específicas • La creación de un modelo 3D con ingeniería de detalle en Robot Structural contribuye significativamente para impactar en la calidad del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito	DEPENDIENTE	Diseño Estructural	Las estructuras y las especialidades para que puedan continuar sin esperar a que el diseño arquitectónico esté completamente terminado. Es decir, se generan modelos de información 3D individuales que se integran en un modelo central, el que permite	Análisis del proyecto	Análisis Robot Structure
						Identificación y evaluación de interferencias	Programa Navisworks

Tambobamba – Cotabambas – Apurímac? • ¿Qué efectos podría tener la implementación de un plan de ejecución BIM y la planificación 4D en la optimización del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac? • ¿De qué manera podría la coordinación de modelos virtuales y la detección de conflictos entre la arquitectura y la estructura mediante un modelo federado en Navisworks favorecer a la mejora del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba –	Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac. • Determinar los efectos podría tener la implementación de un plan de ejecución BIM y la planificación 4D en la optimización del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac. • Determinar la coordinación de modelos virtuales y la detección de conflictos entre la arquitectura y la estructura mediante un modelo federado en Navisworks favorece a la mejora del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba –	de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac. • La implementación de un plan de ejecución BIM y la planificación 4D contribuye significativamente en la optimización del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac. • La coordinación y la detección de conflictos entre la arquitectura y la estructura contribuye significativamente mediante un modelo federado en Navisworks favorece a la mejora del diseño estructural del Proyecto Centro Comercial Zonal de Palccaro, distrito de Tambobamba – Cotabambas – Apurímac.		intercambios de información y coordinación de datos y errores a tiempo.	Creación del desarrollo estructural	Simulación 4D en Navisworks
--	--	--	--	--	--	------------------------------------

Cotabambas Apurímac?	-	Cotabambas Apurímac.	-					
-------------------------	---	-------------------------	---	--	--	--	--	--