



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de  
MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM**

**Título del Trabajo de Titulación  
Gestión BIM del Proyecto Almacén Industrial  
Rol Coordinador BIM**

Paulina Priscila Orejuela Chango

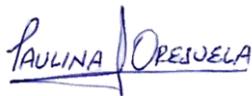
Quito, septiembre de 2023

## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Paulina Priscila Orejuela Chango, con cédula de identidad # 172029969-0, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual que correspondan relacionados a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

D. M. Quito, Septiembre de 2023



---

Paulina Priscila Orejuela Chango

Correo electrónico: paulina.orejuela@uisek.edu.ec



## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“GESTIÓN BIM DEL PROYECTO ALMACEN INDUSTRIAL, ROL  
COORDINADORA BIM”**

Realizado por:

**PAULINA PRISCILA OREJUELA CHANGO**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM**

ha sido dirigido por el profesor

**PABLO TIBERO VÁSQUEZ QUIROZ**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

**FIRMA**



GESTIÓN BIM DEL PROYECTO ALMACEN INDUSTRIAL, ROL  
COORDINADORA BIM”

Por

Paulina Priscila Orejuela Chango

Septiembre 2023

Aprobado:

Pablo, P, Vásquez, V, Tutor

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Presidente del Tribunal

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Miembro del Tribunal

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado: \_\_\_\_\_ 20, septiembre, 2023  
Pablo, P, Vasquez, V.

Aceptado y Firmado: \_\_\_\_\_ día, mes, año  
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: \_\_\_\_\_ día, mes, año  
Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

\_\_\_\_\_ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.  
Presidente(a) del Tribunal  
Universidad Internacional SEK

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de titulación lo dedico a mi familia quienes me han apoyado en continuar con mi carrera profesional. A mis padres, por toda la motivación, amor y cariño en alcanzar mis metas. También a mis hermanos por el apoyo incondicional y fortaleza brindada para seguir adelante. A mis amigos los cuales estuvieron presentes dándome ánimo para el desarrollo del presente proyecto.



## **Agradecimiento**

Agradezco a mi familia por su ardua labor y apoyo incondicional en cumplir mis metas personales y académicas. A mis compañeros que conforman el presente proyecto ya que sin su colaboración y empeño no hubiese posible su desarrollo.

Un agradecimiento especial a mi tutor Pablo Vásquez por su guía y sabiduría brindada para el desarrollo del presente proyecto.

## Resumen

BIM, o Building Information Modeling (Modelado de Información de la Construcción), es una metodología que integra la creación y gestión de datos y modelos digitales en proyectos de diseño y construcción. El objetivo principal es mejorar la eficiencia y la colaboración en todas las etapas del ciclo de vida de una edificación, desde el diseño inicial hasta la construcción y el mantenimiento posterior.

En el contexto de nuestro proyecto de tesis, se desarrollará un Almacén Industrial destinado al comercio de artículos de construcción, hogar y domésticos. Este almacén se compone de varias zonas funcionales: administrativa, almacenamiento, carga y descarga, así como una zona de estacionamiento.

Mediante el uso de la metodología BIM, el proyecto contendrá información detallada sobre los componentes de cada disciplina, creando un modelo digital inteligente capaz de interactuar y actualizarse.

La ventaja de esta metodología radica en su capacidad para facilitar la detección de conflictos y errores de diseño antes de que se inicie la construcción. Esto, a su vez, permite reducir costos y minimizar la necesidad de re trabajos posteriores. Al contar con atributos y propiedades específicas, los elementos del modelo se vuelven interactivos, lo que contribuye a una mejor toma de decisiones y a la optimización de los recursos durante todo el proceso constructivo. En resumen, la aplicación de la metodología BIM en este proyecto de tesis garantizará una mayor eficiencia en la gestión de la información, una mejor colaboración entre los actores involucrados y la reducción de errores y costos potenciales durante la construcción del Almacén Industrial.

*Palabras clave:* metodología, gestión, involucrados

## **Abstract**

BIM, or Building Information Modeling is a methodology that integrates the management of data and digital modeling in the design and construction of projects. The main objective is to improve the efficiency and collaboration in all the stages of the project life cycle from planning, design, execution, operation and maintenance.

In the context of this project, the “BIM Management of the Industrial Warehouse Project” will be developed, this Industrial Warehouse aims for the sale of construction items. The Warehouse is composed of functional areas, such as administrative area, storage area, loading and unloading area, and a parking area.

By applying the BIM methodology, the project will have detail information of each discipline involved, creating a digital model which is capable of interacting and updating.

The advantage of this methodology lies in its ability to identify conflicts and design errors before the construction execution. In addition, it allows the reducing of costs and minimize the need of subsequent rework. By having specific features and properties, the elements of the model become interactive which contributes to better decision making and the optimization of resources throughout the construction process. To sum up, the application of the BIM methodology in this project will guarantee greater efficiency in information management, better collaboration between the stakeholders, and unnecessary costs during the construction of the Industrial Warehouse.

*Keywords:* methodology, management, stakeholders

## Tabla de Contenidos

Lista de Tablas .....	14
Lista de Figuras.....	15
Tabla de Abreviaturas .....	18
Capítulo 1: Objetivos académicos .....	20
1.1 Objetivos generales .....	20
1.2 Objetivos específicos.....	20
Capítulo 2: Descripción del proyecto.....	21
2.1 Introducción general.....	21
2.2 Descripción del proyecto .....	22
Capítulo 3: Metodología BIM .....	23
3.1 Ciclo de vida de un proyecto de construcción .....	23
3.2 Ciclo de vida BIM.....	24
3.3 Involucrados.....	26
3.4 Dimensiones BIM .....	27
3.5 Norma ISO 19650 .....	31
3.5.1 Resultados de la aplicación de la norma ISO 19650.....	32
3.5.2 Requisitos de la Información .....	32
3.5.3 Niveles de Información Necesaria .....	33
3.5.4 Entorno Común de Datos.....	33
Capítulo 4: EIR.....	35
Capítulo 5: Plan de Ejecución BIM (BEP) Almacén Industrial .....	36
5.1 Información general .....	36

	10
5.2 Historial de revisiones .....	37
5.3 Estrategia y Gestión .....	37
5.3 Información general .....	38
5.4 Fases del proyecto .....	38
5.5 Datos de contacto .....	38
5.6 Objetivos BIM .....	40
5.7 Usos BIM.....	43
5.8 Roles.....	44
5.8.1 Promotor/ Cliente.....	45
5.8.2 Gerente de Proyecto BIM/ BIM Manager .....	45
5.8.3 Coordinador BIM/ BIM Coordinator.....	47
5.8.4 Líder de Arquitectura/ Estructuras/ Mecánica/ Eléctrica/ Plomería .....	48
5.9 Diseño del proceso .....	50
5.10 Formatos de intercambio .....	52
5.11 Seguridad de la información.....	53
5.12 Control de calidad y revisión BEP.....	54
5.13 Estructura de informacion.....	56
5.13.1 Level Of Development (LOD).....	56
5.13.2 Información asociada al modelo .....	57
5.13.3 Hitos y entregables.....	57
5.13.4 Estructura de archivos .....	58
5.13.5 Nomenclatura de archivos .....	58
5.14 Requisitos técnicos.....	59
5.14.1 Software.....	59
5.14.2 Modelo nativo .....	59

5.14.3 Entorno Común de Datos (CDE) .....	63
5.14.4 Modelo Federado .....	64
5.14.4 Trabajo colaborativo .....	64
5.14.5 Coordinación de disciplinas .....	64
5.14.6 Control de cambios .....	65
5.14.7 Proceso de revisión .....	66
5.14.8 Pautas de modelado de Arquitectura.....	66
5.14.9 Pautas de modelado Estructuras .....	67
5.14.10 Pautas de modelado MEP .....	67
5.15 Entregables.....	67
5.16 Análisis de Gestión de Proyecto .....	68
Capítulo 6: Detalle del rol .....	69
6.1 Introducción .....	69
6.2 Objetivos .....	69
6.3 Funciones del rol .....	70
6.4 Responsabilidades y entregables .....	71
6.5 Actividades del rol.....	71
6.6 Entregables del rol.....	77
6.6.1 Análisis de interferencias.....	77
6.6.1.1 Hitos de coordinación .....	79
6.6.1.2 Informes de colisiones .....	80
6.6.2 Análisis de costo en relación a la resolución de interferencias en el modelado versus en obra .....	83
6.6.3 Modelo Federado .....	84
6.6.4 Simulación constructiva .....	86

	12
6.7 Flujos de trabajo.....	88
6.7.1 Flujo de Intercambio de Información.....	88
6.7.2 Flujo de proceso de inicio de ejecución del modelado al 25 y 50% de los modelos Arquitectura y Estructuras.....	89
6.7.4 Flujo gestión de interferencias y resoluciones .....	91
Capítulo 7: Gestión del Proyecto .....	93
7.1 Análisis de riesgos.....	93
7.1.1 Riesgos en la etapa de Gestión y Diseños .....	97
7.1.2 Riesgos en la etapa de ejecución (construcción del proyecto).....	98
7.2 Análisis de Montecarlo.....	99
7.2.1 Análisis de Montecarlo, Diseños y Gestión BIM .....	101
7.2.2 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas con hormigón y pavimento de adoquín. ....	105
7.2.3 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas metálicas y pavimento asfáltico. ....	109
Capítulo 8: Conclusiones y Recomendaciones.....	113
8.1 Conclusiones .....	113
8.1.1 Conclusiones generales .....	113
8.1.2 Conclusiones rol.....	115
8.2 Recomendaciones.....	116
Capítulo 9: Referencias .....	118
Capítulo 10: Anexos.....	119
Anexo A: EIR .....	119
Anexo B: Manual de estilos .....	137

Anexo C: Informe de interferencias detectadas.....	138
Anexo D: Informe de resolución de interferencias .....	139
Anexo E: Modelo Federado.....	140
Anexo F: Simulación Constructiva.....	141

## Lista de Tablas

Tabla 1 Descripción del proyecto .....	22
Tabla 2 Gestión de la Integración del Proyecto .....	23
Tabla 3 Ciclo de vida y relación dimensiones BIM, (Muñoz, E. 2022, Octubre 20) ....	28
Tabla 4 Historial de revisiones BEP .....	37
Tabla 5 Información general del Proyecto .....	38
Tabla 6 Fases del Proyecto .....	38
Tabla 7 Equipo consultor .....	39
Tabla 8 Objetivos BIM.....	41
Tabla 9 Usos BIM.....	43
Tabla 10 Roles asignados del Equipo Consultor .....	44
Tabla 11 Seguridad de información .....	53
Tabla 12 Proceso de control de calidad.....	55
Tabla 13 Reuniones planificadas .....	57
Tabla 14 Nomenclatura de archivos.....	58
Tabla 15 Softwares a utilizar .....	59
Tabla 16 Coordenadas de proyecto.....	61
Tabla 17 Unidades de medida .....	62
Tabla 18 Navegador de proyecto .....	62
Tabla 19 Matriz de colisiones.....	65
Tabla 20 Interrogantes a la Gestión de Cambio.....	65
Tabla 21 Informe de avance .....	75
Tabla 22 Hitos de coordinación .....	80
Tabla 23 Análisis de costos y tiempo en relación a la resolución de interferencias .....	84

## Lista de Figuras

Figura 1 Almacén Industrial .....	21
Figura 2 Ciclo de vida de un proyecto .....	26
Figura 3 Ejemplo de involucrados del proyecto .....	27
Figura 4 Dimensiones BIM .....	28
Figura 5 Portada de libro introducción a la norma ISO 19650.....	31
Figura 6 Guía Introducción a la ISO 19650 – .....	32
Figura 7 Niveles de Información .....	33
Figura 8 Entorno Común de Datos .....	33
Figura 9 Organigrama del Equipo Consultor .....	39
Figura 10 Modelo Estructural.....	56
Figura 11 Modelo Estructural.....	56
Figura 12 Organigrama perspectiva Coordinador BIM .....	69
Figura 13 Acceso a carpetas en el Autodesk Construction Cloud.....	72
Figura 14 Manual de estilos .....	73
Figura 15 Plantilla Arquitectura Industrial BIM .....	74
Figura 16 Incidencias reportadas en el Autodesk Construction Cloud.....	76
Figura 17 Análisis colisiones generales .....	77
Figura 18 Prioridad de colisiones según índices de gravedad .....	78
Figura 19 Matriz de detección de interferencias.....	79
Figura 20 Configuración de hitos de coordinación.....	81
Figura 21 Resumen informe de interferencias resueltas .....	83
Figura 22 Modelo federado .....	85
Figura 23 Simulación Constructiva .....	87
Figura 24 Flujo de intercambio de información .....	88

Figura 25 Flujo de proceso de inicio de ejecución del modelado al 25 y 50% de los modelos Arquitectura y Estructuras.....	89
Figura 26 Flujo de entrega del modelado al 50% MEP .....	90
Figura 27 Flujo gestión de interferencias y resoluciones .....	91
Figura 28 Matriz análisis cualitativo de riesgos .....	96
Figura 29 Matriz de riesgos etapa de Gestión y Diseño BIM .....	97
Figura 30 Matriz de riesgos Etapa de Construcción .....	98
Figura 31 Tabla de cálculo Montecarlo - Duraciones.....	101
Figura 32 Matriz de resultados probabilísticos.....	101
Figura 33 Análisis probabilístico Montecarlo .....	102
Figura 34 Análisis probabilístico Montecarlo .....	102
Figura 35 Tabla de cálculo Montecarlo – Costos .....	103
Figura 36 Matriz de resultados probabilísticos.....	103
Figura 37 Probabilidad Costos .....	104
Figura 38 Probabilidad Acumulada Costos.....	104
Figura 39 Tabla de cálculo Montecarlo-Duraciones.....	105
Figura 40 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones.....	105
Figura 41 Probabilidad Duraciones .....	106
Figura 42 Probabilidad Acumulada Duraciones.....	106
Figura 43 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos.....	107
Figura 44 Matriz de resultados probabilísticos- Costos.....	107
Figura 45 Probabilidad Costos .....	108
Figura 46 Probabilidad Acumulada – Costos.....	108
Figura 47 Tabla de cálculo Montecarlo- Duraciones.....	109
Figura 48 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones.....	109

Figura 49 Probabilidad - Duraciones .....	110
Figura 50 Probabilidad Acumulada – Duraciones.....	110
Figura 51 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos.....	111
Figura 52 Matriz de resultados probabilísticos- Costos.....	111
Figura 53 Probabilidad - Costos .....	112
Figura 54 Probabilidad Acumulada- Costos.....	112

**Tabla de Abreviaturas**

<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Abreviatura</b>
Definiciones Generales	Building Information Modeling	BIM
	International Organization for Standardization	ISO
	Entorno Común de Datos	CDE
Disciplina	Arquitectura	ARQ
	Estructura	EST
	Mecánica	MEP
	Eléctrica	MEP
	Plomería	MEP
Nombre empresa/Creador	Industrial BIM	INDBIM
Volumen ó Sistema	Zonas de proyecto	Z1, Z2, Z3, Z4
Proyecto	Almacén Industrial	AI
Localización	Guayaquil	GYE
Tipo	Modelos 3d	M3D
Arquitectura	Altura	H
	Muro	WALL
	Muro cortina	MCURT
	Puertas	PUERT
	Metal	MTAL
	Acero	STEEL
	Estantería	ESTANT
	Silla	SILL
	Silla con brazo	SILLBR
	Sofá	SOF
	Madera	MAD
	Cerezo	CRZ
	Escritorio	ESCRIT
	Rectangular	RECT
	Mesa comedor	MCMR
Estructura	Metálica	STEEL
	Hormigón armado	H.A
	Columna	C
	Hormigón	H
	Columna de hormigón	CH
	Espesor	E

	Viga	V
	Tipo t	T
	Viga tipo t	VT
	Ala ancha soldada	WWF
	Losa	L
	Losa de hormigón	LH
	Viga de hormigón	VH
	Sección hueca rectangular	SHS
	Tipo g	G
	Correa tipo g	CG
	Zapata	Z
	Zapata de hormigón	ZH
	Placa colaborante	PC
	Canal cercha	MCC
	Contrapiso	CP
	Asfalto	ASF
	Adoquín	ADQ
MEP	Agua fría	AF
	Sistema sanitario	SA
	Subdisciplina eléctrico	ELEC
	Subdisciplina mecánica	HVAC
	Ducto	DUCT
	Tubería	TUB
	Lámpara	LAMP
	Policloruro de vinilo	PVC
	Accesorio codo	CODO
	Accesorio tee	T
	Accesorio transición	TRANS
	Accesorio reducción	REDC
Sostenibilidad	Sostenibilidad	SOS

## Capítulo 1: Objetivos académicos

### 1.1 Objetivos generales

- Implementar la metodología BIM a través del desarrollo del proyecto Almacén Industrial, para la obtención del título de magister en Gerencia de Proyectos BIM
- Gestionar la fase de planificación y diseño utilizando la metodología BIM, y obtener resultados que nos permita la toma de decisiones constructivas además de cumplir el objeto del contrato a satisfacción del cliente.

### 1.2 Objetivos específicos

- Desarrollar los modelos de las disciplinas involucradas en el proyecto Almacén Industrial, para la creación de la simulación constructiva (4d).
- Ejecutar la coordinación y detección de conflictos entre los modelos Arquitectónicos, Estructurales y MEP (Hidrosanitario, Mecánico, Plomería) para la resolución de interferencias.
- Utilizar la metodología BIM para demostrar que el trabajo multidisciplinar coordinado ahorra costos en la construcción, a través de la prevención de posibles conflictos en obra, se valorizará el conflicto.
- Planificar el cronograma y el presupuesto de la fase de construcción del proyecto, a través de los programas MS Project/ Presto.
- Comparar el cronograma y el presupuesto de las columnas de hormigón armado versus columna de perfil metálico, ver su implicación en el costo y tiempo de ejecución de obra de cada uno de los sistemas.
- Analizar la factibilidad de implementación de uso de energía renovable mediante paneles fotovoltaicos colocados en la cubierta, que generarán energía sostenible, para la iluminación de la zona administrativa.

## Capítulo 2: Descripción del proyecto

### 2.1 Introducción general

En la ciudad de Guayaquil se inicia una licitación para la construcción de un almacén industrial a través de la implementación de la metodología BIM. El proyecto se implantará en la Urbanización Mucho Lote Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, parroquia Pascuales, ciudad de Guayaquil - Ecuador y está conformado por 3 lotes de terreno.

Se implementa la metodología BIM para proyecto del almacén industrial para obtener el análisis de comparativas de materiales constructivos y su implicación de las decisiones de los distintos métodos constructivos para la reducción de tiempos y costos de construcción.

El estudio se centra en la aplicación de la metodología BIM, proponiendo su aplicación para garantizar una mayor eficiencia en la gestión de la información, colaboración bilateral entre los involucrados y la reducción de errores, costos y tiempos innecesarios durante la planificación y construcción del Almacén Industrial.



*Figura 1 Almacén Industrial*  
*Fuente: Industrial BIM*

## 2.2 Descripción del proyecto

Tabla 1 Descripción del proyecto

<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	
Promotor	Universidad Internacional SEK
Nombre del proyecto	Almacén Industrial
Breve descripción del proyecto	Almacén Industrial, destinado para la comercialización de artículos domésticos, de construcción y demás mercadería de mejora del hogar.
Dirección del proyecto	Urbanización Mucho Lote Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, Solar 2, ciudad de Guayaquil, Ecuador.
N° predio/ clave catastral	059-2576-002-5-0-0-1
Zona Metropolitana	Distrito Metropolitano de Guayaquil
Área de predio según escrituras	16 518.11 m <sup>2</sup>
Área aproximada de construcción	9,421.51 m <sup>2</sup>
Área de parqueaderos	6115 m <sup>2</sup>
Área por zona <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de ventas (almacén) 6360.14m<sup>2</sup></li> <li>• Oficinas (administrativo)               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ planta baja 234.37 m<sup>2</sup></li> <li>▪ planta alta 234.37 m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>• Bodega 490.69 m<sup>2</sup></li> <li>• Grupo electrógeno (mantenimiento) 62.50 m<sup>2</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ planta baja 62.50 m<sup>2</sup></li> <li>▪ planta alta</li> </ul> </li> <li>• Patio de materiales 1669.50 m<sup>2</sup></li> <li>• Patio de maniobras 770.67 m<sup>2</sup></li> </ul>	

### Capítulo 3: Metodología BIM

BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. (Building Smart. n.d.)

#### 3.1 Ciclo de vida de un proyecto de construcción

Según el Project Managment Institute (2017), el ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión. Un proyecto típico puede desarrollarse de la siguiente manera:

*Tabla 2 Gestión de la Integración del Proyecto*

AREA DEL CONOCIMIENTO	INICIO	PLANIFICACION	EJECUCION	CONTROL	CIERRE
Integración	Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	Desarrollar del Plan del Proyecto	Dirigir y Gestionar la ejecución del Proyecto  Gestionar el conocimiento del Proyectos	Monitorear y control del trabajo del proyecto  Controlar integrado de Cambios	Cerrar el Proyecto

#### **Inicio**

En la fase de “Inicio” del proyecto, se establecen las pautas iniciales a través del Acta de Constitución del proyecto.

#### **Planificación**

En esta fase el objetivo fundamental es establecer y concretar el ámbito, cronograma, presupuesto, recursos del proyecto hasta el nivel que permita al responsable del proyecto gestionar eficazmente y articular las actividades que conducen al éxito del proyecto.

### **Ejecución**

En la fase de ejecución, posterior a la definición y asignación de roles y responsabilidades, se desarrollan los entregables del proyecto, deberá estar relacionada con el alcance y la calidad.

### **Monitoreo y Control**

Comprende la gestión del cambio, seguimiento y control del proyecto, el análisis y reportes. Se realiza el seguimiento de la planificación asegurando el cumplimiento de todos los hitos y gestionando los cambios mediante la actualización de la planificación de proyectos y la comunicación a todos los involucrados.

### **Cierre de proyecto**

El objetivo fundamental es formalizar la aceptación final del proyecto y asegurarse de una correcta transmisión del conocimiento a los usuarios recopilando la documentación final, así como la organización de la salida del equipo de trabajo de una manera ordenada y secuencial. (Metodología Básica de Gestión de Proyectos - PCManagement. (n.d.).[https://www.pcmangement.es/editorial/Managem\\_powpoin/MetodologiadeGestioneProyectos.pdf](https://www.pcmangement.es/editorial/Managem_powpoin/MetodologiadeGestioneProyectos.pdf))

## **3.2 Ciclo de vida BIM**

El ciclo de vida de un proyecto BIM comprende todas las fases que componen un proyecto, las cuales incluyen:

**Diseñar:**

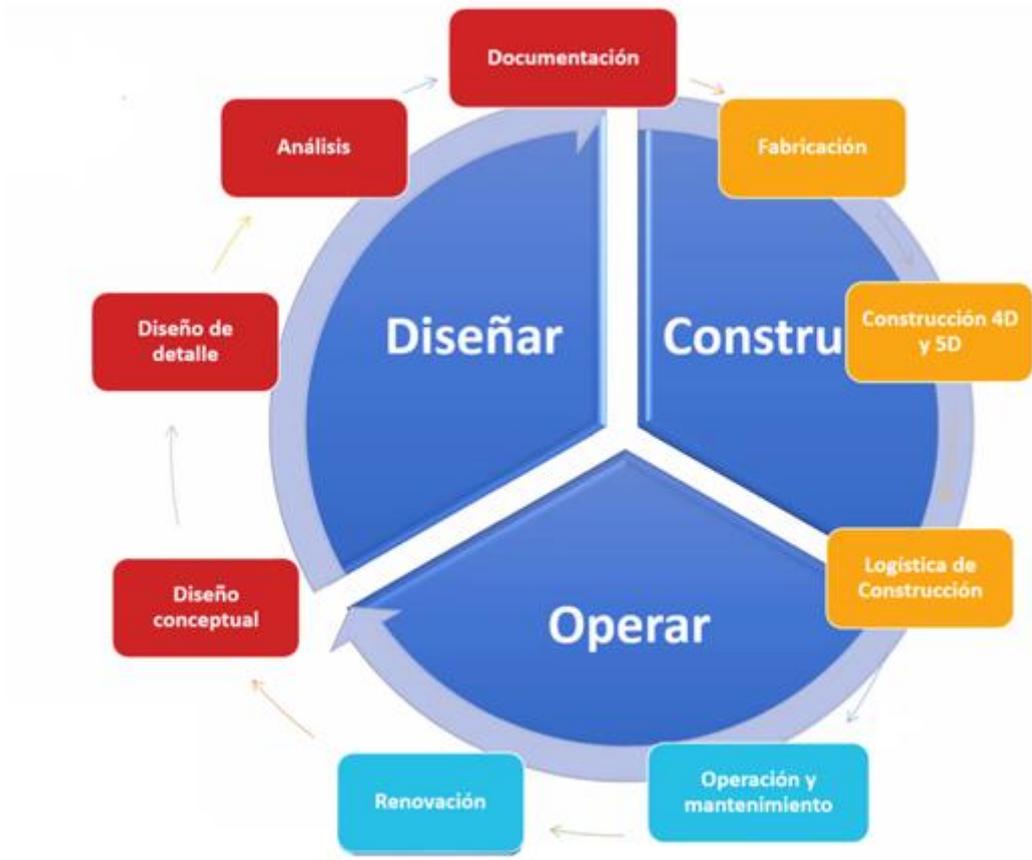
1. Diseño conceptual
2. Diseño de detalles
3. Análisis
4. Documentación

**Construir:**

1. Fabricación
2. Construcción 4D y 5D
3. Logística de construcción

**Operar:**

1. Operación y mantenimiento
2. Renovación



*Figura 2 Ciclo de vida de un proyecto*  
 Fuente: BIM (Muñoz, E. 2022, Octubre 13)

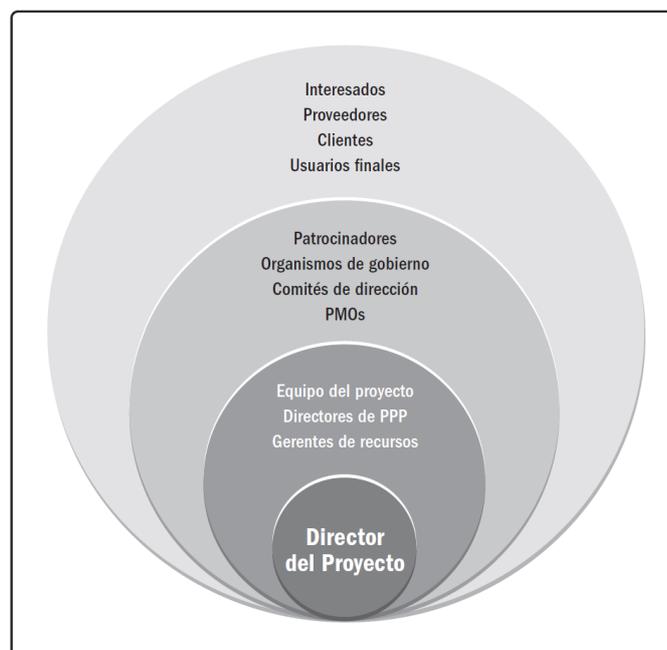
### 3.3 Involucrados

Los “involucrados” del proyecto son los individuos, grupos y organizaciones que están activamente involucradas en el proyecto, o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución del proyecto o de la terminación del proyecto. (Project Managment Institute, 2017)

Los “involucrados” claves en todo proyecto incluyen:

- Miembros del equipo del proyecto: el grupo que lleva a cabo el trabajo del proyecto.

- Sponsor: la persona o grupo que provee los recursos financieros, en cash o en especies, para el proyecto.
- Influenciadores: las personas o grupos que no están directamente relacionadas con la adquisición o el uso del producto del proyecto, pero que debido a su posición en la organización del cliente pueden influenciar positiva o negativamente, el curso del proyecto.
- PMO: Si esta existe en la organización, y si esta tiene una responsabilidad directa en el resultado del proyecto.



*Figura 3 Ejemplo de involucrados del proyecto  
Fuente: (Project Management Institute, 2017)*

### **3.4 Dimensiones BIM**

Las dimensiones BIM consiste en sectorizar cada fase del ciclo de vida de un proyecto en diferentes niveles, las dimensiones más relevantes se pueden observar en la siguiente figura.



*Figura 4 Dimensiones BIM*  
*Fuente: (Muñoz, E. 2022, Octubre 20)*

*Tabla 3 Ciclo de vida y relación dimensiones BIM, (Muñoz, E. 2022, Octubre 20)*

CICLO DE VIDA		FASE	ASUNTO	BENEFICIOS
DISEÑO	DISEÑO CONCEPTUAL	3D	Estudio Preliminar	Condiciones existentes
				Sistema de información geográfica (SIG)
				Análisis de la radiación solar
	DISEÑO ESQUEMÁTICO		Diseño conceptual	Estudio de sombras
				Diseño paramétrico

			Diagramas de programa
	DESARROLLO DE DISEÑO	Coordinación	Coordinación/Detección de choques
			Comunicación
	DOCUMENTACIÓN DE CONSTRUCCIÓN	Documentación	Documentación más rápida
			Mejor calidad de resultados
CONSTRUCCIÓN	4D	Programación	Fases de simulaciones de proyectos
			Programación LEAN
			Reducción de tiempos
	5D	Estimación	Cuantificación de materiales BOQ
			Ingeniería de valor
			Soluciones prefabricadas
			Estimación de costes reales

OPERACIÓN	6D	Sostenibilidad	Análisis de energía
			Certificación LEED
	7D	Mantenimiento	BIM as-built (según lo construido)
			Sistema BMS
			Remodelación
			Manual de operación y mantenimiento
			Supervisión

### 3.5 Norma ISO 19650

Según The British Standards Institution (2023): La norma ISO 19650 es una norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación *Building Information Modeling* (BIM). Contiene todos los mismos principios y requisitos de alto nivel que Ciclo de vida de Activos BIM y está estrechamente alineado con los estándares británicos actuales 1192.

Según bsi-BIM-iso-19650-brochure-final-es.pdf (2019): ISO 19650 es la serie de normas internacionales para el Modelado de Información de Construcción (BIM). Define los procesos colaborativos para la gestión eficaz de información a lo largo de la fase operativa y de entrega de activos cuando se utiliza BIM.



Figura 5 Portada de libro introducción a la norma ISO 19650  
Fuente: British Standards

### 3.5.1 Resultados de la aplicación de la norma ISO 19650

- Definición clara de la información que necesita el cliente del proyecto o el propietario del activo, así como de los métodos, procesos, plazos y protocolos de desarrollo y verificación de esta información;
- La cantidad y calidad de la información desarrollada es la suficiente para satisfacer las necesidades definidas;
- Transferencias eficientes y efectivas de información.

### 3.5.2 Requisitos de la Información

Los requisitos de información son un conjunto de especificaciones sobre la información que debe producirse, cuando, los métodos y su destinatario.

Se definen inicialmente por el adjudicador (cliente) y puede ser ampliado por los adjudicatarios (coordinador, líderes y modeladores) y son:

- Organización
- Proyecto
- Activo
- Intercambio



Figura 6 Guía Introducción a la ISO 19650 –  
Fuente: BuildingSMART- España.

### 3.5.3 Niveles de Información Necesaria

Dentro de los niveles de información se detalla el siguiente esquema a desarrollar en el proyecto:

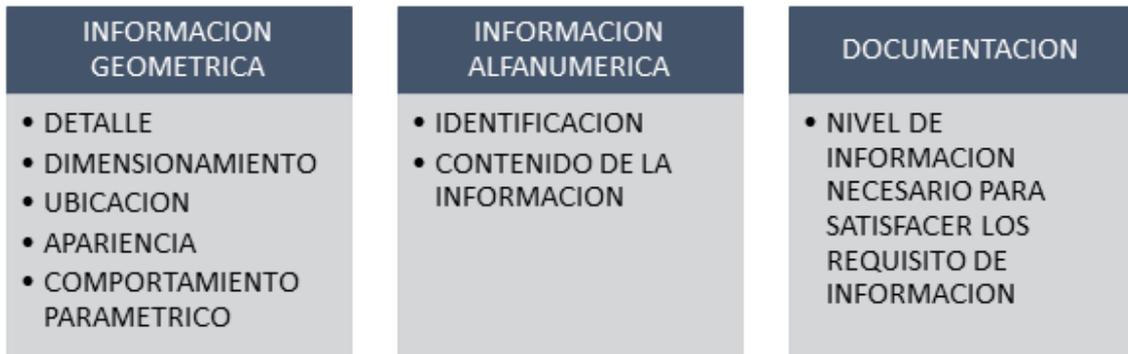


Figura 7 Niveles de Información

### 3.5.4 Entorno Común de Datos

La ISO 19650 indica que: El trabajo colaborativo está basado en un entorno común de datos (CDE), donde la información puede tener diferentes estados de acuerdo a la siguiente figura.



Figura 8 Entorno Común de Datos  
Fuente: Industrial BIM

El entorno común de datos se basa en una solución tecnológica que permite lo siguiente:

- Gestión del estado de la información.
- Gestión y clasificación de los contenedores de información.

- Control de versiones.
- Control del acceso a la información.

Y a través del entorno común de datos también se realiza:

- Asignación de tareas y responsabilidades.
- Comunicación entre agentes.
- Visualización de los modelos de información

Se realiza el uso de una estructura fija de codificación y de metadatos para identificar los diferentes contenedores de información:

- Identificador único que aporta información.
- Búsquedas más eficientes.
- Mejora el intercambio de información

En el proyecto Industrial BIM, la nomenclatura usada corresponde al acuerdo entre los integrantes del equipo.

#### **Capítulo 4: EIR**

El Exchange Information Requirements “EIR” es un documento contractual que detalla los requisitos de información establecidos por el cliente y acordados por la parte contratada.

El documento EIR desarrollado y aprobado para el presente proyecto se encuentra en el “Capítulo 10 - Anexo A: EIR”.

## Capítulo 5: Plan de Ejecución BIM (BEP) Almacén Industrial

### 5.1 Información general

Este documento ha sido desarrollado para dar respuesta y establecer criterios y parámetros claros a cada uno de los requerimientos establecidos en el Requerimiento de Información del Cliente (EIR). De tal forma que se registran los objetivos planteados de prioridad alta, media y baja, las responsabilidades por cada uno de los roles que conforman al equipo consultor, la estructura, las estrategias comunicacionales y de intercambio de información, los procedimientos y procesos establecidos para poder cumplir con el alcance fijado dentro de la metodología BIM.

El BEP se ha establecido con los parámetros de la norma “ISO-19650”, en base al estándar británico “PASS 1192-2:2023”, en referencia a la organización y digitalización de la información que se va a utilizar en el proyecto Almacén Industrial.

Muestra una estrategia para detallar el **PLAN DE EJECUCION BIM**, para el proyecto **ALMACEN INDUSTRIAL**, en la Urbanización Mucho Lote, Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, Solar 2, ciudad de Guayaquil, Ecuador.

El documento está estructurado de tal manera que permita el cumplimiento de los acuerdos en el EIR, en la implementación de la metodología BIM en el proyecto Almacén Industrial, contemplando los siguientes parámetros:

1. Definición de Objetivos Generales y Específicos para la implementación BIM.
2. Estrategia del Plan de implementación BIM.
3. Contratación del equipo técnico.
4. Definición del Organigrama de trabajo.
5. Asignación de roles conforme a la necesidad de entregables.
6. Diagramas de Flujo para cada proceso.
7. Establecimiento de protocolos de comunicación.

8. Implementación de un entorno común de datos.
9. Establecimiento de protocolos de modelado.
10. Establecimiento de protocolos de intercambio de información.
11. Diseño de carpetas, accesibilidad controlada.
12. Identificación de los usos del modelo, durante las fases del proyecto.
13. Definición de equipo de trabajo y entregables.
14. Definición de parámetros y procedimientos de comunicación, tecnología, y control de calidad.
15. Estrategias de solución para las indefiniciones.
16. Cronograma de entrega de productos.
17. Estudio del contexto inmediato del proyecto.
18. Georeferenciación del proyecto.
19. Modelo LOD 300 de Arquitectura, Estructuras y MEP.
20. Contexto inmediato mediante levantamiento Topográfico.
21. Ejecución de fases de modelado y planificación.

## 5.2 Historial de revisiones

*Tabla 4 Historial de revisiones BEP*

VERSION	FECHA	RESPONSABLE	MODIFICACION
1	30-07-2023	Andrés López	Primera versión
2	09-09-2023	Andrés López	Segunda versión

## 5.3 Estrategia y Gestión

El desarrollo del BEP en el capítulo de Estrategia y Gestión, se determina en los objetivos que tiene el cliente para poder establecer la medida adecuada del planteamiento BIM en el proyecto, además de informar sobre los principales agentes involucrados o asociados al proyecto, conforme las fases determinadas.

### 5.3 Información general

Tabla 5 Información general del Proyecto

Cliente	Lcdo. Elmer Muñoz- Universidad Internacional SEK
BIM Manager/ Gerente Proyecto	Arq. Andrés Lopez
Nombre de Proyecto	Gestión BIM del Proyecto Almacén Industrial
Dirección	Urbanización Mucho Lote, Etapa 6-Gye Ecuador
Fecha de inicio de contrato	04 de Mayo 2023

### 5.4 Fases del proyecto

Tabla 6 Fases del Proyecto

FASE DEL PROYECTO		FECHA DE ENTREGA	DE	OBSERVACIONES
F1	Inicio	04-05-2023		
F2	Contratación EIR-BEP	09-05-2023		
F3	DISEÑOS Ejecución de Proyecto	18-09-2023		
F4	Gestión BIM	18-09-2023		
F5	Cierre	25-09-2023		

### 5.5 Datos de contacto

Para el desarrollo de las fases de modelado y planificación del Almacén Industrial, se procede a contratar al equipo Consultor, estructurado de la siguiente manera.

Tabla 7 Equipo consultor

GRUPO NUMERO 5			
NOMBRE DEL PROYECTO: ALMACEN INDUSTRIAL			
NOMBRE DEL EQUIPO CONSULTOR: INDUSTRIAL BIM			
CLIENTE: ELMER MUÑOZ			
N°	NOMBRE	TELEFONO	CORREO
1	Franklin Andres Lopez Berzosa	0994418789	franklin.lopez@uisek.edu.ec
2	Paulina Priscila Orejuela Chango	0989294255	paulina.orejuela@uisek.edu.ec
3	Javier André Apunte Castillo	0958652852	javier.apunte@uisek.edu.ec
4	Maria Natali Siza Caiza	0999075873	maria.siza@uisek.edu.ec
5	Oscar Santiago Olmedo Salazar	0996457748	oscar.olmedo@uisek.edu.ec

El organigrama del equipo es el siguiente:

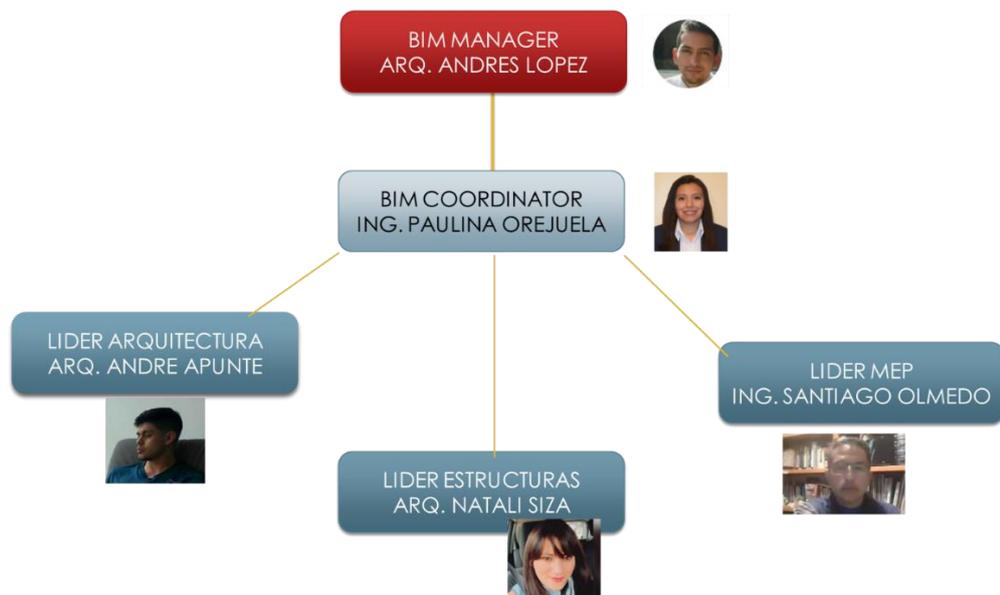


Figura 9 Organigrama del Equipo Consultor

## 5.6 Objetivos BIM

Implementar la metodología BIM en la Gestión del Proyecto Almacén Industrial para obtener resultados a través del análisis de las comparativas de materiales y sistemas constructivos y que determinen su implicación en la toma de decisiones de los distintos métodos constructivos para la reducción de tiempos y costos de construcción.

**Prioridad Alta:** Gestionar la fase de planificación y diseño (modelado) utilizando la metodología BIM, y obtener resultados tangibles que nos permita la toma de decisiones y cumplimiento del contrato con el cliente.

**Prioridad Alta:** Modelar arquitectura, estructura y mep (mecánico, hidrosanitario), para el desarrollo de una simulación constructiva 4D.

**Prioridad Alta:** Utilizar la metodología BIM para demostrar que el trabajo multidisciplinar coordinado ahorra costos en la construcción, a través de la prevención de posibles conflictos en obra, se valorizará el conflicto.

**Prioridad Media:** Ejecutar la coordinación y detección de conflictos entre los modelos arquitectónicos, estructurales y MEP (hidrosanitario y mecánico) para la resolución de interferencias.

**Prioridad Media:** Planificar mediante el programa MS Project/ Presto la fase de construcción, en base a los resultados de las comparativas estructurales, considerando 4d y 5d.

**Prioridad Alta:** Comparar el elemento estructural columnas en material de hormigón armado versus perfiles metálicos, ver su implicación en el costo y tiempo de ejecución de obra de cada uno de los sistemas.

**Prioridad Alta:** Comparar la estructura y tipo de pavimento en el área de estacionamientos con pavimento semirígido (adoquín) versus pavimento flexible

(asfalto) ver su implicación en el costo y tiempo de ejecución de obra de cada uno de los sistemas.

**Prioridad Media:** Demostrar que la resolución de interferencia en el modelo analítico representa un porcentaje importante en la reducción de costo a la obra.

**Prioridad Baja:** Utilizar el software Presto para la obtención del presupuesto en las disciplinas de Arquitectura y Estructura.

**Prioridad Baja:** Analizar la posible instalación de paneles fotovoltaicos en la cubierta, que generarán energía sostenible, para la iluminación de la zona administrativa.

*Tabla 8 Objetivos BIM*

<b>PRIORIDAD (1,2,3)</b>	<b>DESCRIPCION DE OBJETIVOS</b>	<b>MEDIOS</b>
<b>1. Comunicación</b>		
1	Establecer un medio comunicativo como fuente de información principal del proyecto	Trello
1	Determinar un entorno de trabajo colaborativo en la nube, que permita facilitar la comunicación entre los involucrados del proyecto conforme la norma ISO 19650	Autodesk Construction Cloud Google Drive
1	Determinar los accesos correspondientes conforme a la necesidad de cada rol	Autodesk Construction Cloud Google Drive
<b>2. Gestión de la Información</b>		
1	Establecer los entregables conforme el EIR	Excel
1	Estructurar el proceso de flujos de información.	
1	Diagramar los procesos para cada uno de los roles en base a sus responsabilidades	
1	Establecer los flujos por cada rol	Excel, Word
1	Establecer la información que se obtiene del modelo	Revit, Presto, Cad, Navisworks

1	Generar la información que no se obtiene del modelo	WBS, Ms Project, Presto, Excel
1	Generar la documentación grafica	Revit, Cad
<b>3. Diseño 3D</b>		
1	Determinar la base de datos del proyecto 2d (planos de todas las especialidades)	Cad
1	Establecer parámetros de modelado (ejes, estilos, protocolos, codificaciones)	Revit
1	Determinar las coordenadas georeferenciadas del modelo (ubicar punto de reconocimiento y punto base)	Revit
1	Realizar las auditorias de modelos	Revit
1	Elaborar el modelo LOD 300 (Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería)	Revit
1	Elaborar el modelo comparativo LOD 300 (Arquitectura y Estructura)	Revit
1	Elaborar los planos profesionales de cada especialidad	Revit, Cad
<b>4. Coordinación</b>		
1	Realizar la matriz de colisiones	Excel
1	Generar el informe de colisiones entre modelos (Arq vs Est, Arq vs MEP, Est vs MEP)	Navisworks, Excel
1	Solucionar en cada uno de los modelos las colisiones en base al informe	Revit, Excel
1	Generar el Modelo Federado y/o Coordinado	Navisworks/ Revit
1	Realizar la simulación Constructiva con el modelo Federado y el Cronograma General	Navisworks/ Ms Project
<b>5. Planificación y Gestión de la Ejecución</b>		
1	Establecer las mejores condiciones de ejecución del proyecto en base a las comparativas realizadas	Word
1	Utilizar el modelo federado para seguimiento constructivo	Navisworks, Revit

1	Determinar la incidencia de las colisiones en el proyecto y las soluciones respectivas	Navisworks, Revit
1	Determinar los riesgos en la etapa de Gestión y Constructiva	Excel
<b>6. Medición y Costos</b>		
1	Generar el costo total del proyecto, etapa de Gestión y Construcción	Excel, Presto
1	Elaborar el modelo con interoperabilidad para poder extraer volúmenes y generar presupuesto	Revit, Presto
<b>7. Análisis y optimización de sistemas</b>		
2	Realizar el análisis de costos para la implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta	Revit, Insight
<b>8. Cierre</b>		
1	Entregar los productos acordados en el EIR	
1	Análisis de Gestión del Proyecto	

## 5.7 Usos BIM

*Tabla 9 Usos BIM*

<b>USOS</b>	<b>RESPONSABLES</b>
Modelo Arquitectónico LOD 300 (3d)	Líder Arquitectura
Modelo Comparativo Arquitectura LOD 300 (3d)	Líder Arquitectura
Modelo Estructural LOD 300 (3d)	Líder Estructuras
Modelo Comparativo Estructural LOD 300 (3d)	Líder Estructuras
Modelo Mecánico LOD 300 (3d)	Líder MEP
Modelo Eléctrico LOD 300 (3d)	Líder MEP
Modelo Plomería LOD 300 (3d)	Líder MEP
Análisis y resolución de interferencias	Coordinador BIM
Modelo Coordinado/ Federado	Coordinador BIM
Simulación Constructiva (4d)	Coordinador BIM
Cronograma General (4d)	Líderes/ BIM Manager
Presupuesto General (5d)	Líderes/ BIM Manager
Análisis financiero implementación de paneles fotovoltaicos (6d)	Líder MEP

## 5.8 Roles

El equipo consultor conformado por 5 integrantes, se detalla los datos de contacto y el rol asignado para el proyecto

Tabla 10 Roles asignados del Equipo Consultor

<b>GRUPO NUMERO 5</b>					
<b>NOMBRE DEL PROYECTO: ALMACEN INDUSTRIAL</b>					
<b>NOMBRE DEL EQUIPO CONSULTOR: INDUSTRIAL BIM</b>					
<b>CLIENTE: ELMER MUÑOZ</b>					
<b>N°</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>SIGLAS</b>	<b>TELEFONO</b>	<b>CORREO</b>
1	Franklin Andres Lopez Berzosa	BIM MANAGER	BM	0994418789	franklin.lopez@uisek.edu.ec
2	Paulina Priscila Orejuela Chango	BIM COORDINATOR	BC	0989294255	paulina.orejuela@uisek.edu.ec
3	Javier André Apunte Castillo	LIDER DE ARQUITECTURA	BA	0958652852	javier.apunte@uisek.edu.ec
4	Maria Natali Siza Caiza	LIDER DE ESTRUCTURA	BE	0999075873	maria.siza@uisek.edu.ec
5	Oscar Santiago Olmedo Salazar	LIDER MEP	BMP	0996457748	oscar.olmedo@uisek.edu.ec

Se determina los agentes BIM involucrados en el proyecto

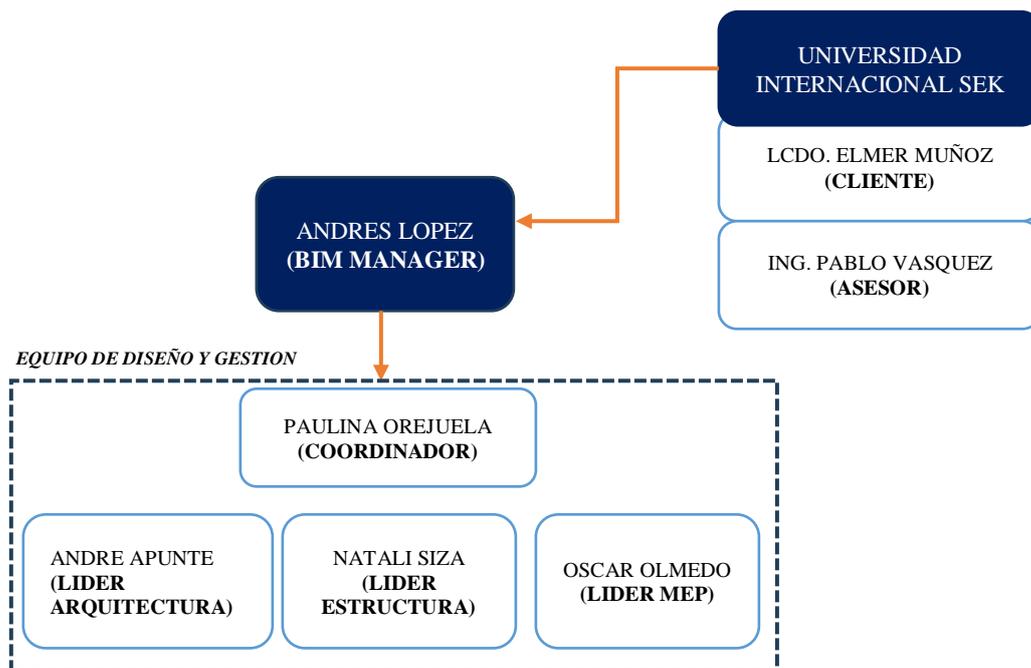


Gráfico 1 Agentes BIM

### **5.8.1 Promotor/ Cliente**

Es la persona u organización que decide poner en marcha y financiar el Proyecto BIM, y para ello contrató los servicios del Equipo de Gestión de Proyecto llamado Almacén Industrial.

Mediante el contrato firmado “EIR”, el cliente y el equipo consultor acordaron los alcances y los entregables, a fin de dar cumplimiento a cabalidad de lo acordado. Elmer Muñoz figura como cliente en el contrato, y el Cliente asignado, finalmente quien evaluará el rendimiento y cumplimiento de los entregables a plena satisfacción.

### **5.8.2 Gerente de Proyecto BIM/ BIM Manager**

El **BIM MANAGER** es la persona nombrada por el cliente para liderar al equipo de proyecto BIM, gestionar el proyecto, y alcanzar los objetivos para que se cumplan las expectativas del cliente acordadas en el contrato.

Dentro de las responsabilidades que maneja el BIM MANAGER o Gerente, se deberán considerar que el único responsable de la comunicación directa entre Cliente y equipo consultor será de exclusividad, los alcances acordados en el contrato serán de total cumplimiento.

El BIM MANAGER, será la persona quien se encargue de la parte operativa a nivel estratégico y táctico. De tal manera que el funcionamiento del equipo consultor tenga la debida fluidez para conseguir los objetivos planteados en el tiempo planificado.

Dentro de las funciones y responsabilidades que tiene el BIM Manager están las siguientes:

- Elabora el BEP del proyecto
- Entrega Al BIM Coordinador los diseños en 2d para el desarrollo del modelado y obtención del 3D.

- Determinar un cronograma de desarrollo de proyecto.
- Definir la necesidad de utilizar el Entorno común de datos.
- Determinar los procesos necesarios para cumplir con los objetivos planteados.
- Definir los flujos de interoperabilidad con el equipo.
- Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo al EIR (Requisitos de Información del Cliente).
- Definir los objetivos y usos BIM del Cliente.
- Desarrollar el plan de proyecto. (BEP)
- Definir el alcance del proyecto. (BEP)
- Desarrollar el acta de constitución del proyecto. (BEP)
- Seleccionar, conformar y liderar el proyecto.
- Identificar y evaluar a los agentes intervinientes en el proyecto.
- Generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma.
- Gestionar y controlar los riesgos.
- Gestionar los cambios en el proyecto.
- Gestionar la calidad.
- Mantener el proyecto en coste y plazo.
- Hacer el seguimiento e informar del progreso y estado del proyecto.
- Determinará los hitos de entrega para cumplimiento del equipo consultor.
- Informar al cliente el proceso evolutivo del proyecto, en porcentaje de cumplimiento.
- Mediante el check list de recepción al equipo consultor, el BM procederá a la entrega de los productos finales al cliente, con el acta de entrega recepción definitiva, el acta tendrá el detalle de todos los entregables acordados.

### 5.8.3 Coordinador BIM/ BIM Coordinator

El Coordinador BIM es el agente responsable de coordinar el trabajo dentro de una misma disciplina, con la finalidad de que se cumplan los requerimientos del BIM Manager.

Realiza los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM (auditoria de modelo), y que éste sea compatible con el resto de las disciplinas del proyecto.

Las funciones y responsabilidades asignadas:

- Reportar al BM, el avance de la ejecución del proyecto.
- Convocar a las reuniones con el equipo y el BM.
- Coordinar con el BM los procesos que se van a desarrollar para cumplir con los objetivos propuestos.
- Evaluar los flujos de cada proceso, y mejorar de ser necesario.
- Asignar las tareas ajenas a las actividades del rol, como por ejemplo Actas de reunión, manejo de informes, entrega de informes, etc.
- Implementación de Entorno Común de datos (ACC), diseño de carpetas para el proyecto, asignación de carpetas según las responsabilidades del Rol, creación de flujo de trabajo.
- Enviar informes de entrega de proyecto al BM, conforme a los requerimientos de entrega acordados en el contrato.
- Gestión de la comunicación a través del proceso correspondiente y mediante el flujo asignado a la transferencia, recepción, envío de archivos.
- Coordinar el trabajo de los líderes de Arquitectura, Estructuras y MEP.
- Realizar los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM (Auditorias de modelo).
- Asegurar la compatibilidad del modelo BIM con el resto de las disciplinas.

- Elaborar el informe de colisiones de cada especialidad, y sugerir alternativas de solución a la interferencia encontrada.
- Realizar la lista de entregables por cada rol.
- Elaborar el check list de recepción de productos conforme el requerimiento y la contratación.
- En la recepción provisional, elaborar las observaciones encontradas por el cliente, y la solución de los puntos que no están a satisfacción para su entrega definitiva.
- Elaborar el Acta entrega definitiva de proyecto.

#### **5.8.4 Líder de Arquitectura/ Estructuras/ Mecánica/ Eléctrica/ Plomería**

Es quien administra el diseño Arquitectónico/Estructural/MEP, incluyendo la aprobación y desarrollo de la información.

Es quien confirma los resultados de diseño del equipo Industrial BIM.

Firma y aprueba la documentación para la coordinación del diseño de detalle antes de ser compartida.

Sus funciones y responsabilidades:

- Recibe los planos en 2d, a través del Coordinador BIM, y desarrolla el modelado del proyecto.
- Realiza el modelado con la premisa “se modela como se construye”.
- Administrar el diseño Arquitectónico.
- Aprueba y desarrolla la información correspondiente a la Arquitectura.
- Aprueba los resultados del Equipo de Diseño del Proyecto
- Es la persona que proporciona, junto con el BIM Coordinador un enlace de comunicaciones entre los diferentes Equipos de Modelado del Proyecto.

- Genera el modelo local de su especialidad.
- Proporciona información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.
- Creación de visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto.
- Utiliza los protocolos de diseño.
- Coordina constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros.
- Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.

5.9 Diseño del proceso

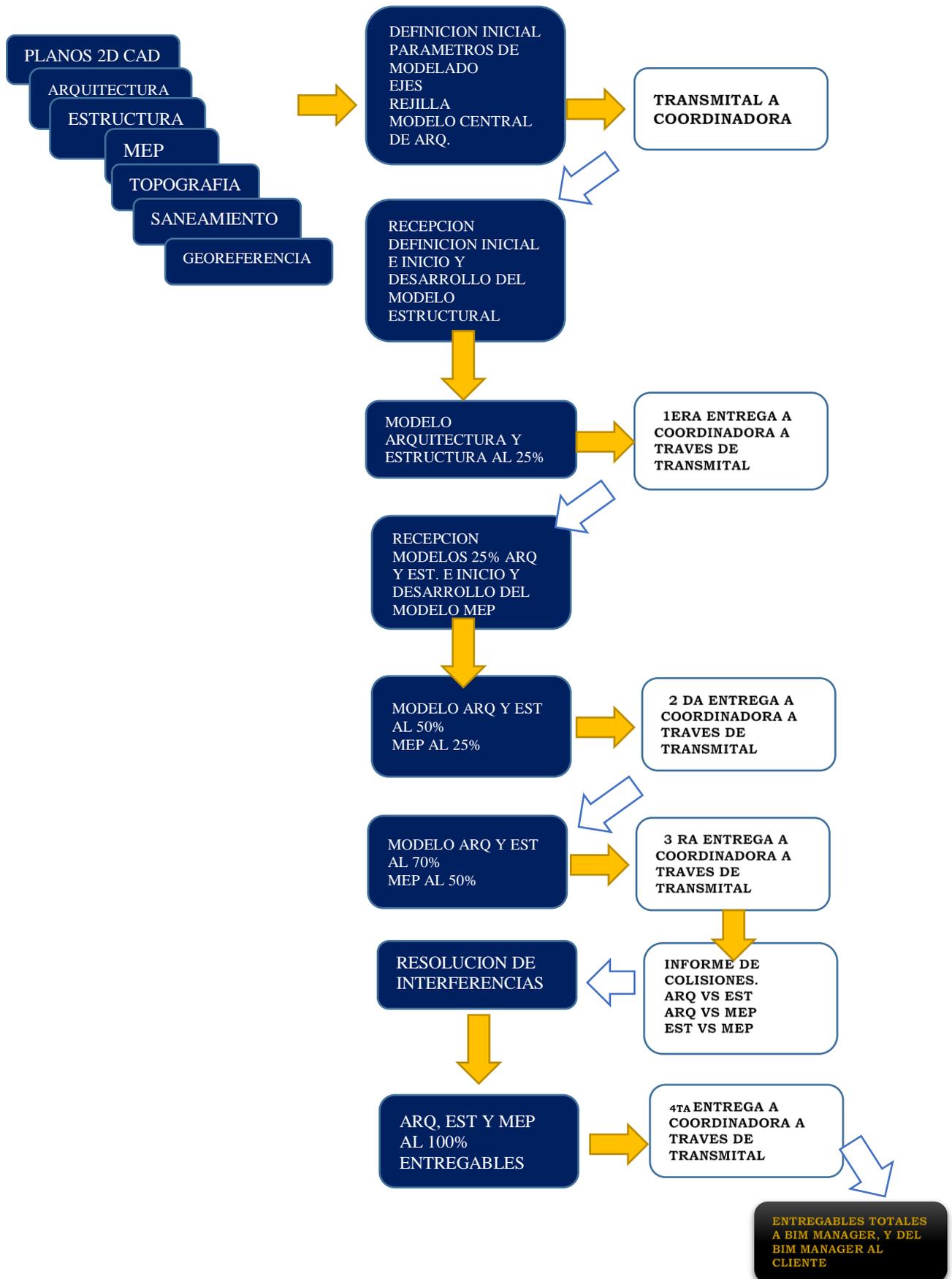


Gráfico 2 Diseño del proceso BIM

El proceso de diseño BIM consiste en la firma inicial del requerimiento o necesidad a través del EIR, en donde se llegan acuerdos comunes con el Cliente.

El BIM MANAGER, posterior a la firma del contrato, establece un cronograma de desarrollo del proyecto, y ejecuta un BEP (plan de ejecución BIM), en el BEP estará incluido todos los procesos necesarios para el cumplimiento del contrato.

La contratación de la Coordinadora estará dentro de las obligaciones del BM, en cuyo caso, mediante el BEP, se analizará el perfil que mejor se ajuste a la necesidad del proyecto. La Coordinadora a su vez, y mediante el BEP, contratará al equipo de líderes, quienes responderán por el proceso y cumplimiento de los entregables.

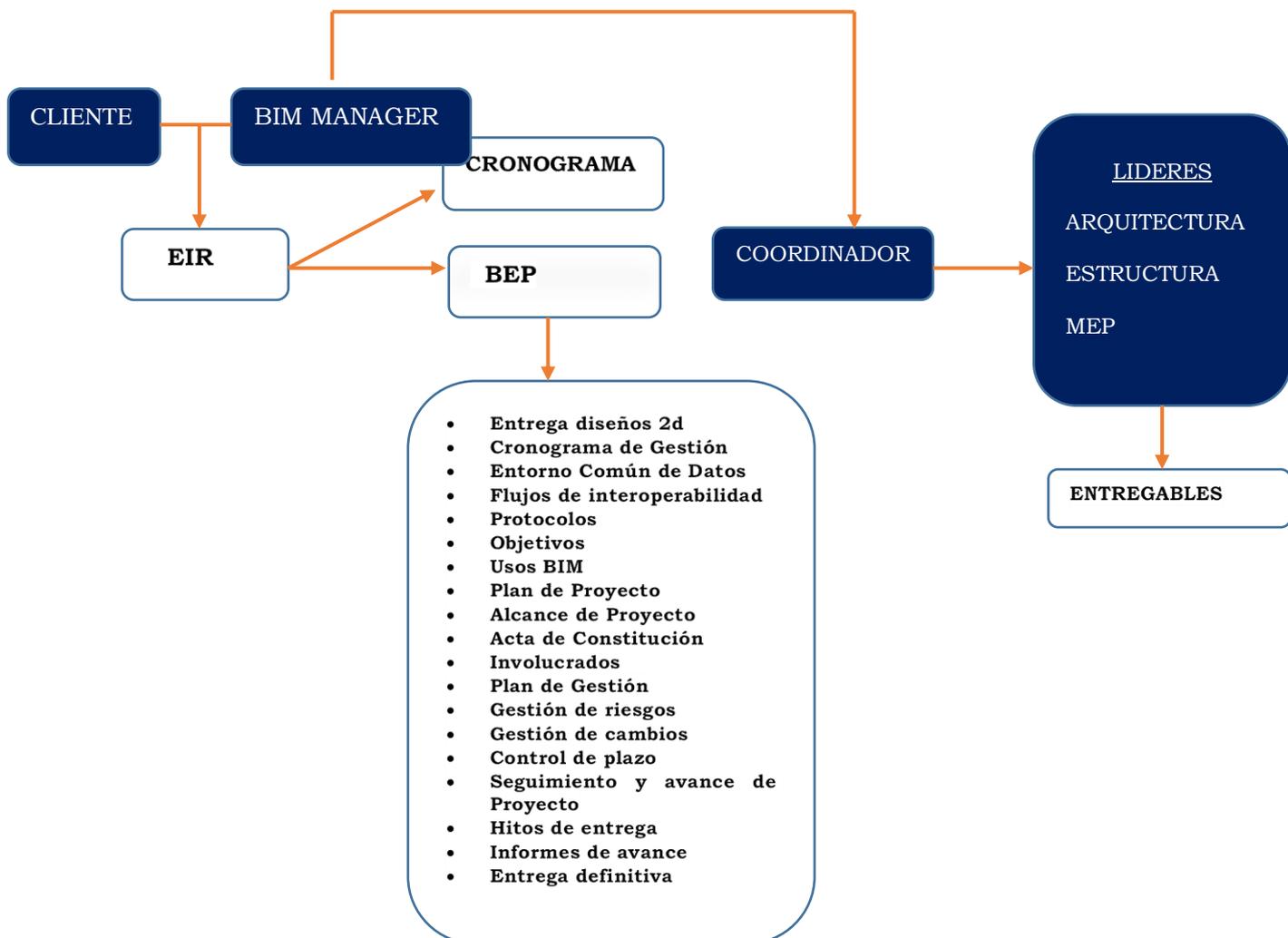


Gráfico 3 Proceso de ejecución del proyecto

## 5.10 Formatos de intercambio

Los formatos de intercambio de información entre softwares y que datos deben intercambiar.

El entorno de colaboración es el espacio donde se desarrolla el proyecto y debe tener la facultad de permitir el acceso a la información a los agentes que conforman el equipo del proyecto con diferentes roles de lectura, escritura y aprobación. La estrategia de colaboración se define según dos factores:

Técnica: la estrategia de colaboración resulta en el repositorio de información único para el proyecto durante el ciclo de vida del proyecto: diseño + construcción + uso y mantenimiento + derrocamiento

Procesos: definición de los flujos de intercambio de información y colaboración en el modelado, donde se indique los agentes responsables, el rol que desempeñan y las responsabilidades.



Gráfico 4 Organización de carpetas  
Fuente: Norma ISO 19650

### 5.11 Seguridad de la información

El modelo central permite que el trabajo colaborativo BIM obtenga el control y la seguridad para que no existan cambios no aprobados o reportados en los modelos, por lo tanto, la información generada posee bajo grado de incertidumbre.

El proceso aplicado en este proyecto se basa en las entregas parciales de los modelos, de la siguiente manera:

*Tabla 11 Seguridad de información*

Especialidad	Avance	Fecha de entrega	Aprobación de Coordinación (SI/NO)
Arquitectura	25%	Mayo 2023	SI
	60%	Junio 2023	SI
	90%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Estructura	25%	Mayo 2023	SI
	60%	Junio 2023	SI
	90%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Mecánica	50%	Junio 2023	SI
	75%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Eléctrica	50%	Junio 2023	SI
	75%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Plomería	50%	Junio 2023	SI
	75%	Julio 2023	SI
	100%	Agosto 2023	SI
Informe de Colisiones	100%	Agosto 2023	SI
Modelo Coordinado	100%	Agosto 2023	SI

Cada entrega parcial recibe una aprobación del Coordinador del proyecto, para lo cual en el avance de los modelos al 90% se realiza la resolución de colisiones, cada Líder realiza la corrección de modelos y entrega finalmente al 100%.

La aprobación de Coordinación del modelo al 100% de todas las especialidades y la comprobación en Navisworks conforma el modelo Federado.

No existirá duplicidad de archivos, y el control de los modelos será responsabilidad de la Coordinación, en caso de tener aprobados los modelos en el esquema de carpetas compartidas, se envía a “Compartido”, y es ahí donde el BIM Manager revisa el entregable final para presentación del cliente

Los archivos centrales se trabajan en el Autodesk Construction Cloud (ACC), y los modelos locales en el ordenador de cada Líder o Coordinador

El control total del ACC la tendrá el BIM Manager, y delegará la accesibilidad al Coordinador, de manera que tenga la opción de asignar carpetas o subcarpetas que estime necesario a cada uno de los líderes e involucrados en el proyecto.

### **5.12 Control de calidad y revisión BEP**

La estrategia para el control de la calidad es la revisión continua de los modelos, establecida cada semana a partir del inicio de la ejecución de los trabajos.

Las reuniones de comprobación de estándares y seguimiento de protocolos permiten que se establezca una línea de revisión asociada al control de cambios y de estándares fijados en el BEP.

#### **Revisión Semanal**

- Reunión semanal cada lunes, revisión de modelos, auditoría, compatibilidad
- Revisión y resolución de avisos, alertas, y advertencias en los modelos
- Eliminar vistas redundantes
- Comprobación de georeferenciación
- Purgar los modelos, guardar el avance y desarrollo semanal

#### **Revisión Quincenal**

- Comprobación de georeferenciación
- Purgar los modelos

- Revisión y coordinación de los modelos
- Resolución de interferencias en los modelos conforme a la matriz

### Revisión Mensual

- Comprobación de georeferenciación
- Verificación de estándares de calidad
- Revisión de elementos codificados conforme los protocolos de diseño

En base a la revisión constante que se da a los modelos, el BEP puede tener variaciones o modificaciones, en el caso de que existan se deberá comunicar al equipo consultor, para ser tomado en cuenta durante el desarrollo del proyecto.

El BEP deberá ser revisado al final de cada mes, asociado a los cambios que han determinado por el proceso de ejecución BIM, se deberá tener el registro de control de cambios.

El proceso de auditorías y control de ejecución de la calidad se va a desarrollar mediante el control interno de cada uno de las entregas a satisfacción del cliente.

*Tabla 12 Proceso de control de calidad*

Revisión	Definición	Responsable	Frecuencia
Visual	Visualizar elementos no deseados	Coordinador BIM	2 días frecuentes a la semana
Detección de cruces	Detectar problemas de modelo	Coordinador BIM	2 días frecuentes a la semana
Integridad de modelo	El modelo debe alinearse con BIM	Coordinador BIM	2 días frecuentes a la semana
Revisión del modelado	El desarrollo continuo del modelo debe estar alineado con los objetivos	Coordinador BIM	2 días frecuentes a la semana
Flujos de trabajo	Designación de roles, flujos, administración de proyecto	BIM Manager	2 días frecuentes a la semana

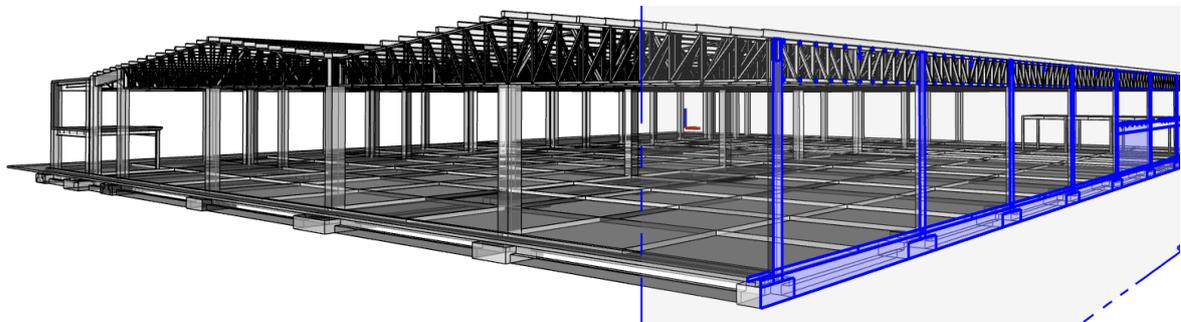
## 5.13 Estructura de informacion

### 5.13.1 Level Of Development (LOD)

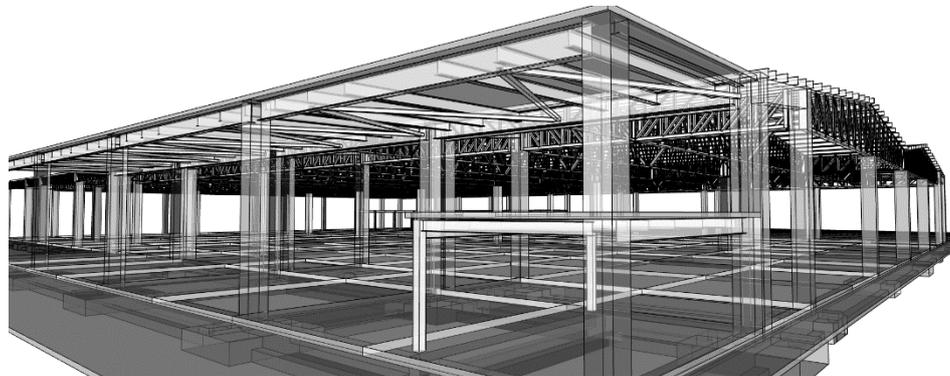
El nivel de detalle de los modelos Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería, en este proyecto se ha acordado en un LOD 300, el nivel de desarrollo de información que tiene cada uno de los elementos que componen el modelo BIM.

Según el estándar BIMFORUM de la AGC (The Associated General Contractors of America, Inc.) define:

“**LOD 300:** El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema u objeto específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. La información de los elementos del modelo se puede medir directamente desde el modelo. Además, la información no gráfica se puede adjuntar al elemento modelo. En este nivel de desarrollo, se define el origen del proyecto, por lo que los elementos se ubican con precisión respecto a éste.”



*Figura 11 Modelo Estructural  
Fuente: Industrial BIM*



*Figura 10 Modelo Estructural  
Fuente: Industrial BIM*

### 5.13.2 Información asociada al modelo

La información del modelo, será determinada por el nivel de desarrollo, LOD 300, y deberá ser corroborada,

### 5.13.3 Hitos y entregables

Para establecer una metodología exitosa, se programa las reuniones interdisciplinarias, con el objetivo de la consecución de objetivos marcados en el EIR, las reuniones de coordinación se fijarán como meta, la resolución de conflictos detectados, o solventar las inconsistencias que se hayan presentado y que retrasen el proceso normal del avance de proyecto.

En la siguiente tabla se establecen las reuniones periódicas fijadas de acuerdo a las fases del proyecto.

*Tabla 13 Reuniones planificadas*

REUNION	PERIODICIDAD	DESCRIPCION	ENTREGABLES
Plantillas Protocolos Estilos	Semanalmente (cada lunes)	Reunión todo el equipo para definiciones iniciales de modelado	
Modelos	Semanalmente (cada lunes)	Reunión todo el equipo para supervisión de modelos	Modelos (Arquitectura, Estructura, MEP)
Coordinación	Semanalmente (cada lunes)	Reunión todo el equipo para revisión de interferencias	Modelo Coordinado o Federado Simulación Constructiva
Gestión	Semanalmente (cada lunes)	Reunión todo el equipo para revisión de planificación de proyecto	Presupuesto General Cronograma General Modelos comparativos Análisis sostenibilidad

#### 5.13.4 Estructura de archivos

Se determina la clasificación de archivos, en función de la importancia de los mismos. Con el fin de que no exista duplicidad se establecen los siguientes:

Archivos editables de modelado: Archivos realizados en Revit, los de entrega parcial

Archivos auxiliares editables de modelo: Archivos base que sirven de apoyo al modelo central (ejes, rejillas)

Archivos de modelo federado: Los modelos de cada especialidad terminados al 100% en formato NWC, para vincular en Navisworks

Archivos de información: Entregables

Archivos auxiliares de información: Archivos que aportan información extra a los entregables.

Los archivos se organizan en función de la disciplina y subdisciplina,

#### 5.13.5 Nomenclatura de archivos

Se establecen los criterios en los cuales se concibe la nomenclatura de archivos

*Tabla 14 Nomenclatura de archivos*

ABREVIATURA	DETALLE	DESCRIPCION
AI	Nombre de Proyecto	Almacén Industrial
INDBIM	Equipo Consultor	Industrial BIM
ARQ, EST, MEC, ELE, PLO	Especialidad	Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería
ZZZ	Ubicación	No Corresponde
001	Versión	Versión 1
Ejemplo: AI-INDBIM-ARQ-ZZZ-001		

## 5.14 Requisitos técnicos

### 5.14.1 Software

Los principales softwares que se utilizan para la ejecución del proyecto Almacén Industrial con metodología BIM, en el modelado y en la coordinación son los siguientes:

*Tabla 15 Softwares a utilizar*

<b>SOFTWARE</b>	<b>USO BIM</b>	<b>VERSION</b>	<b>FORMATO ENTREGA</b>
Revit	Modelos (Arquitectura, Estructura, MEP)	2023	RVT/IFC
Navisworks	Modelo Federado	2023	NWC, NWD, NWF
Navisworks- Project	Simulación Constructiva	2023	NWC, NWD, NWF
Presto	Presupuesto	2022	PZH
Ms Project	Cronograma	2018	Msp
Adobe PDF	Análisis sostenible, paneles fotovoltaicos	2023	PDF

### 5.14.2 Modelo nativo

Los modelos nativos son los modelos en el software original que se modeló.

En el proyecto Almacén Industrial, los modelos nativos se han realizado en Revit.

Los niveles que se ha considerado en Arquitectura son los siguientes:

<b>IDENTIFICADOR</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>NIVEL</b>
-0.25 NNT	Nivel Natural de Terreno	-0.25
0.00 Nivel 1	Nivel de Contrapiso	+0.00
4.20 Nivel 2	Nivel de Entrepiso	+4.20
6.40 Nivel 3	Nivel auxiliar	+6.40
7.00 Nivel 4	Nivel auxiliar	+7.00
7.90 Nivel REF	Nivel auxiliar	+7.90
8.40 Nivel 5	Nivel de faldón de cubierta	+8.40
10.60 Nivel 6	Nivel de cumbrero	+10.60

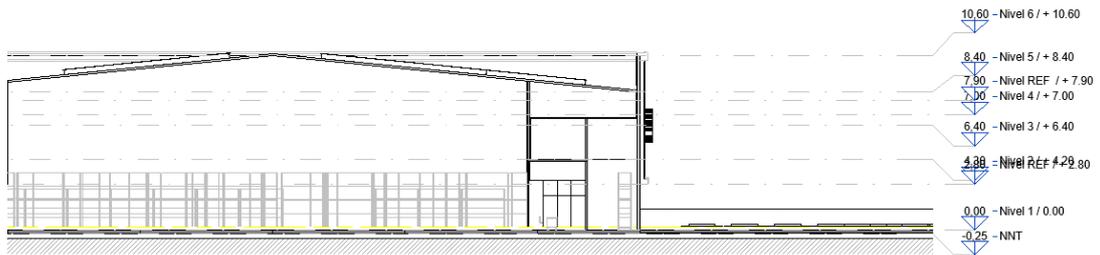


Gráfico 5 Niveles de modelo Arquitectónico

Rejillas: El sistema de rejillas será en el eje x con números, y en el eje y con letras, y tendrán una relación de  $90^\circ$ , el modelo estará orientado con respecto el norte real del norte de proyecto en  $24.58^\circ$

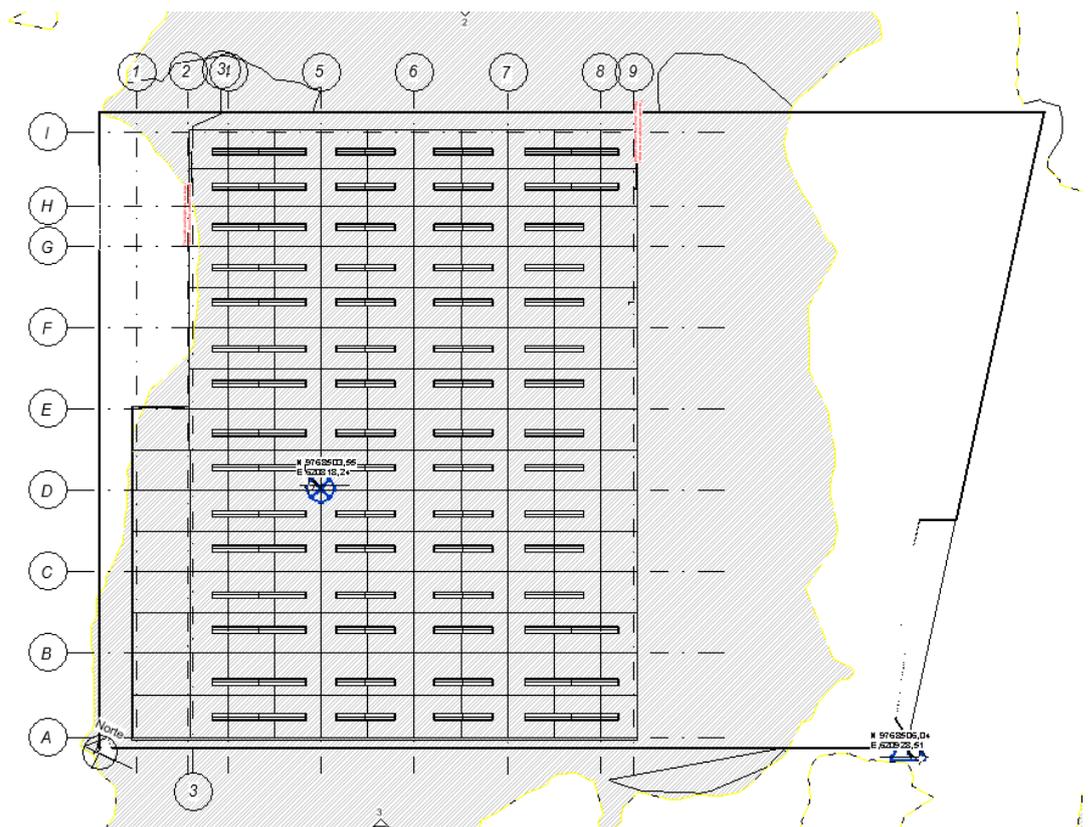


Gráfico 6 Rejillas de proyecto  
Fuente: Industrial BIM

Coordenadas: Las coordenadas de georeferenciación son las siguientes:

Tabla 16 Coordenadas de proyecto

COORDENADAS	
Norte/Sur	P1: 9768615.489 P2: 9768506.037 P3: 9768446.040 P4: 9768545.48
Este/Oeste	P1: 620902.444 P2: 620928.512 P3: 620803.670 P4: 620756.107
Elevación	+7.58
Angulo a norte real	115.38°

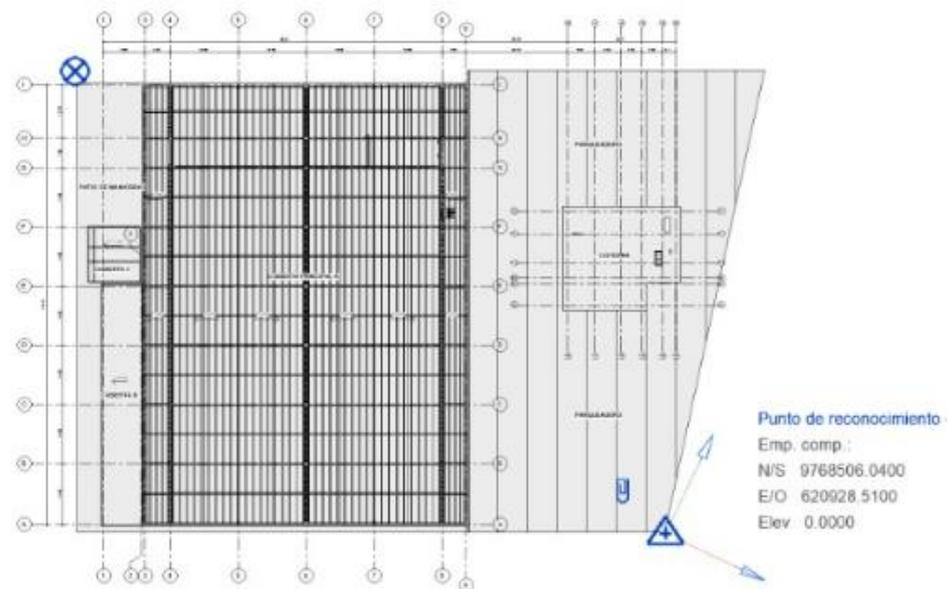


Gráfico 7 Punto de reconocimiento de proyecto  
Fuente: Industrial BIM

Vinculación de archivos: el modelo de Arquitectura se generará a partir del archivo CAD que se tiene como autoría, se vincularán las coordenadas, se generará un modelo central de Arquitectura, se definen los niveles, rejillas, plantilla, navegador, y

parámetros de dibujo. Posterior a ese procedimiento Estructuras vincula el modelo Arquitectónico, y desarrolla el modelado de la especialidad. La especialidad MEP empieza a desarrollar el trabajo a partir de que Arquitectura como Estructuras entregan el avance al 50%, y tras la indicación y aprobación del Coordinador.

Con la finalidad de tener el mismo punto de reconocimiento, todos los modelos se han colocado en el mismo punto, sin embargo, el punto base se ha colocado conforme a la necesidad de modelado de cada especialista.

Con los archivos vinculados el procedimiento siempre será el de copiar y supervisar tanto niveles como rejillas.

Siempre se verificará las coordenadas al inicio de cada reunión colaborativa

Unidades de medida:

*Tabla 17 Unidades de medida*

<b>DIMENSION</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>DECIMALES</b>
Longitud	Metros	2
Área	Metros cuadrados	2
Volumen	Metros cúbicos	2
Ángulo	Grados	2
Peso	Kilogramos	2
Pendiente	Porcentaje	2

El navegador de proyecto se clasificará conforme a la siguiente denominación

*Tabla 18 Navegador de proyecto*

<b>SUBDISCIPLINA</b>	<b>VISTA</b>
00-IMPLANTACION	Implantación Planimetría general
01-ARQUITECTURA	Alzado Este Alzado Norte Alzado Oeste Alzado Sur Alzado Este

	Plano de planta Nivel 1/0.00 Plano de planta Nivel 2/ +4.20 Plano de planta Nivel 3/ +6.40 Plano de planta Nivel 4/ +7.00 Plano de planta Nivel 5/ +8.40 Plano de planta Nivel 6 / +10.60 Plano de planta Nivel REF/ +7.90 Plano de planta Nivel REF/ +2.80 Plano de planta NNT Sección 1 Sección 2 Sección 3 Sección 4
02- TECHO -CIELO RASO	Plano de techo reflejado Nivel 1/ 0.00 Plano de techo reflejado Nivel 2/ +4.20 Plano de techo reflejado Nivel 3/ +6.40 Plano de techo reflejado Nivel 4/ +7.00 Plano de techo reflejado Nivel 5/ +8.40 Plano de techo reflejado Nivel 6 / +10.60 Plano de techo reflejado Nivel REF/ +7.90 Plano de techo reflejado Nivel REF/ +2.80
04- VISTAS	Vista 3d 1 Vista 3d 2
05-3D	Vista 3d

Se desarrollará el trabajo en todas las vistas, por ende, se clasificará a medida que se requiera.

Los modelos de la Estructura y de MEP tendrán el mismo subsistema en conformidad a la necesidad del modelador.

### **5.14.3 Entorno Común de Datos (CDE)**

El Entorno Común de Datos, se implementará inmediatamente posterior a la firma del EIR, y se trata de un complemento informático para gestionar la documentación del modelo, estableciendo un canal informativo entre los integrantes del equipo consultor, y con la gran ventaja de que evita duplicidad en la información, de tal forma que garantiza el trabajo sobre una base de datos actualizada

#### **5.14.4 Modelo Federado**

Compuesto por la unión de varios modelos de varias disciplinas, se trabaja independientemente, y se adiciona en uno solo.

#### **5.14.4 Trabajo colaborativo**

Es un entorno común de datos, una nube que permite realizar la gestión del proyecto a través de la metodología BIM.

Se utilizará el Autodesk Construction Cloud.

#### **5.14.5 Coordinación de disciplinas**

Para la coordinación de disciplinas se deberá tener los modelos al 75% (Arq-Est) y 50% (MEP), se realizará la primera corrida de coordinación disciplinar.

Posterior a las resoluciones y en la entrega al 90% de los modelos, se realiza la segunda corrida entre todas las disciplinas, se emite el informe de interferencias en formato HTML, posterior a lo cual, los líderes de cada disciplina deberá solucionar las interferencias reportadas, si existiese algunas que de cierta manera no afectan a la ejecución de obra, en el informe se deberá colocar como “solución en obra”, lo que significará que es una colisión menor que no incide en la construcción del proyecto.

Las colisiones se determinarán en el programa Navisworks las pruebas se realizarán conforme a las siguientes disciplinas

Arquitectura vs Estructuras

Arquitectura vs Instalaciones (MEP)

Estructura vs Instalaciones (MEP)

En base a la matriz de colisiones se resolverán en primera instancia aquellas que tengan el nivel jerárquico de mayor incidencia en ejecución de obra.



#### **5.14.7 Proceso de revisión**

Se debe verificar en cada reunión de los días lunes, con el equipo consultor la información contenida en los modelos BIM, cada revisión llevará un control de auditoría, y control de georeferenciación.

Se deberá comprobar la calidad del modelo en el cual se va trabajando, para que no se tenga retrabajos y reprocesos al momento de vincular en el modelo federado los distintos modelos de las disciplinas.

La periodicidad de las auditorías será semanal, a medida que se vaya aumentando el tamaño del proyecto se realizará verificaciones mas cortas, de manera que sea productivo el desarrollo BIM en los modelos

#### **5.14.8 Pautas de modelado de Arquitectura**

No modelar en exceso, modelar acorde a LOD 300

No se subdividirá el modelo

Se creará un archivo central a partir de Arquitectura

Definición inicial de niveles y rejillas por parte de esta disciplina

Los niveles de Arquitectura son de suelo acabado

Se compactará el modelo central

Se sincronizarán los archivos con el modelo central

Se purgará el modelo

Se solucionará avisos y alertas del modelo

Solo se mantendrán las opciones de diseño en uso

Los muros multicapas se modelarán como se construye

Se utilizarán planos de referencia CAD para modelar

Se parametriza las familias

#### **5.14.9 Pautas de modelado Estructuras**

Evitar modelar en exceso

Pilares de nivel a nivel

Se limita la unión entre elementos

La restricción de unión entre elementos será de 5cm

Se modela como se construye

Vigas se modelan a eje de pilares

Se evitará modelar elementos de conexiones metálicas

Se empleará planos de referencia CAD, para el modelado

Se utilizará familias propias, en correspondencia con la categoría

#### **5.14.10 Pautas de modelado MEP**

Evitar modelar en exceso

Se limita la unión entre elementos

Crear sistemas lógicos de redes de conexión

Uso de familias sin anfitrión

Uso de tablas de planificación

No se modelan elementos auxiliares como soportes de equipos, cableados, etc

Uso de filtros de visualización según la disciplina

Se utilizará familias propias, en correspondencia con la categoría

#### **5.15 Entregables**

Los entregables son:

- Planos profesionales
- Arquitectura
- Estructura
- MEP

- Comparativas de sistemas constructivos (materialidad)
- Arquitectura
- Estructura
- Análisis de tiempos de ejecución en dependencia de las comparativas (4d)
- Análisis de costos de ejecución en dependencia a las comparativas (5d)
- Cronograma General de ejecución de obra.
- Presupuesto General de obra.
- Análisis de interferencias.
- Auditoria de modelo.
- Modelo federado.
- Simulación constructiva
- Análisis e implementación de sistema de sostenibilidad energética.

### **5.16 Análisis de Gestión de Proyecto**

Para complementar el proyecto se realiza la simulación Montecarlo de los 3 procesos planteados para definición del proyecto.

- Montecarlo de Proceso de Diseño y Gestión del Proyecto
- Montecarlo de Proceso de diseño estructural definición de columnas de hormigón
- Montecarlo de Proceso de diseño estructural definición de columnas metálicas

## Capítulo 6: Detalle del rol

### 6.1 Introducción

Uno de los roles dentro de BIM, es el Coordinador BIM, el cual se encarga de determinar y coordinar los flujos de información dentro de un proyecto. Además, de velar con el cumplimiento de los requerimientos establecidos en el BIM Execution Plan “BEP” y por el BIM manager.

En la siguiente figura se observa el organigrama con respecto a la Coordinadora BIM.



Figura 12 Organigrama perspectiva Coordinador BIM

Fuente: Orejuela, (2023)

### 6.2 Objetivos

- Aplicar la metodología BIM a través de la coordinación de flujos de información entre los involucrados del proyecto para su adecuada gestión.
- Ejecutar la coordinación y detección de conflictos entre los modelos Arquitectónicos, Estructurales y MEP (Mecánico, Eléctrico, Plomería) mediante el análisis de interferencias para su respectiva resolución.

- Aplicar la metodología BIM a través de la detección y prevención de posibles conflictos en obra para la demostración que el trabajo multidisciplinar coordinado ahorra costos y tiempo en la construcción.
- Demostrar que la resolución de interferencias en el modelo analítico representa un porcentaje importante en la reducción de costos en obra.

### **6.3 Funciones del rol**

Dentro de las funciones del Coordinador BIM se encuentran:

- Determinar y coordinar los usos BIM de cada fase del proyecto.
- Actividades de intercambio de información, control de calidad, revisión de modelado de las disciplinas involucradas, asignación de responsabilidades a los líderes y documentación del proyecto.
- Desarrollar el proceso de integración y flujo de información entre los involucrados según la etapa de un proyecto.
- Validar e integrar modelos de distintas disciplinas, prever conflictos y conciliar soluciones.
- Comunicarse con los líderes de las disciplinas para recopilar información y asegurar la correcta modelación del diseño.
- Organizar sesiones de coordinación entre las disciplinas.
- Configurar el entorno de modelación para desarrollar las entregas según lo especificado en el BEP. Mantener el/los modelo(s) actualizado(s) y liviano(s). La(s) persona(s) en este rol son el principal punto de contacto entre los modeladores. (Roles BIM y Matriz de Roles BIM, 2019)

#### 6.4 Responsabilidades y entregables

- Desarrollar el protocolo de intercambio de información, plantillas para modelado, manual de estilos, matriz de interferencias y cuadro de hitos.
- Contactar con líderes de las disciplinas involucradas.
- Delegar de responsabilidades a los líderes y reporte al BIM Manager.
- Generar el modelo coordinado.
- Generar el análisis y resolución de interferencias.
- Generar el análisis de costo de no solución de interferencias.
- Generar el modelo federado.
- Desarrollar el informe de análisis de interferencias.
- Desarrollar el informe de análisis de costo en relación a la resolución de interferencias en el modelado versus en obra.
- Realizar la simulación constructiva en conjunto con los líderes de las disciplinas.

#### 6.5 Actividades del rol

En el presente proyecto se desarrollaron las siguientes actividades como Coordinadora BIM:

**Configuración del entorno comun de datos (CDE):** referente a la plataforma para el intercambio de información, el cual se utilizó la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC). En este proceso el BIM Manager creó las carpetas principales y como Coordinadora BIM se realizó la estructura de subcarpetas y asignación de accesos a los respectivos líderes para el desarrollo del proyecto. El modelo de entorno común de datos se basó en la normativa ISO 19650. En la siguiente figura se observa el acceso a carpetas en la plataforma Autodesk Construction Cloud.

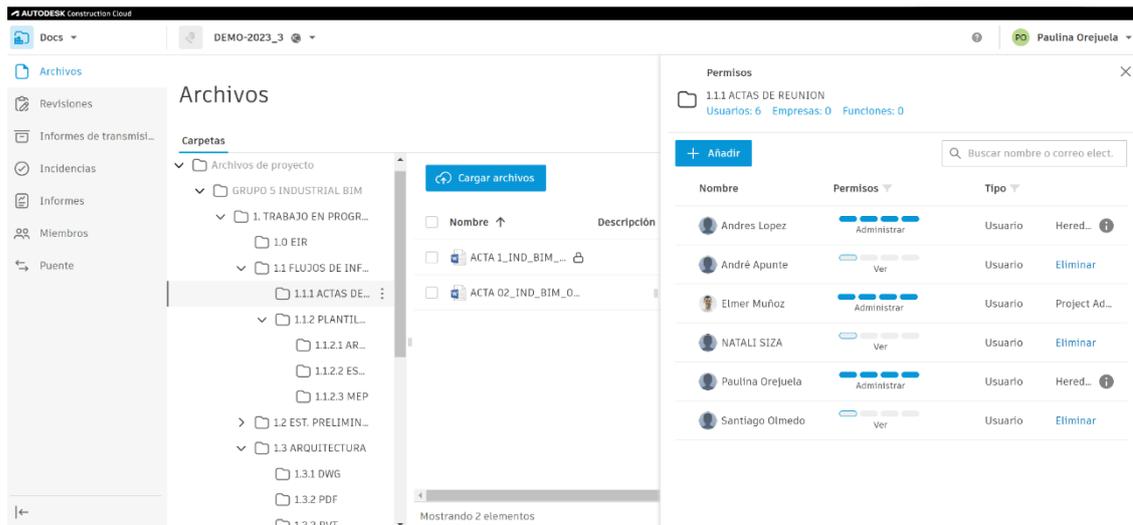


Figura 13 Acceso a carpetas en el Autodesk Construction Cloud

Fuente: Orejuela, (2023)

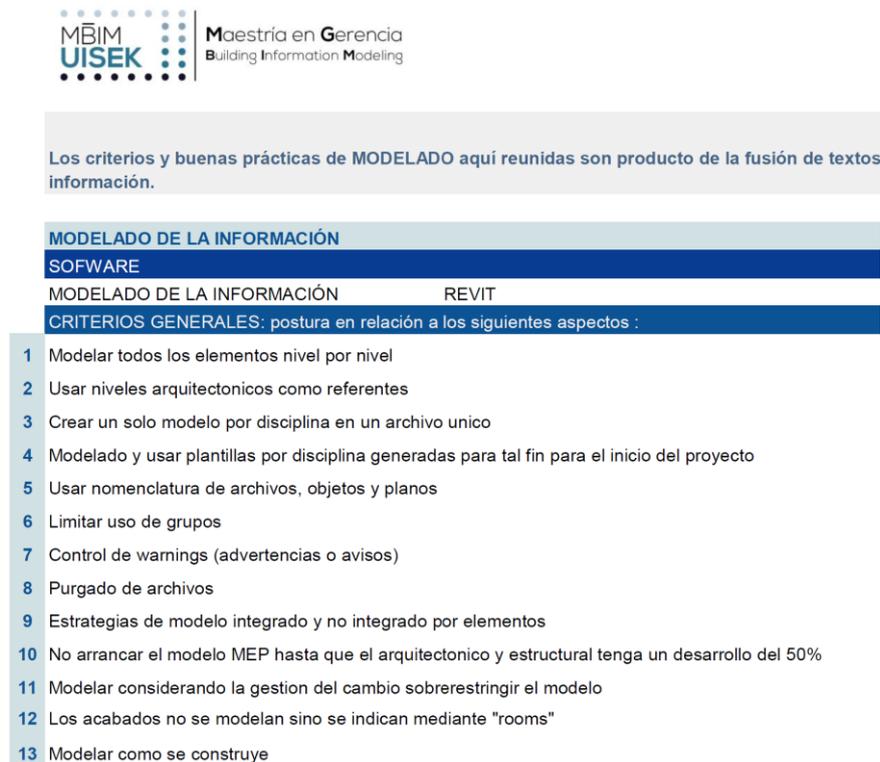
### **Contacto y delegación de responsabilidades a los líderes de cada disciplina:**

como coordinadora BIM y principal contacto entre los involucrados del proyecto se designó las responsabilidades a cumplirse para cada uno de los líderes de las disciplinas. Se mantuvo una comunicación bidireccional continua con cada uno de los líderes, dicha comunicación se la realizó a través de incidencias en la plataforma ACC. Además, de reuniones programadas cada lunes en las cual se realizaron actas de reunión reflejando el desarrollo del proyecto y el cronograma semanal de las actividades a cumplirse.

**Protocolo de intercambio de información:** el protocolo de intercambio de información detalla la forma en que se va a realizar el intercambio de documentos y el flujo de trabajo entre los integrantes del proyecto, para el presente proyecto se aplicó el protocolo basado en la ISO 19650.

**Desarrollo del manual de estilo:** el manual de estilos detalla los requisitos de cómo realizar y entregar la información tanto en documentos y modelos los cuales deben cumplirse a lo largo del proyecto. En la siguiente figura se observa una fragmento del

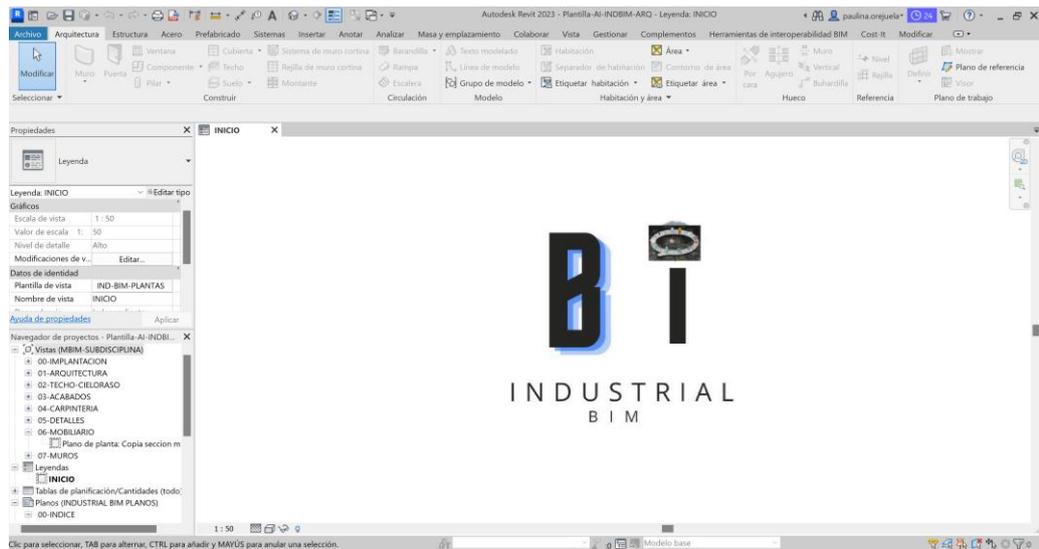
manual de estilos, el documento completo se encuentra en el “Capítulo 10 - Anexo B: “Manual de estilos”.



*Figura 14 Manual de estilos*

*Fuente: Orejuela, (2023)*

**Desarrollo de plantillas:** desarrollo de plantillas en formato “rte.” de las disciplinas de Arquitectura, Estructuras, Mecánica, Eléctrica, Hidrosanitaria para ser utilizadas por los líderes correspondientes. Dichas plantillas fueron entregadas a cada líder a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud. En la siguiente imagen se observa la plantilla de Arquitectura desarrollada para el presente proyecto.



*Figura 15 Plantilla Arquitectura Industrial BIM*

*Fuente: Orejuela, (2023)*

**Informes de avance al BIM Manager:** desarrollo de informe de avances el cual fue notificado al BIM Manager, mediante dicho informe se reflejó el progreso del proyecto y el cumplimiento del cronograma acordado. En la siguiente tabla se refleja el informe de avance, en el cual se detalla cada entregable con el porcentaje de avance a la fecha.

Tabla 21 Informe de avance

**INFORME DE AVANCE**  
**GRUPO 5 INDUSTRIAL BIM**

<b>Proyecto</b>	Almacén industrial	<b>Fecha de informe</b>	15 de junio 2023	
<b>Cliente</b>	Elmer Muñoz			
<b>BIM Manager</b>	Andres Lopez	<b>BIM Coordinator</b>	Paulina Orejuela	
<b>Objetivo</b>	Implementar la metodología BIM en el proyecto del almacén industrial a través del análisis de las comparativas de materiales constructivos y su implicación de las decisiones de los distintos métodos constructivos para la reducción de tiempos y costos de construcción.			
<b>Estado del proyecto</b>	En curso			
<b>Estado y avances</b>		<b>% Avance</b>	<b>Planificado</b>	<b>Estimación fin</b>
EIR		100%	May 2023.	11-ago-23
BEP		80%	Agosto 2023.	11-ago-23
Modelado de arquitectura		90%	Julio 2023.	21-jun-23
Modelado de estructuras		90%	Julio 2023.	21-jun-23
Modelado MEP (mecánica)		80%	Julio 2023.	26-jun-23
Modelado MEP (eléctrica)		80%	Julio 2023.	22-jun-23
Modelado MEP (plomería)		80%	Julio 2023.	27-jun-23
Análisis de interferencias por disciplinas		90%	Julio 2023.	28-jun-23
Análisis interferencias modelo federado		25%	Julio 2023.	28-jul-23
Modelo federado		80%	Julio 2023.	28-jul-23
Planos profesionales de las disciplinas		40%	Agosto 2023.	11-ago-23
Cronograma general (4D)		10%	Agosto 2023.	11-ago-23
Presupuesto general (5D)		10%	Agosto 2023.	11-ago-23
Simulación constructiva (4D)		0%	Agosto 2023.	11-ago-23
Análisis de comparativas		0%	Agosto 2023.	4-ago-23
Análisis de sostenibilidad		25%	Agosto 2023.	11-ago-23

**Gestión de incidencias en la plataforma ACC:** a través de la plataforma “ACC” se mantuvo comunicación bidireccional de líderes y coordinación BIM para solicitar y entregar documentación relacionada al proyecto en curso. Dichas incidencias fueron periódicamente revisadas y solventadas como se observa en la siguiente figura.

The screenshot displays the Autodesk Construction Cloud interface. On the left, a table lists several incidents. The right panel shows the details for incident #103, including its title, status, type, and description.

Título	ID	Estado	Tipo	Asignado a
Design	#103	Abierto	DWG Work to C...	Santiago Olmedc
Design	#102	Abierto	DWG Work to C...	Santiago Olmedc
Coordination	#99	Abierto	COR Coordinat...	Paulina Orejuela
Design	#98	Abierto	COR Coordinat...	Paulina Orejuela
Coordination	#97	Abierto	D Design	Paulina Orejuela
Coordination	#96	Abierto	COR Coordinat...	Paulina Orejuela
Modelado arquitectónico actualizado	#92	Abierto	DWG Work to C...	NATALI SIZA

**Incidencia n.º 103**

**Detalles** | Registro de actividad

[Anular publicación](#) | [Suprimir](#)

**Título**  
Design

**Estado**  
Abierto

**Tipo**  
DWG Design > Work to Complete

**Descripción**  
Estimado líder MEP, se añadió el archivo autocad de electricidad a la carpeta 1.6 ELECTRICA 1.6.1 DWG, para su respectivo uso

**Asignado a**  
Santiago Olmedo (EMPRESA 1)

Figura 16 Incidencias reportadas en el Autodesk Construction Cloud

Fuente: Orejuela, (2023)

**Revisión de avance del modelo Arquitectónico, Estructural y MEP:** referente a la revisión de los modelos desarrollados por los líderes de cada disciplina, cada modelo se recibió cumpliendo el protocolo de intercambio de información, a la vez que se inspeccionaron que los mismos estén auditados. Dichos modelos fueron revisados de acuerdo al cronograma de trabajo, Arquitectura y Estructura al: 25%, 50%, 70%, 90%, 100%. Por otra parte el modelo de Mecánica, Eléctrica, Plomería “MEP” al: 25%, 50%, 80%, 100%.

**Análisis de interferencias individuales de las disciplinas:** de acuerdo al cronograma de avance, se realizó el análisis de interferencias entre disciplinas individualmente, es decir Arquitectura vs Arquitectura (Arq vs Arq), Estructuras vs Estructuras (Est vs Est), Mecánica, Eléctrica, Plomería (MEP vs MEP), esto con el objetivo de eliminar errores de modelado como elementos repetidos o errores de diseño. Para el análisis de colisiones se utilizó el software Navisworks en el cual se generó un informe de detalle de colisiones revisadas y a solucionar por los respectivos líderes de las disciplinas.

**Análisis de colisiones interdisciplinar:** cumpliendo el cronograma de avance, se desarrolló el análisis de colisiones entre las disciplinas involucradas en el proyecto, inicialmente como estrategia se desarrolló las colisiones generales entre todas las disciplinas como se observa en la siguiente figura, subsecuente a ello se realizó el análisis de colisiones interdisciplinarias con respecto al cuadro de hitos y prioridad de resolución el cual se detallará más adelante.

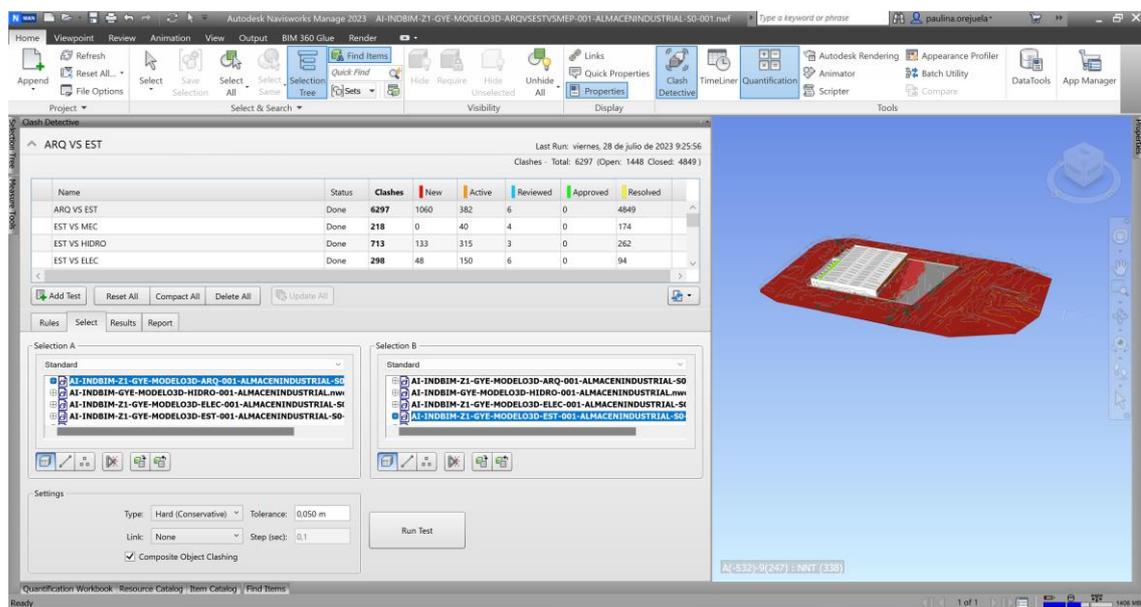


Figura 17 Análisis colisiones generales

Fuente: Orejuela, (2023)

## 6.6 Entregables del rol

### 6.6.1 Análisis de interferencias

El análisis de colisiones constituyó en primera instancia en el desarrollo de la matriz de detección de interferencias en el cual se especifica los hitos de cada disciplina y su relación correspondiente.

Los hitos de cada disciplina fueron analizados y categorizados en orden de importancia a través de las letras “A”, “B”, “C”, las cuales reflejan en orden descendente el nivel de importancia del hito. Subsecuente a ello se identificó los índices de gravedad, en los

cuales las colisiones A-A tienen una prioridad 1 (color rojo) y deben ser resueltas en primera instancia, las colisiones A-B tienen una prioridad 2 (color naranja), y así sucesivamente hasta llegar al color verde con una prioridad baja o nula. A continuación se detalla en la figura la prioridad de resolución de interferencias según los índices de gravedad.

	<b>Prioridad</b>
AA	1
AB	2
AC	3
BB	3
BC	4
CC	5

*Figura 18 Prioridad de colisiones según índices de gravedad*

*Fuente: Orejuela, (2023)*

Finalmente, se generó la matriz de interferencias con los hitos identificados y su nivel de prioridad según los índices de gravedad mencionados anteriormente. En la siguiente figura se observa la matriz de detección de interferencias desarrollado para el presente proyecto.

Matriz de detección de interferencias		Arquitectura										Estructura										HVAC				Electricidad				Fontanería y desagües					
		A		C		A		B		C		A		C		A		A		A		A		A		B		A		B		A		B	
		Muros de almacen (bloque)	Muros de cerramiento	Gradas	Drywall / Gypsum	Falsos techos	Cubierta almacen	Acabado piso de suelos	Acabado de piso de losa	Carpinterías	Zapatas	Viga de cimentacion (cadenas)	Muros	Pilares (hormigon)	Pilares (perfiles)	Vigas (hormigon)	Vigas (perfiles)	Losas (hormigon)	Losas (pavimento)	Estructura metálica (cerchas)	Equipos	Conductos	Rejillas	Tuberías (drenajes)	Bandejas	Cableado/tubos	Luminarias	Cuadros (gabinetes)	Equipos	Tuberías	Valvuleria	Equipos	Sanitarios		
<b>Arquitectura</b>		idem										idem										idem				idem				idem					
A	Muros de almacen (bloque)	3	1	2	3	1	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	na	3	2	1	2	na	1	2				
C	Muros de cerramiento	3	3	4	5	3	5	5	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	na	3	4					
A	Gradas	1	3	2	3	1	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	2	1	2	na	1	2						
B	Drywall / Gypsum	2	3	2	4	2	4	4	4	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	4	3	3	2	2	No se modela	4	3	2	4	na	2	4			
C	Falsos techos	3	5	3	4	3	5	5	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	No se modela	5	4	3	4	na	3	na				
A	Cubierta almacen	1	3	1	2	3	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	na	2	1	2	na	1	na					
C	Acabado piso de suelos	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	na	3	4					
C	Acabado de piso de losa	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	na	3	4					
C	Carpinterías (puertas, ventanas, barandillas)	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	na	4	3	4	na	3	4					
<b>Estructuras</b>		idem										idem										idem				idem				idem					
A	Zapatas	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Viga de cimentacion (cadenas)	idem										idem										idem				idem				idem					
B	Muros	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Pilares (hormigon)	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Pilares (perfiles)	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Vigas (hormigon)	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Vigas (perfiles)	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Losas (hormigon)	idem										idem										idem				idem				idem					
B	Losas (pavimento)	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Estructura metálica (cerchas)	idem										idem										idem				idem				idem					
<b>HVAC</b>		idem										idem										idem				idem				idem					
A	Equipos	idem										idem										idem				idem				idem					
B	Conductos	idem										idem										idem				idem				idem					
C	Rejillas	idem										idem										idem				idem				idem					
B	Tuberías (drenajes)	idem										idem										idem				idem				idem					
<b>Electricidad</b>		idem										idem										idem				idem				idem					
A	Bandejas	idem										idem										idem				idem				idem					
C	Cableado/tubos	idem										idem										idem				idem				idem					
C	Luminarias	idem										idem										idem				idem				idem					
B	Cuadros (gabinetes)	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Equipos	idem										idem										idem				idem				idem					
<b>Fontanería y desagües</b>		idem										idem										idem				idem				idem					
B	Tuberías	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Valvuleria	idem										idem										idem				idem				idem					
A	Equipos	idem										idem										idem				idem				idem					
B	Sanitarios	idem										idem										idem				idem				idem					

LEYENDA	AMBITO	HERRAMIENTAS A UTILIZAR	RESPONSABLE
	<b>Por especialidades</b>	Modelado	Modelador
	<b>Arq Vs Str</b>	Comprobador de interferencias Naviswork	Responsable de arquitectura y/o estructuras
	<b>Arq + Str Vs Ins</b>	Comprobador de interferencias Naviswork	BIM Coordinator con responsables de cada especialidad
	<b>Mecánicas Vs INSTALACIONES</b>	Comprobador de interferencias Naviswork	Responsable de instalaciones

Figura 19 Matriz de detección de interferencias

Fuente: Orejuela, (2023)

### 6.6.1.1 Hitos de coordinación

De acuerdo a la matriz de interferencias se obtuvo la tabla de hitos de coordinación, la cual constituye en la selección de los hitos con prioridades altas según

sus índices de gravedad de resolución de interferencias. En la siguiente tabla se puede observar los hitos seleccionados, en el cual se detalla los hitos de cada disciplina involucrada y su nivel de prioridad de resolución de colisiones.

*Tabla 22 Hitos de coordinación*

<b>HITOS DE COORDINACION</b>	<b>Colocación/ Coordinación/ Detección</b>
Hito 1	Pilares hormigon (EST) vs Muros de almacén bloque (ARQ)
Hito 2	Cubierta almacén (ARQ) vs Estructura metalica cerchas (EST)
Deteccion	Deteccion de conflictos de hitos 1 y 2
Hito 3	Gradas (ARQ) vs Losas hormigón (EST)
Hito 4	Estructura metálica cerchas (EST) vs Bandejas (MEP)
Deteccion	Deteccion de conflictos de hitos 3 y 4
Hito 5	Pilares, vigas (EST) vs Equipos (MEP)
Hito 6	Pilares, vigas (EST) vs Tuberías HVAC (MEP)
Hito 7	Muros de almacen (ARQ) vs Sanitarios (MEP)
Deteccion	Deteccion de conflictos de hitos 5, 6 y 7
Hito 8	Pilares, vigas (EST) vs Tuberías fontanería y desagües (MEP)
Hito 9	Pilares, vigas (EST) vs Luminarias (MEP)
Deteccion	Deteccion de conflictos de hitos 8 y 9

### **6.6.1.2 Informes de colisiones**

Los informes de colisiones se obtuvieron a través del programa Naviswork, en el cual se añadieron los modelos de las disciplinas involucradas y se programó los tests a evaluarse. Subsecuente a ello se realizó el análisis de colisiones detectadas y se procedió a realizar las siguientes actividades para generar el respectivo informe:

1. Colisión en revisión
2. Descripción de la colisión y su posible resolución
3. Asignación de resolución al líder correspondiente

El informe de colisiones se desarrolló en diferentes etapas del proyecto: colisiones disciplinarias, interdisciplinarias generales y finalmente el informe de colisiones basado en los hitos de coordinación. El informe de interferencias encuentra en el “Capítulo 10 - Anexo C: Informe de interferencias detectadas”.

La configuración de hitos de coordinación para generar el informe de resolución de interferencias resueltas se detalla en la siguiente figura.

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
PILARES HORMIGON (EST) VS MUROS ALMACEN BLOQUE (ARQ)	Done	45	0	0	26	9	10
CUBIERTA ALMACEN (ARQ) VS ESTRUCTURA METALICA CERCHAS (EST)	Done	833	0	0	0	0	833
GRADAS (ARQ) VS LOSAS HORMIGON (EST)	Done	57	0	0	0	0	57
ESTRUCTURA METALICA CERCHAS (EST) VS BANDEJAS (MEP)	Done	48	0	0	0	0	48
PILARES, VIGAS (EST) VS EQUIPOS (MEP)	Done	0	0	0	0	0	0

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
PILARES, VIGAS (EST) VS TUBERIAS HVAC (MEP)	Done	17	0	0	5	0	12
MUROS DE ALMACEN (ARQ) VS SANITARIOS (MEP)	Done	32	0	0	0	2	30
PILARES, VIGAS (EST) VS TUBERIAS FONTANERIA DESAGUES (MEP)	Done	155	0	0	4	28	123
PILARES, VIGAS, MUROS, LOSAS (EST) VS LUMINARIAS (MEP)	Done	109	0	0	16	55	38

Figura 20 Configuración de hitos de coordinación

Fuente: Orejuela, (2023)

El resumen de informe de resolución de interferencias, se observa en la siguiente figura, el informe completo se encuentra descrito en el “Capítulo 10 - Anexo D: Informe de resolución de interferencias”.

PILARES HORMIGON (EST) VS MUROS ALMACEN BLOQUE (ARQ)										
Tolerancia Clashes: New Active Reviewed Approved Resolved Type Status										
0.050m   45   0   0   26   9   10 Hard (Conservative) OK										
Image	Clash Name	Status	Distance	Grid Location	Description	Date Found	Assigned To	Date Approved	Approved By	Clash Point
	Clash77	Reviewed	-0.302	H-3 - NNT	Hard (Conservative)	2023/7/26 04:06	André Aguirre			x:620777.425, y:3768549.337, z:0.000
										ID de elemento: 416178 Hormigón, Fc 300kg/cm2 Sólido ID de elemento: 744367 Muro por defecto Sólido
										#145 - Pauly - 2023/7/27 01:48 Colisión entre pilar de hormigón y muro arquitectónico. Revisar líder de arquitectura André Aguirre. Revisar modelado de muro. #280 - Pauly - 2023/7/27 01:52 Nivel de prioridad de colisiones: 1 Pilares hormigón (EST) vs Muros de almacén bloque (ARQ) #0 - Pauly - 2023/7/27 03:26 Assigned to André Aguirre
	Clash78	Reviewed	-0.302	H-3 - NNT	Hard (Conservative)	2023/7/26 04:06	André Aguirre			x:620772.091, y:3768549.351, z:0.000
										ID de elemento: 416177 Hormigón, Fc 300kg/cm2 Sólido ID de elemento: 744367 Muro por defecto Sólido
										#146 - Pauly - 2023/7/27 01:48 Colisión entre pilar de hormigón y muro arquitectónico. Revisar líder de arquitectura André Aguirre. Revisar modelado de muro. #281 - Pauly - 2023/7/27 01:52 Nivel de prioridad de colisiones: 1 Pilares hormigón (EST) vs Muros de almacén bloque (ARQ) #0 - Pauly - 2023/7/27 03:26 Assigned to André Aguirre

CUBIERTA ALMACEN (ARQ) VS ESTRUCTURA METALICA CERCHAS (EST)										
Tolerancia Clashes: New Active Reviewed Approved Resolved Type Status										
0.050m   833   0   0   0   0   833 Hard (Conservative) OK										

	Clash620	Resolved	-0.123	G-6 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/26 04:21	André Apunte		x:620815.450, y:9768457.432, z:8.535	ID de elemento: 762380	Aluminium Sólido	ID de elemento: 548576	Acero, 45-345 Sólido	#217 - Pauly - 2023/7/27 04:06 Colisión entre cubierta y cerchas metálicas. Revisar líder de arquitectura André Apunte. Revisar ubicación de cubierta. #245 - Pauly - 2023/7/27 04:09 Nivel de prioridad de colisiones: 1 Cubierta almacén (ARQ) vs Estructura metálica cerchas (EST) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:11 Assigned to André Apunte
	Clash621	Resolved	-0.123	B-6 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/26 04:21	André Apunte		x:620845.119, y:9768483.737, z:8.454	ID de elemento: 762379	Aluminium Sólido	ID de elemento: 561264	Metal - Acero - 345 MPa Sólido	#218 - Pauly - 2023/7/27 04:07 Colisión entre cubierta y cerchas metálicas. Revisar líder de arquitectura André Apunte. Revisar ubicación de cubierta. #246 - Pauly - 2023/7/27 04:09 Nivel de prioridad de colisiones: 1 Cubierta almacén (ARQ) vs Estructura metálica cerchas (EST) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:12 Assigned to André Apunte

GRADAS (ARQ) VS LOSAS HORMIGON (EST)										Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status	
										0.050m	57	0	0	0	0	0	57	Hard (Conservative)	OK

Image	Clash Name	Status	Distance	Grid Location	Description	Date Found	Assigned To	Date Approved	Approved By	Clash Point	Item ID	Item Name	Item Type	Item ID	Item Name	Item Type	Item ID	Comments
	Clash1	Resolved	-1.175	F-8 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/26 04:29	André Apunte			x:620848.971, y:9768553.639, z:4.025	ID de elemento: 622017	Chapa grecada	Sólido					#254 - Pauly - 2023/7/27 04:22 Colisión entre gradas y losa de hormigón. Revisar líder de arquitectura André Apunte. Revisar modelado de gradas. #270 - Pauly - 2023/7/27 04:26 Nivel de prioridad de colisión: 1 Gradas (ARQ) vs Losas hormigón (EST) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:28 Assigned to André Apunte

	Clash12	Resolved	-0.108	F-9 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/26 04:29	André Apunte			x:620851.283, y:9768553.554, z:4.140	ID de elemento: 622017	Chapa grecada	Sólido					#266 - Pauly - 2023/7/27 04:25 Colisión entre gradas y losa de hormigón. Revisar líder de arquitectura André Apunte. Revisar modelado de gradas. #281 - Pauly - 2023/7/27 04:27 Nivel de prioridad de colisión: 1 Gradas (ARQ) vs Losas hormigón (EST) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:28 Assigned to André Apunte
--	---------	----------	--------	-----------	---------------------	-----------------	--------------	--	--	--------------------------------------	------------------------	---------------	--------	--	--	--	--	---

ESTRUCTURA METALICA CERCHAS (EST) VS BANDEJAS (MEP)										Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
										0.050m	48	0	0	0	0	48	Hard (Conservative)	OK

Image	Clash Name	Status	Distance	Grid Location	Description	Date Found	Assigned To	Date Approved	Approved By	Clash Point	Item ID	Item Name	Item Type	Item ID	Item Name	Item Type	Item ID	Comments
	Clash1	Resolved	-0.286	G-4 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/26 04:38	Santiago Olmedo			x:620796.429, y:9768533.705, z:7.347	ID de elemento: 548576	Acero, 45-345 Sólido						#286 - Pauly - 2023/7/27 04:32 Colisión entre cerchas metálicas y bandejas MEP. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Revisar ubicación de bandejas. #292 - Pauly - 2023/7/27 04:34 Nivel de prioridad de colisiones: 1 Estructura metálica cerchas (EST) vs Bandejas (MEP) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:35 Assigned to Santiago Olmedo
	Clash2	Resolved	-0.194	G-6 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/26 04:38	Santiago Olmedo			x:620814.824, y:9768547.133, z:7.347	ID de elemento: 548576	Acero, 45-345 Sólido						#287 - Pauly - 2023/7/27 04:32 Colisión entre cerchas metálicas y bandejas MEP. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Revisar ubicación de bandejas. #293 - Pauly - 2023/7/27 04:34 Nivel de prioridad de colisiones: 1 Estructura metálica cerchas (EST) vs Bandejas (MEP) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:35 Assigned to Santiago Olmedo

PILARES, VIGAS (EST) VS EQUIPOS (MEP)										Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
										0.050m	0	0	0	0	0	0	Hard (Conservative)	OK

PILARES, VIGAS (EST) VS TUBERIAS HVAC (MEP)										Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
										0.050m	17	0	0	5	0	12	Hard (Conservative)	OK

Image	Clash Name	Status	Distance	Grid Location	Description	Date Found	Assigned To	Date Approved	Approved By	Clash Point	Item ID	Item Name	Item Type	Item ID	Item Name	Item Type	Item ID	Comments
	Clash12	Reviewed	-0.298	A-3 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/27 0:49	Santiago Olmedo			x:620814.980, y:9768462.308, z:8.039	ID de elemento: 548548	2L-60X60X4mm Sólido	ID de elemento: 728689	MEP_CODE_MatMetal_05_Rectangular_ElbowCongradus_flanged Sólido				#288 - Pauly - 2023/7/27 04:39 Colisión entre cercha estructural y unión de tubería. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Posible solución reestablecer ubicación de tubería. #314 - Pauly - 2023/7/27 04:43 Nivel de prioridad de colisiones: 2 Pilares, vigas (EST) vs Tuberías HVAC (MEP) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:44 Assigned to Santiago Olmedo
	Clash13	Reviewed	-0.298	A-3 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/27 0:49	Santiago Olmedo			x:620814.863, y:9768462.252, z:8.108	ID de elemento: 548539	Acero, 45-345 Sólido	ID de elemento: 728689	MEP_CODE_MatMetal_05_Rectangular_ElbowCongradus_flanged Sólido				#301 - Pauly - 2023/7/27 04:40 Colisión entre cercha estructural y unión de tubería. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Posible solución reestablecer ubicación de tubería. #315 - Pauly - 2023/7/27 04:43 Nivel de prioridad de colisiones: 2 Pilares, vigas (EST) vs Tuberías HVAC (MEP) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:44 Assigned to Santiago Olmedo

MUROS DE ALMACEN (ARQ) VS SANITARIOS (MEP)										Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
										0.050m	32	0	0	2	30	Hard (Conservative)	OK	

Image	Clash Name	Status	Distance	Grid Location	Description	Date Found	Assigned To	Date Approved	Approved By	Clash Point	Item ID	Item Name	Item Type	Item ID	Item Name	Item Type	Item ID	Comments
	Clash4	Approved	-0.250	A-2 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/27 0:58	Santiago Olmedo	2023/8/30 23:52	Pauly	x:620836.131, y:9768452.929, z:-0.250	ID de elemento: 671439	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 992541	Hormigón, moldeado in situ	Sólido		#332 - Pauly - 2023/7/27 04:55 Colisión entre muro y aparato sanitario. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Revisar ubicación de aparatos sanitarios. #351 - Pauly - 2023/7/27 04:57 Nivel de prioridad de colisiones: 2 Muros de almacén (ARQ) vs Sanitarios (MEP) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:59 Assigned to Santiago Olmedo
	Clash7	Approved	-0.203	A-9 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/27 0:58	Santiago Olmedo	2023/8/30 23:52	Pauly	x:620888.609, y:9768487.330, z:-0.250	ID de elemento: 671439	Muro de bloques de ladrillo gris	Sólido	ID de elemento: 767932	Hormigón, moldeado in situ	Sólido		#333 - Pauly - 2023/7/27 04:55 Colisión entre muro y aparato sanitario. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Revisar ubicación de aparatos sanitarios. #354 - Pauly - 2023/7/27 04:57 Nivel de prioridad de colisiones: 2 Muros de almacén (ARQ) vs Sanitarios (MEP) #0 - Pauly - 2023/7/27 04:59 Assigned to Santiago Olmedo

PILARES, VIGAS (EST) VS TUBERIAS FONTANERIA DESAGÜES (MEP)																	
Tolerance Clashes New Active Reviewed Approved Resolved											Type	Status					
0.050m   155   0   28   4   0   123											Hard	(Conservative)	OK				
Image	Clash Name	Status	Distance	Grid Location	Description	Date Found	Assigned To	Date Approved	Approved By	Clash Point	Item 1 Item ID	Item 1 Item Name	Item 1 Item Type	Item 2 Item ID	Item 2 Item Name	Item 2 Item Type	Comments
	Clash108	Reviewed	-0.131	G-6 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/27 01:14	Santiago Olmedo			x:620814.738, y:9768548.956, z:7.150	ID de elemento: 548554	Metal - Acero - 345 MPa	Sólido	ID de elemento: 978540	Piastigama Sanitaria Tubería	Sólido	#413 - Póuly - 2023/7/27 05:16 Colisión entre viga estructural y tubería. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Posible solución reestablecer ubicación de tubería. #450 - Póuly - 2023/7/27 05:21 Nivel de prioridad de colisiones: 2 Pilares, vigas (EST) vs Tuberías fontaneria y desagües (MEP) #0 - Póuly - 2023/7/27 05:24 Assigned to Santiago Olmedo
	Clash190	Reviewed	-0.131	G-6 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/27 01:15	Santiago Olmedo			x:620814.718, y:9768548.653, z:8.309	ID de elemento: 548555	Acero, 45-345	Sólido	ID de elemento: 978380	Piastigama Sanitaria Tubería	Sólido	#414 - Póuly - 2023/7/27 05:16 Colisión entre viga estructural y tubería. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Posible solución reestablecer ubicación de tubería. #452 - Póuly - 2023/7/27 05:21 Nivel de prioridad de colisiones: 2 Pilares, vigas (EST) vs Tuberías fontaneria y desagües (MEP) #0 - Póuly - 2023/7/27 05:24 Assigned to Santiago Olmedo

PILARES, VIGAS, MUROS, LOSAS (EST) VS LUMINARIAS (MEP)																	
Tolerance Clashes New Active Reviewed Approved Resolved											Type	Status					
0.050m   109   0   55   36   0   38											Hard	(Conservative)	OK				
Image	Clash Name	Status	Distance	Grid Location	Description	Date Found	Assigned To	Date Approved	Approved By	Clash Point	Item 1 Item ID	Item 1 Item Name	Item 1 Item Type	Item 2 Item ID	Item 2 Item Name	Item 2 Item Type	Comments
	Clash22	Reviewed	-0.154	E-8 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/27 01:29	Santiago Olmedo			x:620850.147, y:9768541.276, z:7.206	ID de elemento: 548477	Acero, 45-345	Sólido	ID de elemento: 68865	Luminaria alveo generica	Sólido	#465 - Póuly - 2023/7/27 05:35 Colisión entre viga estructural y luminaria. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Posible solución reestablecer ubicación de luminarias. #485 - Póuly - 2023/7/27 05:37 Nivel de prioridad de colisiones: 3 Pilares, vigas (EST) vs Luminarias (MEP) #0 - Póuly - 2023/7/27 05:39 Assigned to Santiago Olmedo
	Clash1	Reviewed	-0.152	B-9 : NNT	Hard (Conservative)	2023/7/27 01:28	Santiago Olmedo			x:620877.590, y:9768500.044, z:8.186	ID de elemento: 566017	Hormigón, Fc 300kgf/cm2	Sólido	ID de elemento: 679794	Luminaria alveo generica	Sólido	#466 - Póuly - 2023/7/27 05:35 Colisión entre viga estructural y luminaria. Revisar líder MEP Santiago Olmedo. Posible solución reestablecer ubicación de luminarias. #486 - Póuly - 2023/7/27 05:38 Nivel de prioridad de colisiones: 3 Pilares, vigas (EST) vs Luminarias (MEP) #0 - Póuly - 2023/7/27 05:39 Assigned to Santiago Olmedo

Figura 21 Resumen informe de interferencias resueltas

Fuente: Orejuela, (2023)

### 6.6.2 Análisis de costo en relación a la resolución de interferencias en el modelado versus en obra

El análisis de costos de resolución de interferencias en el modelado versus en obra se desarrolló mediante el análisis de los hitos más relevantes y sus interferencias correspondientes. Se determinó la cantidad de colisiones no resueltas y sus precios unitarios basados en la “Cámara de Construcción Ecuador 2019”.

En la tabla a continuación, se observa el sobrecosto de resolver las interferencias en obra (\$32472,70) y un retraso en el cronograma de 50 días. En consecuencia, se puede constatar la aplicación de la metodología BIM con la cual dichos rubros y tiempo pueden ser evitados mediante su resolución en el modelado.

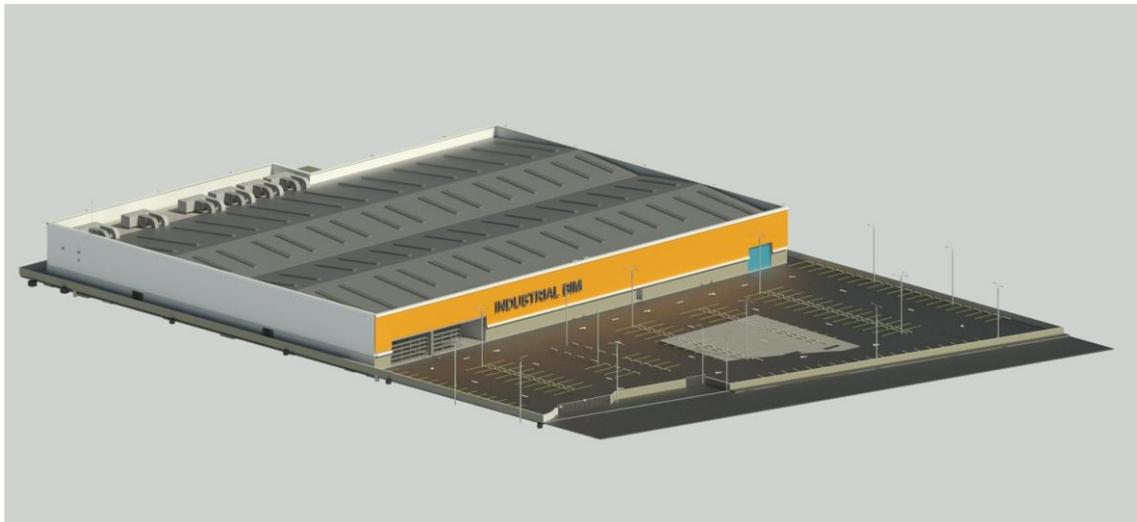
Tabla 23 Análisis de costos y tiempo en relación a la resolución de interferencias

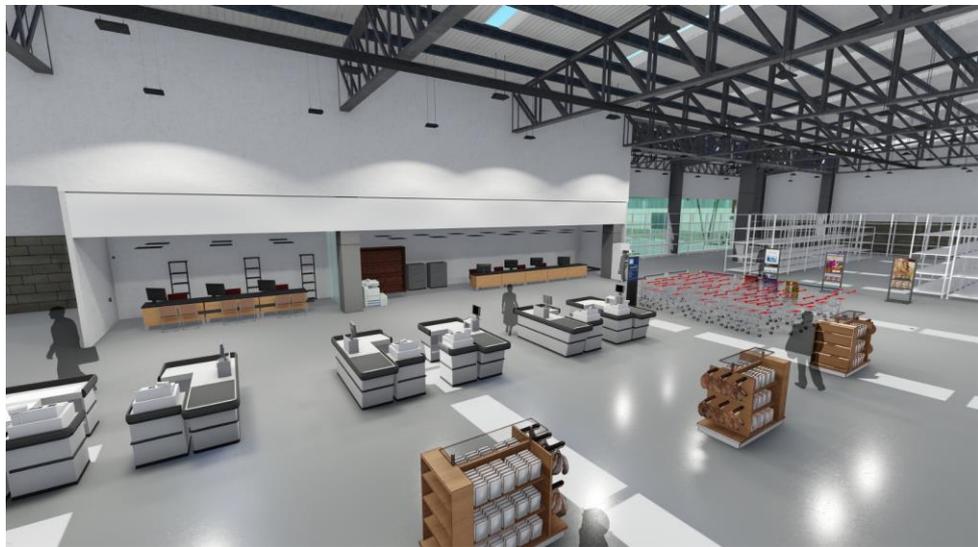
Ítem	Descripción	Unidad	P.Unitario	Cantidad sin resolver colisión	Diferencia cantidad	Cantidad resuelta colisión	P.Total	Sobrecosto	Tiempo
<b>Hito 1 Pilares hormigon (EST) vs Muros de almacén bloque (ARQ)</b>									
1	MuroTabique Drywall	m2	65,41	33,75	10,33	23,42	2.207,59	\$675,69	5d
2	MuroTabique Drywall	m2	65,41	33,75	4,07	29,68	2.207,59	\$266,22	2d
<b>Hito 2 Cubierta almacén (ARQ) vs Estructura metalica cerchas (EST)</b>									
3	Perfil metálico 2G150	m	11,00	171,20	163,20	8,00	1.883,20	\$1.795,20	13d
4	Cubierta básica 1200mm	m2	88,21	3.371,00	337,10	3.033,90	297.355,91	\$29.735,59	30d
<b>TOTAL</b>									
<b>SOBRECOSTO</b>								<b>\$32.472,70</b>	<b>50d</b>
<b>RETRASO</b>									

### 6.6.3 Modelo Federado

El modelo federado está constituido por todas las disciplinas involucradas en el proyecto: Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería. Dicho modelo fue generado posteriormente a la aprobación de modelos y resolución de colisiones.

En las siguientes figuras se observa el modelo federado. El archivo del modelo federado se encuentra descrito en el “Capítulo 10 - Anexo E: Modelo federado”.





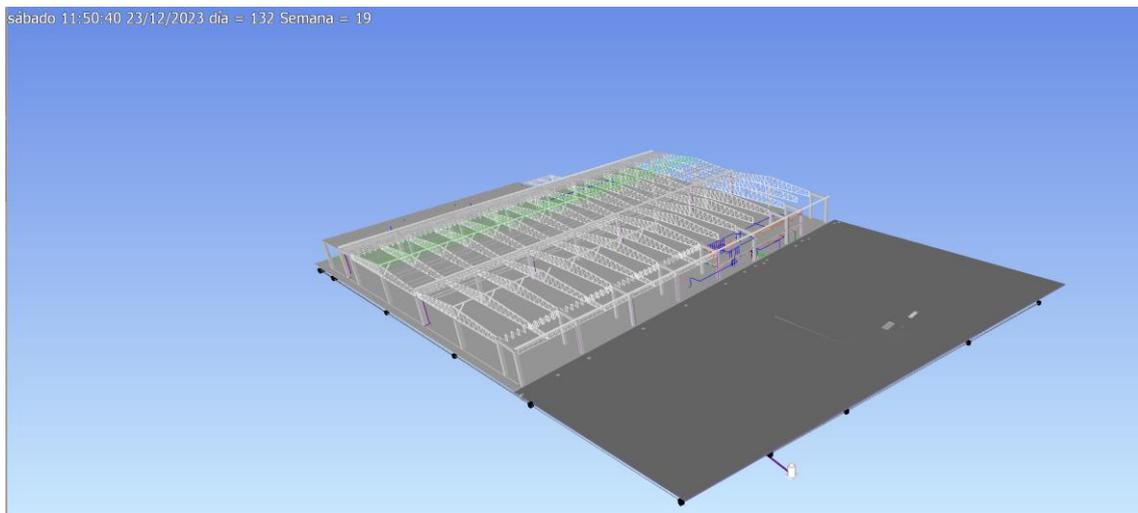
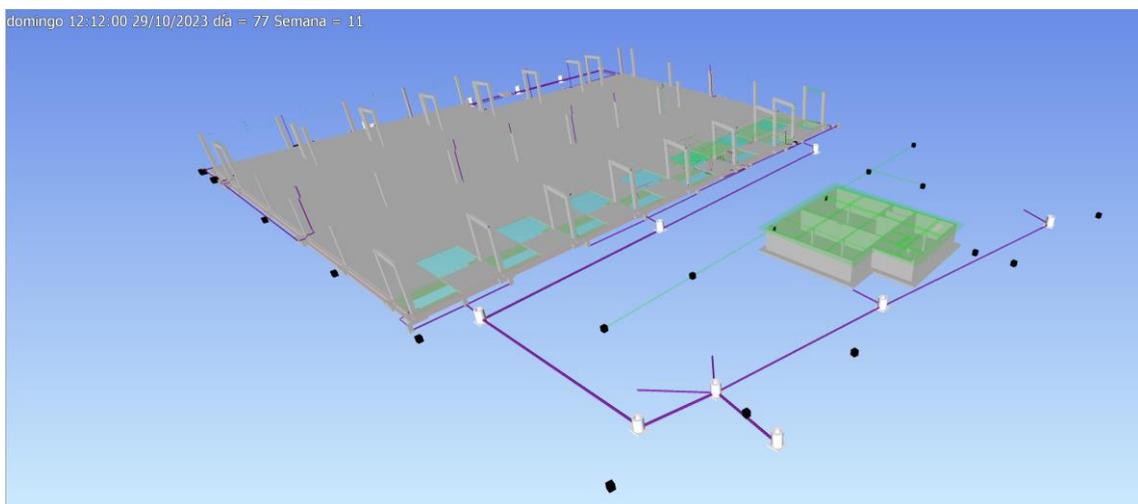
*Figura 22 Modelo federado*

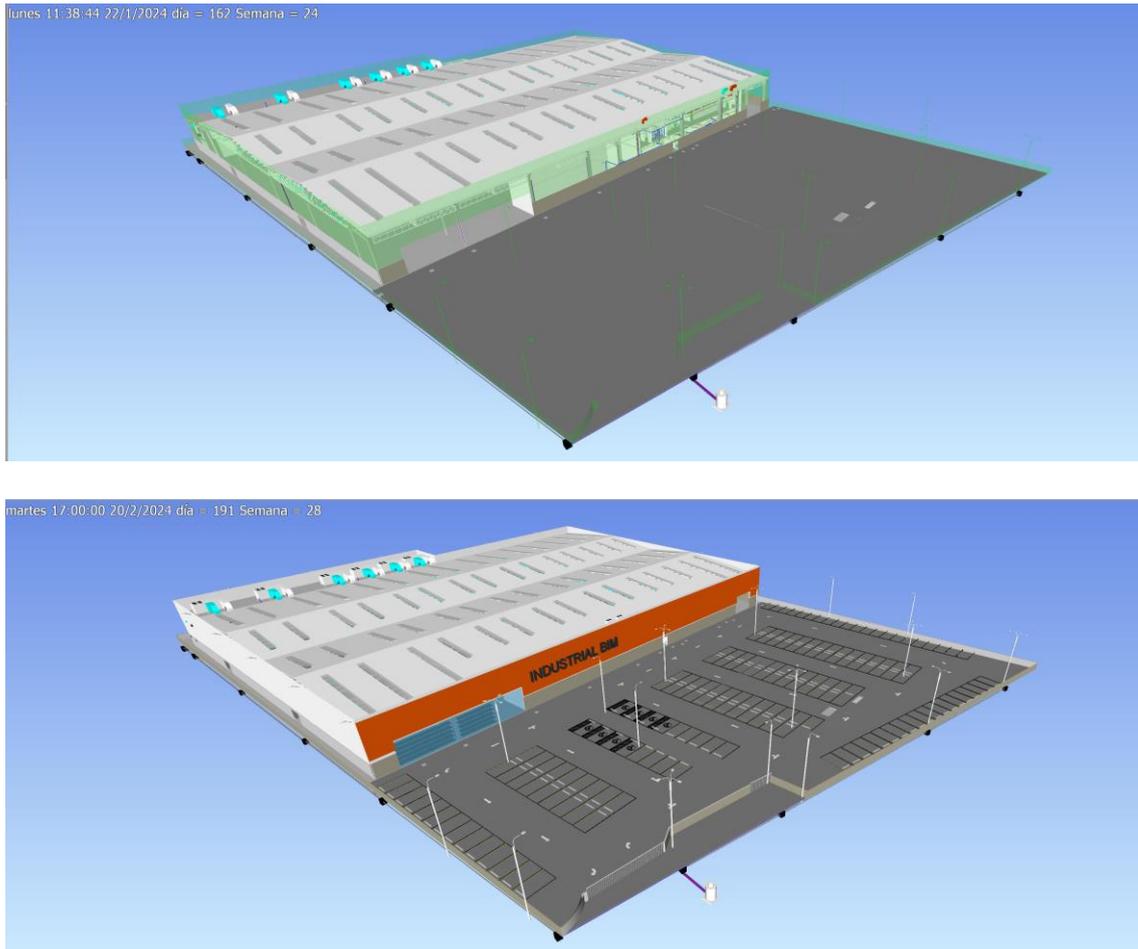
*Fuente: Orejuela, (2023)*

#### 6.6.4 Simulación constructiva

La simulación constructiva refleja la construcción simulada del proyecto a ejecutarse, dicha simulación se desarrolló en base a los modelos de las disciplinas involucradas y al cronograma general establecido del proyecto.

En las siguientes figuras se observa la simulación constructiva en proceso, el video de la simulación constructiva se encuentra descrito en el “Capítulo 10 - Anexo F: Simulación Constructiva.





*Figura 23 Simulación Constructiva*

*Fuente: Orejuela, (2023)*

## 6.7 Flujos de trabajo

### 6.7.1 Flujo de Intercambio de Información

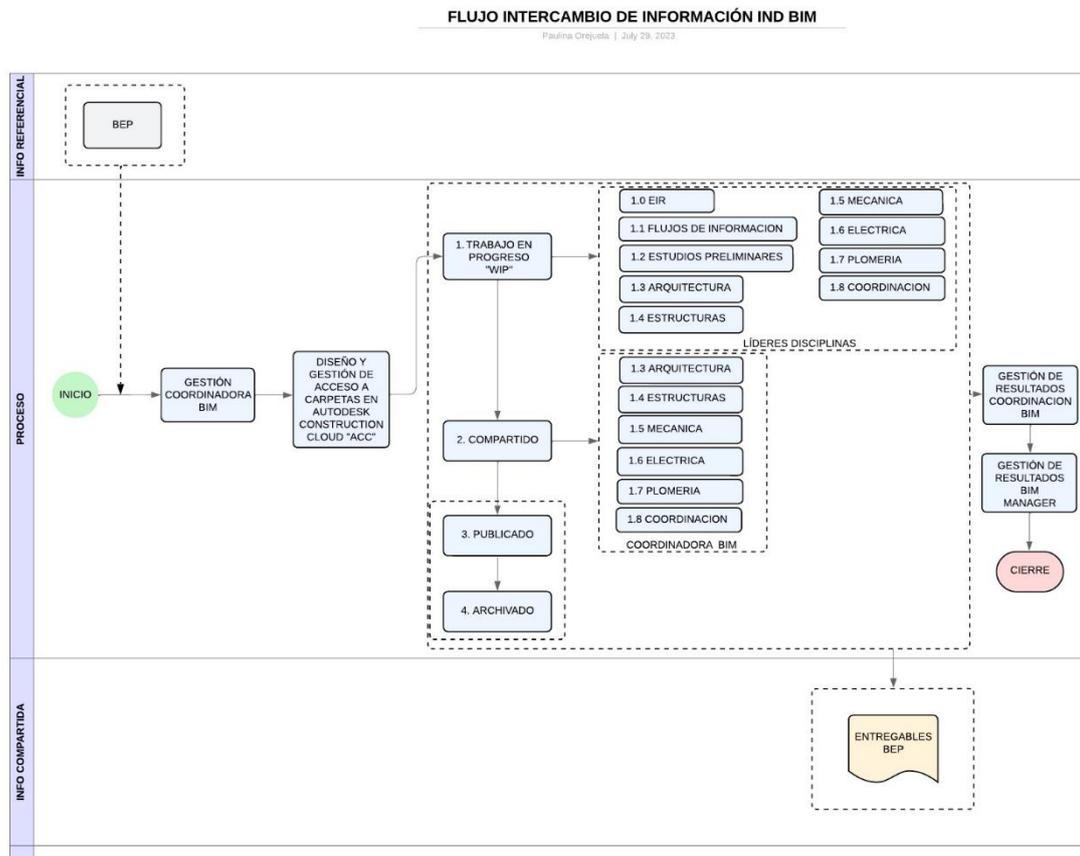


Figura 24 Flujo de intercambio de información

Fuente: Orejuela, (2023)

El intercambio de información está a cargo del coordinador BIM el cual a través del Autodesk Construction Cloud “ACC” realiza el intercambio de flujo de información iniciando por la creación y accesos de carpetas: Trabajo en progreso “WIP”, Compartido, Publicado, Archivado. En la carpeta WIP se creó las subcarpetas de: EIR, Flujos de información en cual contiene las actas de reuniones, Estudios preliminares el cual contiene las carpetas de topografía, estudio de suelo y recursos. Además se creó las carpetas para cada disciplina: Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería, dentro las cuales los líderes de las disciplinas correspondientes tienen acceso a las carpetas: DWG, PDF, RVT, RFT, Consumido.

En la carpeta de consumido se encuentran los archivos auditados y aprobados por la coordinadora BIM, subsecuente a ello la información pasa a la carpeta de publicado la cual contiene los archivos finales para uso del BIM Manager.

### 6.7.2 Flujo de proceso de inicio de ejecución del modelado al 25 y 50% de los modelos Arquitectura y Estructuras

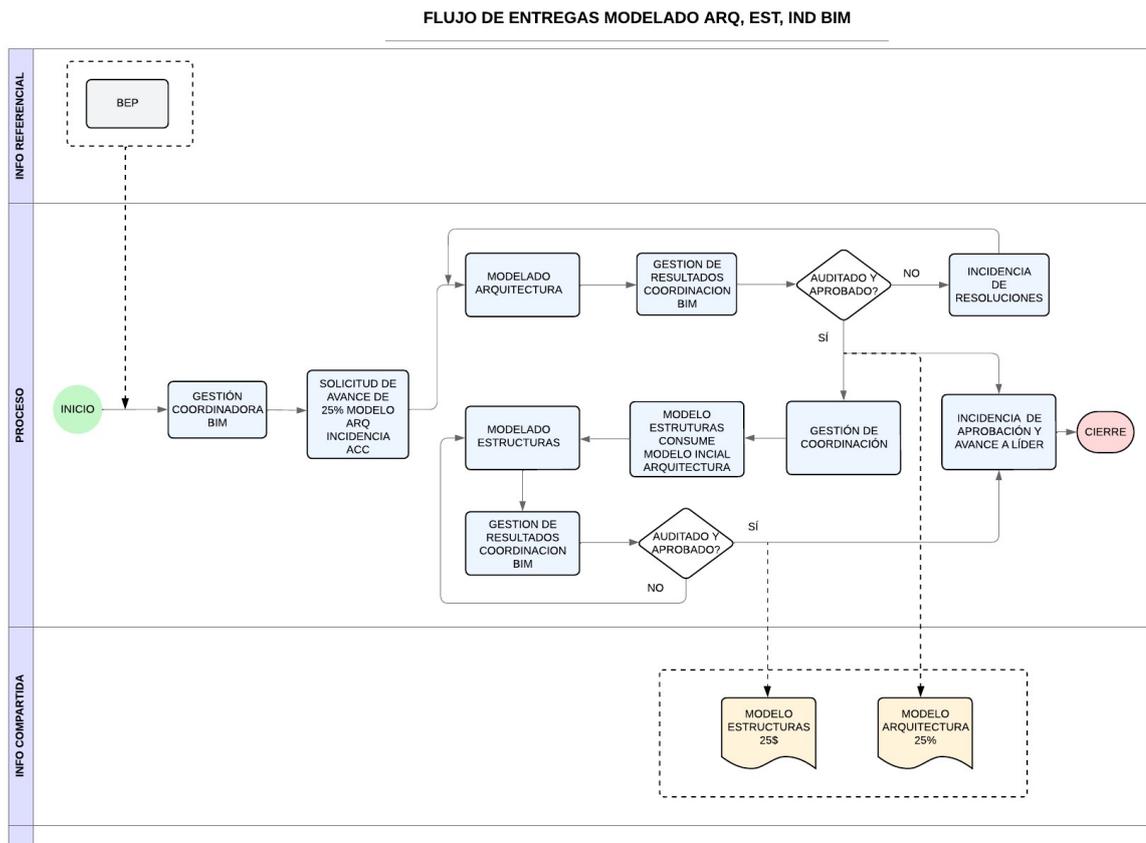


Figura 25 Flujo de proceso de inicio de ejecución del modelado al 25 y 50% de los modelos Arquitectura y Estructuras

Fuente: Orejuela, (2023)

El flujo de entregas de modelado de las disciplinas está a cargo de la coordinadora BIM la cual gestiona los archivos preliminares para el inicio de modelado: CAD 2D, plantilla, manual de estilo y protocolo, los cuales son compartidos con los líderes de las disciplinas para el inicio del modelado.

Para el inicio de modelado, se solicita mediante un transmittal el avance del 25% del modelo arquitectónico el cual será utilizado como modelo central. El líder de Arquitectura realiza el primer avance de modelado y lo ubica en la carpeta RVT de trabajo en progreso notificando a través de un transmittal a la coordinadora para su respectiva revisión, dicho archivo auditado es ubicado en la carpeta de consumido Arquitectura de la disciplina de Estructuras para su respectivo uso.

El flujo de intercambio se realiza de igual manera con la líder de Estructuras la cual consume la información de Arquitectura y procede con el avance del 25% de modelado. Finalmente, los líderes correspondientes proceden con los modelados al 50%.

### 6.7.3 Flujo de entrega del modelado al 50% MEP

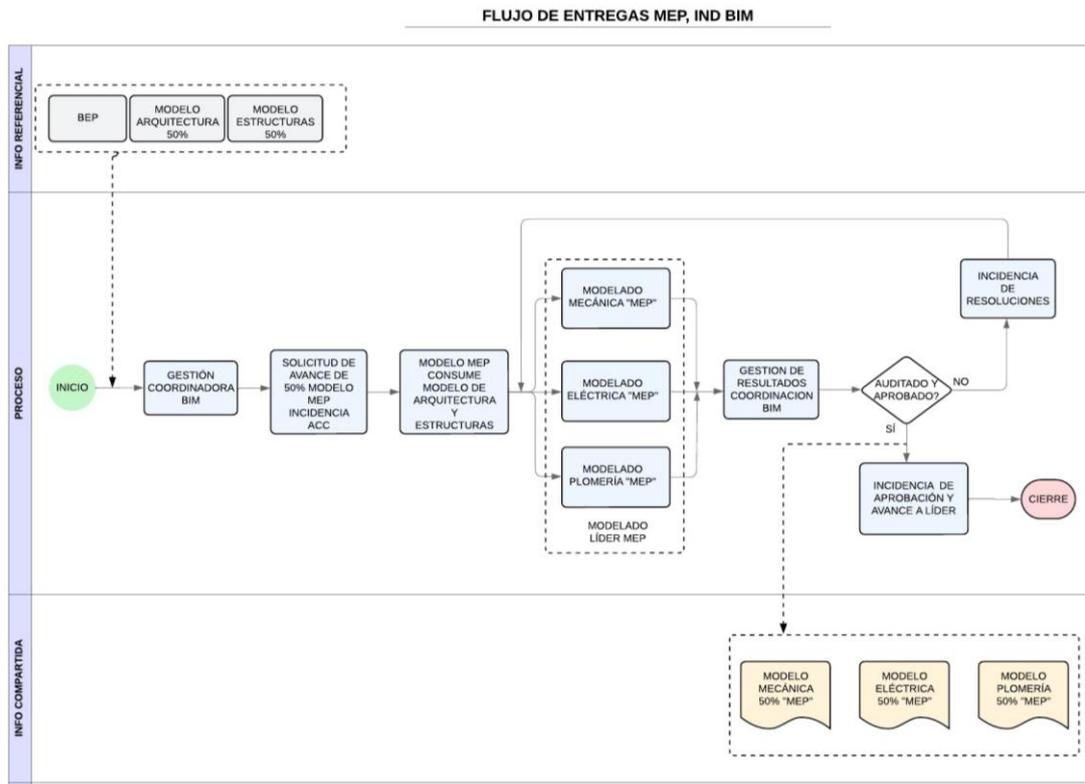


Figura 26 Flujo de entrega del modelado al 50% MEP

Fuente: Orejuela, (2023)

El modelado MEP inicia con la información de los modelos de Arquitectura y Estructura al 50%, MEP consume dichos modelos y procede con su respectivo avance en las disciplinas de Mecánica, Eléctrica y Plomería. Aquellos modelos auditados son revisados por la Coordinadora BIM y una vez aprobados son ubicados en la carpeta de compartido y ubicados en la carpeta de consumo de Arquitectura y Estructuras para su uso correspondiente.

#### 6.7.4 Flujo gestión de interferencias y resoluciones

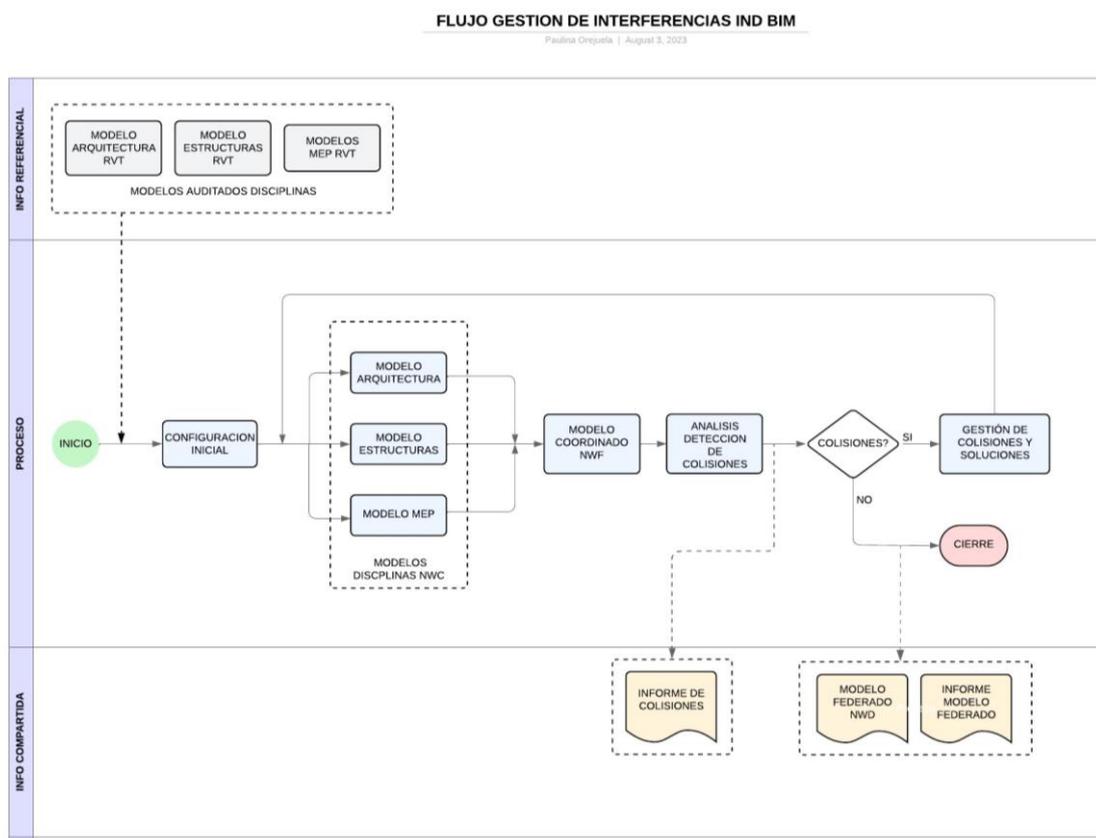


Figura 27 Flujo gestión de interferencias y resoluciones

Fuente: Orjuela, (2023)

La Coordinación BIM recibido y aprobados los modelos de Arquitectura, Estructura, y MEP al 75%, ejecuta el modelo coordinado en el programa Navisworks y procede a la gestión de interferencias y resoluciones, por medio de los informes de colisiones y de acuerdo a las prioridades definidas en el índice de gravedad solicita sus

resoluciones a cada líder correspondiente, dicho proceso se realiza mediante transmittal o en reuniones programadas.

La resolución de interferencias de cada modelo correspondiente es entregada por parte de líderes a través de informes de transmisión, posteriormente, aprobados los modelos se procede a la elaboración del modelo federado por parte de la Coordinación BIM.

## Capítulo 7: Gestión del Proyecto

### 7.1 Análisis de riesgos

Los riesgos en los proyectos se definen como “un evento que, si ocurre, causa impactos positivos o negativos”, los atributos clave de un riesgo son los siguientes:

- Incertidumbre
- Positivo o negativo
- Causas y consecuencias
- Riesgos conocidos y desconocidos
- Análisis de reserva de riesgos

La planificación de los riesgos debe ser muy apropiada y ajustada a la realidad de cada proyecto, dentro de las características y aspectos más importantes a desarrollar son:

- Determinar el nivel de riesgo que tiene el proyecto
- Definir si el equipo de trabajo está actualizado en las competencias para abordar el proyecto
- Estudiar y analizar proyectos anteriores con la similitud de la problemática actual
- Definir correctamente el alcance, el tamaño, y la importancia del proyecto

Para determinar un Plan de Gerencia de Riesgos, se deberá incluir dentro de la documentación los siguientes aspectos:

- Manera de identificar los riesgos, cuantificación, y calificación
- Métodos y herramientas para medir y cuantificar los riesgos
- Responsables, frecuencias de revisión, calendario de riesgos, monitoreo, seguimiento, documentación generada, estrategias, conclusiones, y finalmente decisiones gerenciales.

Por la importancia y el impacto de los riesgos en el proyecto, no se debe identificar una sola vez o de manera aislada, se deberá considerar de manera permanente durante toda la vida del proyecto

En el proyecto Almacén Industrial hemos identificado los riesgos a través de las siguientes fuentes:

- WBS
- Acta de constitución del proyecto
- Cronograma y asignación de recursos
- Estimación de tiempos y costos
- Las restricciones
- Las suposiciones

Para la identificación de los riesgos, el equipo Industrial BIM, ha desplegado una serie de ideas y realizado los diagramas de influencia, los cuales nos han determinado los siguientes riesgos identificados

- Riesgos técnicos
- Riesgos de Gerencia
- Riesgos de organización
- Riesgos externos

En la categoría de Riesgos técnicos tenemos:

- Experiencia del equipo técnico en proyectos de similar envergadura
- Calidad de los productos entregables

En la categoría de Riesgos de Gerencia tenemos:

- Experiencia de Gerencia en los proyectos BIM
- Experiencia en la interpretación y toma de decisiones

En la categoría de Riesgos de organización tenemos:

- Restricciones de accesibilidad a licencias de programas utilitarios
- Equipo de computación con limitación de rendimiento

En la categoría de Riesgos externos tenemos:

- Factores climáticos
- Incidencia de factores sociales en el desarrollo del proyecto
- Estabilidad social
- Estabilidad política
- Condiciones de ejecución del proyecto

Los análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos se determinaron mediante las siguientes características, el impacto produce si es que ocurre el riesgo, la probabilidad que tiene para que ese riesgo se presente, y la precisión determinada por el grado de confianza de la información proporcionada para determinar el riesgo

Para la cuantificación del impacto se determinan 5 niveles:

1. Muy bajo
2. Bajo
3. Medio
4. Alto
5. Muy alto

Para los efectos del riesgo se mide en que factor impacta, es decir en los costos, en el cronograma, en el alcance o en la calidad, de cualquier manera y como premisa del equipo consultor, cualquier riesgo inminente no deberá afectar la calidad de los productos entregables.

La probabilidad de que ocurran los riesgos en el proyecto también tiene manera medible de valorar dentro del proyecto y se presenta en escala del 1 al 4 en donde:

1. Muy probable

2. Poco probable
3. Probable
4. Altamente probable
5. Casi cierto

Posterior a los datos ingresados y conforme a la matriz de riesgos del proyecto realizamos las siguientes variables, determinando el análisis cualitativo del riesgo

- **Matriz de Probabilidad / Impacto**       $\text{Severidad} = \text{Probabilidad} * \text{Impacto}$

	Muy Bajo 0,05	Bajo 0,1	Moderado 0,2	Alto 0,4	Muy Alto 0,8
Muy Alta 0,9	0,045	0,09	0,18	0,36	0,72
Alta 0,7	0,035	0,07	0,14	0,28	0,56
Moderada 0,5	0,025	0,05	0,10	0,20	0,40
Baja 0,3	0,015	0,03	0,06	0,12	0,24
Muy Baja 0,1	0,005	0,01	0,02	0,04	0,08

Impacto

*Figura 28 Matriz análisis cualitativo de riesgos*

*Fuente: Msc. Pablo Vásquez, Feb 2023*

Para el análisis cuantitativo determinamos y medimos la probabilidad y las consecuencias de los riesgos dentro de los objetivos del proyecto, obtendremos un análisis de las probabilidades de alcanzar los objetivos en tiempo y costo

La respuesta a los riesgos es la conclusión de la matriz que realizamos, obtenemos un plan apropiado para enfrentar cada riesgo, determinamos el responsable, las fechas de medición, y el análisis posterior a la implementación del plan.

### 7.1.1 Riesgos en la etapa de Gestión y Diseños

En la etapa de “Diseños y Gestión BIM” del Almacén Industrial, identificamos los riesgos que afectan a los “entregables”, realizamos el proceso con la matriz de riesgos, y determinamos el tiempo de incidencia en el proyecto. (Ver Anexo Matriz de Riesgos Gestión y Diseños BIM)

PLAN DE GESTION DE RIESGOS											
RIESGOS	IDENTIFICACION			ANALISIS CUALITATIVO				RATEGIAS DE RESPUE		IMPLEMENTACION RESPUESTA A RIESGOS	
	ESTATUS	FECHA IDENTIFICACION FASE DEL PROYECTO	ENTREGABLE AFECTADO	OBJETIVO AFECTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO	MATRIZ DE CALDR	ESTRATEGIA	ACCIONES DE RESPUESTA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
(1)	(2)	(4)	(5)	(12)	(13)	(14)	(15)	(19)	(20)	(21)	(22)
1	Inactivo	09-may-23 Planificación	Exchange Information Requirements (EIR)	Cronograma Alcance	Alto	Alto		Mitigar	Realizar una revisión exhaustiva de los requisitos	Asegurar la entrega cumpliendo las expectativas del cliente.	
1	Inactivo	20-may-23 Planificación	BIM Execution Plan "BEP"	Cronograma Costo	Medio	Medio		Mitigar	Capacitar al equipo en planificación y ejecución BIM	Asegurar que el los productos entregables estén de acorde a la calidad requerida.	Demora de entrega productos finales
1	Inactivo	25-may-23 Planificación	Modelo de Arquitectura (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Bajo	Bajo		Mitigar	Establecer un proceso de revisión y validación del modelo	Diseños y modelos arquitectónicos más eficientes	
1	Inactivo	25-may-23 Planificación	Modelo de Estructuras (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Medio	Medio		Mitigar	Establecer reuniones de coordinación periódicas	Diseños y modelos estructuras más eficientes	
1	Inactivo	01-jun-23 Planificación	Modelo de MEP (Mecánica) (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Alto	Alto		Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias	Diseños y modelos mecanicos más eficientes	
1	Inactivo	01-jun-23 Planificación	Modelo de MEP (Eléctrica) (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Alto	Alto		Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias	Diseños y modelos electricos más eficientes	
1	Inactivo	01-jun-23 Planificación	Modelo de MEP (Plomería) (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Alto	Alto		Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias	Diseños y modelos de plomería más eficientes	
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Planos profesionales (Arquitectura, Estructura, MEP)	Cronograma Alcance	Bajo	Bajo		Mitigar	Establecer un seguimiento y recordatorio para la aprobación	Asegurar que los diseños cumplan con las expectativas del cliente.	
1	Inactivo	25-jun-23 Planificación	Informe de resolución de interferencias	Cronograma Alcance	Medio	Medio		Mitigar	Establecer reuniones periódicas para la resolución de interferencias	Asegurar que la resolución de colisiones sea efectiva evitando sobrecostos en la etapa de ejecución y retrasos en el proyecto.	
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Modelo federado	Cronograma	Medio	Medio		Mitigar	Establecer un proceso de revisión y validación del modelo	Asegurar que los diseños cumplan con la certificación de modelos y su coordinación con el resto de disciplinas involucradas.	
1	Inactivo	25-jun-23 Planificación	Análisis de sostenibilidad (SD)	Cronograma	Medio	Medio		Mitigar	Realizar una búsqueda exhaustiva de datos y fuentes confiables para la implementación de paneles fotovoltaicos para sistema iluminación el are administrativa	Conocer el estado financiero del proyecto.	
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Presupuesto general (SD)	Cronograma Calidad	Medio	Medio		Mitigar	Realizar revisiones y verificaciones exhaustivas de los costos estimados	Seguridad en el presupuesto del proyecto	Precios de materiales pueden bajar en relación al precio negociado.
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Cronograma general (SD)	Cronograma	Bajo	Alto		Mejorar	Obtener asesoramiento de expertos en planificación de proyectos	Obtener el cronograma real del proyecto con poca Incertidumbre	
1	Inactivo	10-jul-23 Planificación	Simulación constructiva	Cronograma	Bajo	Bajo		Mitigar	Obtener asesoramiento en tecnologías de simulación constructiva	Asegurar la buena ejecución de la simulación	

Figura 29 Matriz de riesgos etapa de Gestión y Diseño BIM  
Fuente: Industrial BIM

### 7.1.2 Riesgos en la etapa de ejecución (construcción del proyecto)

En la etapa constructiva determinamos como entregables los subelementos o subcapítulos de cada especialidad, y definimos los riesgos que involucran a cada uno de esos entregables. (Ver Anexo Matriz de Riesgos Construcción)

PLAN DE GESTION DE RIESGOS											
PRIORIDAD	IDENTIFICACION			ANALISIS CUALITATIVO				ANALISIS CUANTITATIVO	IMPLEMENTACION RESPUESTA A RIESGOS		
	ESTATUS	ENTREGABLE AFECTADO	DESCRIPCION DEL RIESGO	OBJETIVO AFECTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO	MATRIZ DE CALOR	PROBABILIDAD (%)	ACCIONES DE RESPUESTA	VENTAJAS	DEVENTAJAS
(1)	(2)	(3)	(7)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(20)	(21)	(22)
1	Inactivo	OBRAS PRELIMINARES	Interrupciones por clima adverso	Cronograma Alcance	Medio	Alto		70%	Colocar canchales perimetrales, bombas de achique, o crear sistemas provisionales de bombeo	Se contrarresta la pérdida de días productivos	Más inversión para mitigar el riesgo
	Inactivo	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Retraso en la nivelación del terreno	Costo Cronograma	Medio	Medio		30%	Revisar diseño para anticipar posibles cambios en terreno, asignar recursos adicionales para nivelación, plan de contingencia	Tener el contingente necesario para el riesgo	Presupuesto más elevado
	Inactivo	CIMENTACIONES	Asentamientos diferenciales	Cronograma Costo	Alto	Alto		50%	Contratar consultoría adicional para estudios geotécnicos más precisos, asegurarse de contar con seguro de construcción	Eliminar incurrir en tiempos de ejecución de los trabajos	Se extiende el tiempo de ejecución de los trabajos
	Inactivo	ESTRUCTURA	Falta de resistencia estructural	Cronograma Calidad	Alto	Alto		70%	Revisar diseño estructural, realizar pruebas adicionales, considerar opciones de refuerzo, informar al personal sobre riesgos	Prevenir accidentes laborales	Más costo en los refuerzos adicionales
	Inactivo	CUBIERTA	Falta de resistencia estructural	Cronograma Calidad	Alto	Alto		70%	Revisar diseño estructural, realizar pruebas adicionales, considerar opciones de refuerzo, informar al personal sobre riesgos	Prevenir accidentes laborales	Más costo en los refuerzos adicionales
1	Inactivo	PAREDES	Fisuras o debilidad en las paredes	Costo Calidad	Medio	Medio		50%	Inspeccionar materiales antes de su uso, contar con equipo de control de calidad, establecer estándares de resistencia y durabilidad	Certificar los materiales que sean de calidad	
1	Inactivo	PISOS DE HORMIGÓN	Grietas o desprendimientos en el piso de hormigón	Calidad Costo	Bajo	Alto		30%	Seguir rigurosamente las pautas de curado del hormigón, implementar controles de calidad en todo el proceso de vertido y curado	Certeza de la calidad del hormigón	
	Inactivo	ADQUIN PARQUEADEROS	Asentamientos diferenciales	Cronograma Costo	Medio	Alto		30%	Contratar consultoría adicional para estudios geotécnicos más precisos, asegurarse de contar con seguro de construcción	Eliminar incurrir en tiempos de ejecución de los trabajos	Se extiende el tiempo de ejecución de los trabajos
	Inactivo	CISTERNA	Possibilidad de encontrar bolsas de agua y sustrato malo en áreas puntuales	Cronograma Costo	Medio	Medio		50%	Realizar estudios de suelo previos, asegurarse de contar con seguro de construcción	No detener el avance de la ejecución del proyecto	Sobrecoste en los estudios preliminares
	Inactivo	SISTEMA AGUA POTABLE	Baja presión o contaminación del agua potable	Cronograma	Medio	Alto		50%	Plan de contingencia para abastecimiento alternativo, monitoreo constante de la calidad del agua, mantenimiento preventivo	Asegurar el abastecimiento de agua potable	
	Inactivo	SISTEMA MECÁNICO	Interrupciones en el funcionamiento de maquinaria	Cronograma	Medio	Medio		50%	Adquirir garantías extendidas para equipos, mantener inventario de repuestos críticos, establecer acuerdos de servicio con proveedores	Equipos en buen estado garantizan el desarrollo normal de los trabajos	El costo elevado de la garantía de los equipos
	Inactivo	SISTEMA ELÉCTRICO	Cortocircuitos o fallos en el sistema eléctrico	Costo Calidad	Bajo	Medio		30%	Verificar instalación por profesionales, realizar pruebas de funcionamiento, mantener protocolos de mantenimiento regulares	Asegurar la calidad de todo el sistema	
	Inactivo	SISTEMA SANITARIO	Atascos o fugas en el sistema sanitario	Calidad	Bajo	Medio		30%	Revisar diseño de sistema sanitario, realizar pruebas de funcionamiento, implementar protocolos de limpieza y mantenimiento	Controlar la calidad del diseño	Se tomará más tiempo en revisión para aprobaciones de diseños
	Inactivo	SISTEMA FOTOVOLTAICO	Producción de energía por debajo de lo esperado	Calidad Costo	Bajo	Medio		30%	Establecer márgenes presupuestarios adicionales para costos eléctricos, monitorear rendimiento y ajustar consumo si es necesario	Tener el contingente necesario para el riesgo	
	Inactivo	ACABADOS	Demora en la finalización de los acabados	Cronograma	Medio	Medio		50%	Mantener una comunicación constante con proveedores, tener un plan de contingencia para retrasos en suministros, buscar fuentes alternativas de materiales si es necesario	Tener un plan de compras	

Figura 30 Matriz de riesgos Etapa de Construcción  
Fuente: Industrial BIM

## 7.2 Análisis de Montecarlo

El análisis de Montecarlo consiste en una técnica matemática que predice los posibles resultados de un evento incierto. Puede predecir una cantidad de resultados futuros, en función de los datos ingresados, para reducir la incertidumbre probabilística

Generalmente, podemos destacar los tres usos más comunes son los siguientes:

- Permite generar diferentes escenarios en función de plazos y costos de proyecto.
- Simular el comportamiento de opciones financieras o carteras de inversión.
- Se utiliza para gestionar el riesgo en las inversiones.

En base al concepto de la técnica Montecarlo, en nuestro proyecto hemos desarrollado para obtener diferentes escenarios en cuanto a coste y tiempo del proyecto, tanto en los diseños BIM, como en la construcción.

Posterior a definir el cronograma de diseños y gestión BIM, utilizando Ms Project, determinando la duración de la primera etapa de “Diseños y Gestión BIM”, en 76 días y considerando un costo de 99 327,36 USD

La etapa de ejecución de trabajos (construcción) se determinó en 140 días y considerando un costo de 8 804 669.70 USD

Para la determinación de la simulación en el proyecto Almacén Industrial se ha considerado varios escenarios de prueba

La primera simulación que se realizó en la etapa de “Diseños y Gestión BIM” del proyecto, considerando los factores de tiempo y el costo de cada entregable

La segunda simulación se realizó con respecto a la fase de diseño, elementos estructurales columnas de hormigón y pavimento de adoquín

La tercera simulación se realizó con respecto a las columnas de metal y pavimento asfáltico.

Las ventajas que tenemos al utilizar esta técnica son:

- Posibilidad de generar varias opciones o posibilidades de escenarios futuros, generando una estimación de rendimiento en la inversión
- Posibilidad de analizar el riesgo de la inversión del proyecto, obtención de probabilidades de ganancia o pérdida.

Las desventajas de utilizar esta técnica son:

- Si la simulación se realiza con datos no acercados a la realidad se puede tener conclusiones erradas
- La simulación con pocas muestras o datos, presentan resultados no confiables

### 7.2.1 Análisis de Montecarlo, Diseños y Gestión BIM

En la simulación se procedió a ingresar los datos en conformidad a la planificación que se realizó por el equipo consultor. (ver Anexo MONTECARLO ETAPA DE GESTION Y DISEÑOS BIM)

**TABLA DE CALCULO MONTECARLO - DURACIONES**

ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	DURACION		
	OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA
1 Exchange Information Requirements (EIR)	10	15	20
2 BIM Execution Plan "BEP"	10	15	20
3 Modelo de Arquitectura (Level of Development "LOD" 300)	50	61	70
4 Modelo de Estructuras (Level of Development "LOD" 300)	45	51	60
5 Modelo de MEP (Mecánica) (Level of Development "LOD" 300)	40	46	50
6 Planos profesionales (Arquitectura, Estructura, MEP)	20	25	30
7 Informe de resolución de interferencias	15	20	25
8 Modelo Federado	12	15	25
9 Análisis de sostenibilidad (5D)	7	9	12
10 Cronograma general (4D)	8	10	15
11 Presupuesto general (5D)	8	10	15
12 Simulación constructiva	10	15	20

*Figura 31 Tabla de cálculo Montecarlo - Duraciones*  
Fuente: Industrial BIM

<b>bins</b>	<b>PDF(x)</b>	<b>CDF(x)</b>
178	0.00	0.00
182	0.01	0.01
186	0.02	0.03
190	0.03	0.06
194	0.04	0.10
198	0.05	0.15
202	0.07	0.22
206	0.07	0.29
210	0.08	0.38
214	0.08	0.46
218	0.09	0.54
222	0.08	0.62
226	0.07	0.70
230	0.07	0.77
234	0.06	0.83
238	0.05	0.88
242	0.04	0.92
246	0.03	0.95
250	0.02	0.98
254	0.02	0.99
258	0.01	1.00

*Figura 32 Matriz de resultados probabilísticos*  
Fuente: Industrial BIM

En base a los datos de “Duración” de la simulación Montecarlo se concluye que de los 217 días planificados, al 55% se cumplirá, y con una certeza del 95% se realizará en un tiempo de 246 días, es decir 29 días de contingencia.

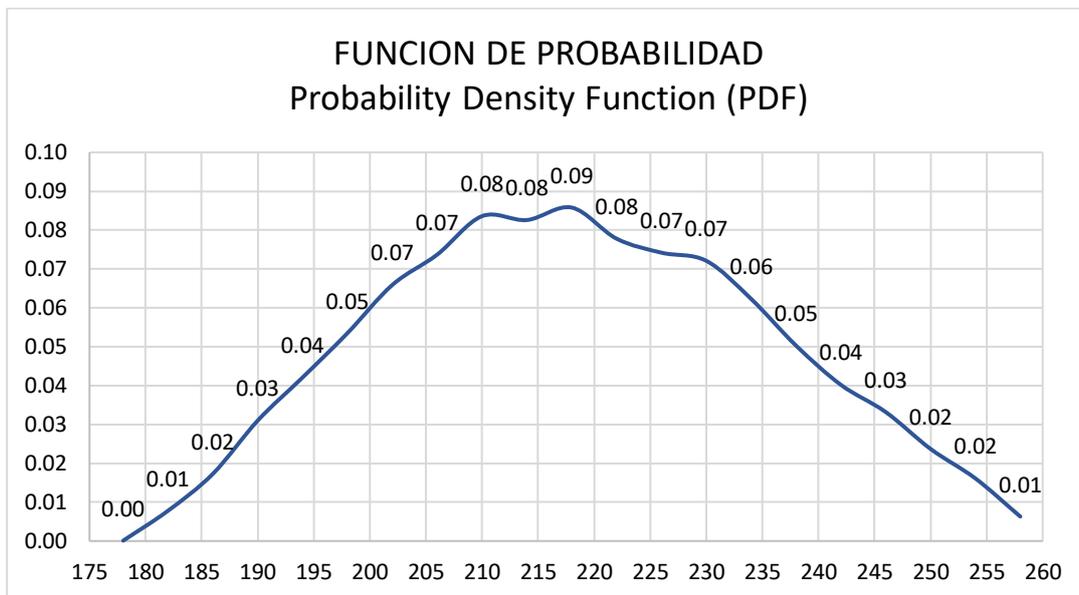


Figura 33 Análisis probabilístico Montecarlo  
Fuente: Industrial BIM

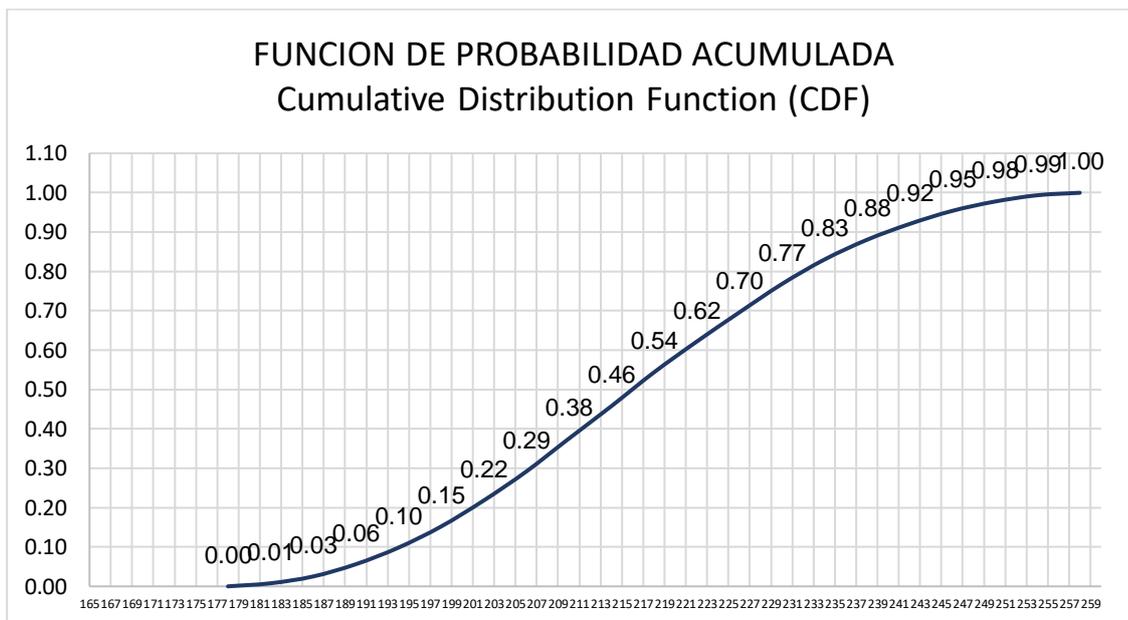


Figura 34 Análisis probabilístico Montecarlo  
Fuente: Industrial BIM

TABLA DE CALCULO MONTECARLO - COSTOS

	ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	COSTOS			MODELO
		OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA	
1	Exchange Information Requirements (EIR)	4,000	4,212	4,500	uniforme
2	BIM Execution Plan "BEP"	8,000	8,551	8,500	uniforme
3	Modelo de Arquitectura (Level of Development "LOD" 300)	16,500	17,212	18,000	triangular
4	Modelo de Estructuras (Level of Development "LOD" 300)	23,000	23,612	24,000	triangular
5	Modelo de MEP (Mecánica) (Level of Development "LOD" 300)	13,000	13,469	14,000	triangular
6	Planos profesionales (Arquitectura, Estructura, MEP)	10,000	10,670	11,000	uniforme
7	Informe de resolución de interferencias	4,000	4,400	5,000	triangular
8	Modelo Federado	4,000	4,608	5,000	triangular
9	Análisis de sostenibilidad (5D)	3,500	3,743	4,100	uniforme
10	Cronograma general (4D)	2,500	2,850	3,200	uniforme
11	Presupuesto general (5D)	2,500	2,850	3,200	uniforme
12	Simulación constructiva	2,800	3,150	3,500	uniforme

Figura 35 Tabla de cálculo Montecarlo – Costos  
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
65,536	0.00	0.00
65,861	0.01	0.01
66,186	0.02	0.03
66,511	0.03	0.06
66,836	0.04	0.09
67,161	0.05	0.14
67,486	0.05	0.20
67,811	0.06	0.25
68,136	0.06	0.31
68,461	0.07	0.38
68,786	0.07	0.46
69,111	0.07	0.53
69,436	0.08	0.61
69,761	0.07	0.68
70,086	0.06	0.74
70,411	0.06	0.80
70,736	0.05	0.85
71,061	0.05	0.90
71,386	0.04	0.94
71,711	0.03	0.97
72,036	0.02	0.99
72,361	0.00	0.99
72,686	0.00	0.99

Figura 36 Matriz de resultados probabilísticos  
Fuente: Industrial BIM

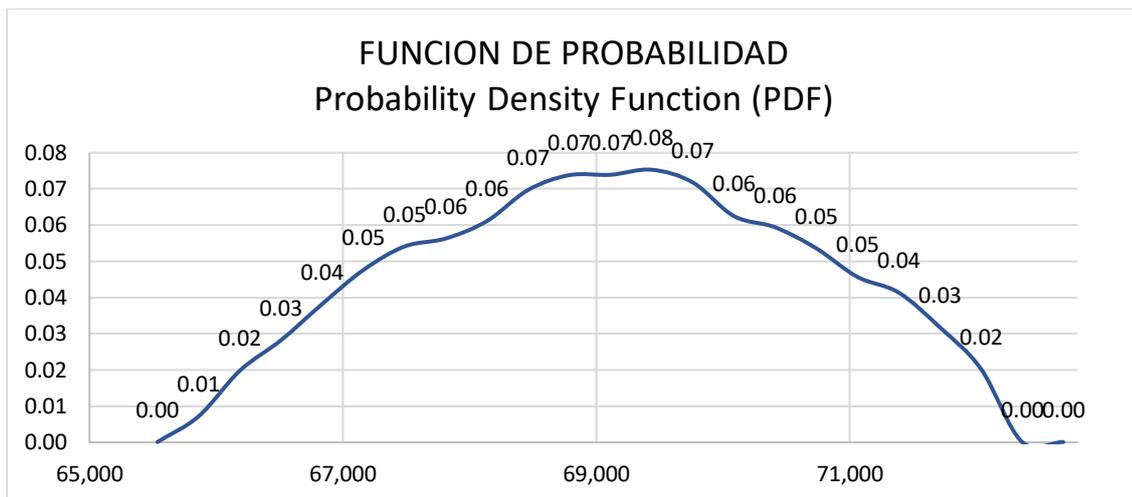


Figura 37 Probabilidad Costos  
Fuente: Industrial BIM

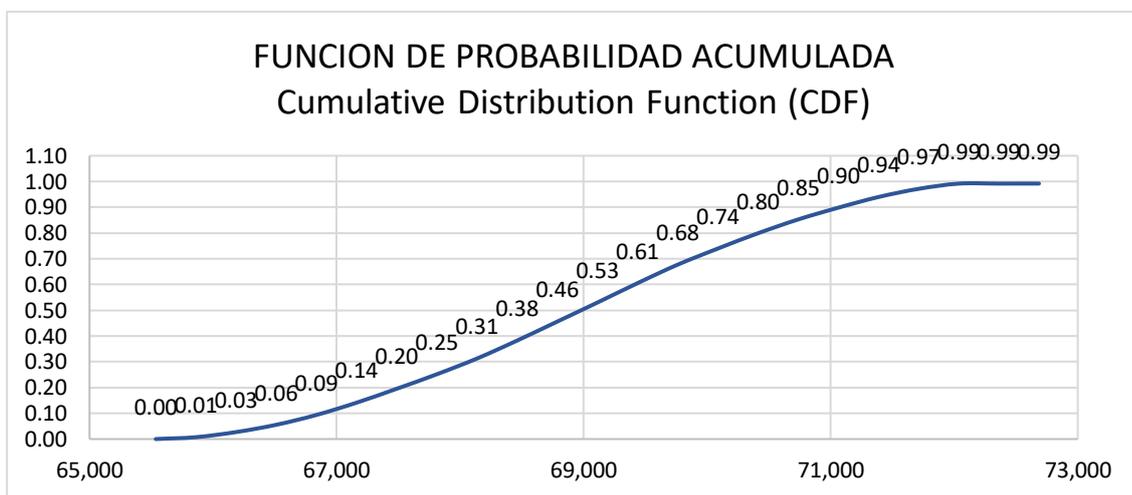


Figura 38 Probabilidad Acumulada Costos  
Fuente: Industrial BIM

En base a los datos de “Costos” de la simulación Montecarlo se concluye que del 55% se tiene comprometido un presupuesto de 69.111 USD, y con certeza del 95% el 71.711 USD del coste estimado.

## 7.2.2 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas con hormigón y pavimento de adoquín.

Columnas de hormigon

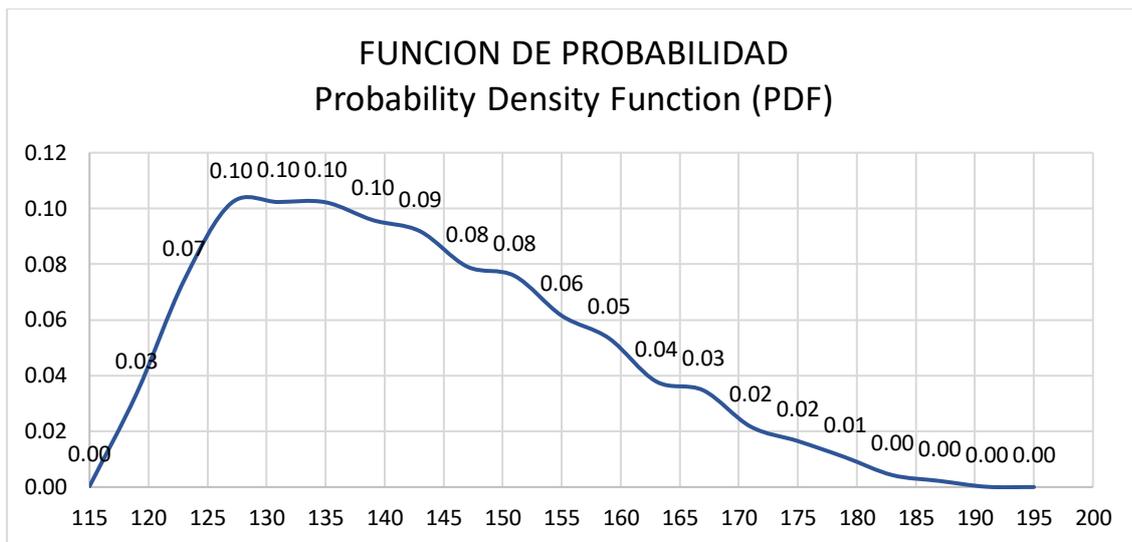
**TABLA DE CALCULO MONTECARLO - DURACIONES**

ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	DURACION			MODELO	CRITICA
	OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA		
1 Obras preliminares	3	5	10	uniforme	
2 Movimiento de tierras	3	5	4	uniforme	
3 Cimentaciones	18	20	30	beta	1
4 Estructura	65	71	100	beta	1
5 Cubierta	8	10	30	triangular	1
6 Paredes	20	25	30	uniforme	
7 Pisos de hormigón	24	29	34	triangular	1
8 Adoquin parqueaderos	20	30	45	triangular	
9 Cisterna	12	16	25	triangular	
10 Sistema agua potable	20	26	30	uniforme	
11 Sistema mecánico	18	19	25	triangular	
12 Sistema eléctrico	20	25	28	uniforme	
13 Sistema sanitario	15	20	24	triangular	
14 Acabados	18	20	30	uniforme	

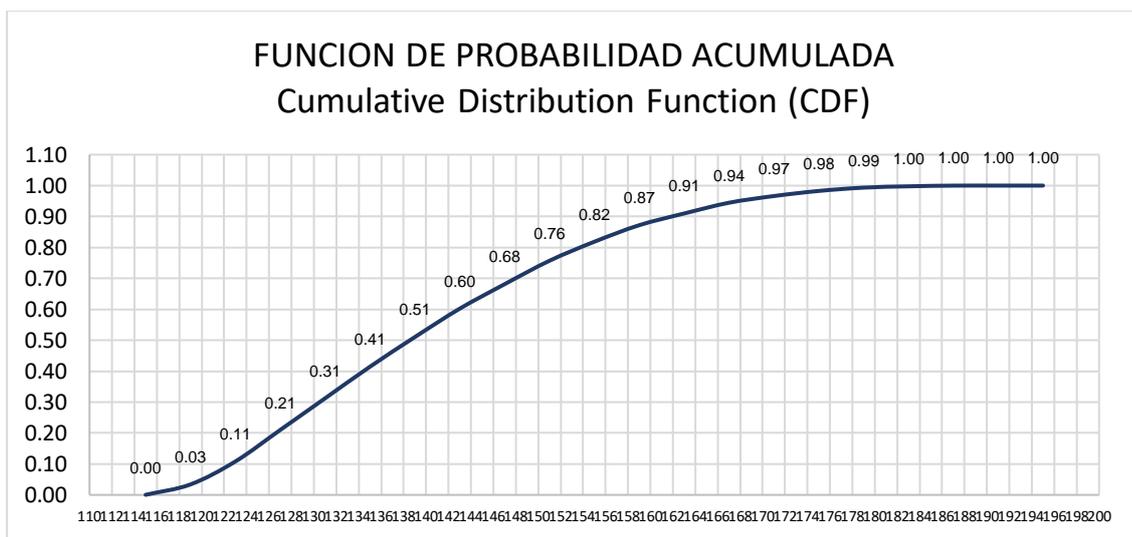
*Figura 39 Tabla de cálculo Montecarlo-Duraciones  
Fuente: Industrial BIM*

<b>bins</b>	<b>PDF(x)</b>	<b>CDF(x)</b>
115	0.00	0.00
119	0.04	0.04
123	0.07	0.11
127	0.09	0.20
131	0.10	0.31
135	0.11	0.41
139	0.10	0.51
143	0.09	0.60
147	0.08	0.68
151	0.08	0.76
155	0.06	0.82
159	0.05	0.87
163	0.04	0.91
167	0.03	0.94
171	0.02	0.96
175	0.02	0.98
179	0.01	0.99
183	0.01	1.00
187	0.00	1.00
191	0.00	1.00
195	0.00	1.00

*Figura 40 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones  
Fuente: Industrial BIM*



*Figura 41 Probabilidad Duraciones*  
*Fuente: Industrial BIM*



*Figura 42 Probabilidad Acumulada Duraciones*  
*Fuente: Industrial BIM*

El ensayo de Montecarlo con columnas de hormigón y adoquín en parqueaderos determina que se cumple en el 60% la duración deseada de 141 días, y con la certeza del 95% se realizará en 167 días, es decir una variación de 26 días

Columnas de hormigon

**TABLA DE CALCULO MONTECARLO - COSTOS**

ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	COSTOS			MODELO
	OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA	
1 Obras preliminares	50,000	53,936	55,000	uniforme
2 Movimiento de tierras	30,000	31,348	35,000	uniforme
3 Cimentaciones	1,445,000	1,449,012	1,500,000	triangular
4 Estructura	2,790,000	2,793,569	3,000,000	beta
5 Cubierta	155,000	159,355	162,000	beta
6 Paredes	352,000	355,373	358,000	triangular
7 Pisos de hormigón	1,250,000	1,283,495	1,300,000	beta
8 Adoquín parqueaderos	260,000	266,795	275,000	triangular
9 Cisterna	580,000	585,121	590,000	triangular
10 Sistema agua potable	20,000	23,918	27,000	uniforme
11 Sistema mecánico	500,000	556,336	600,000	uniforme
12 Sistema eléctrico	500,000	505,291	550,000	uniforme
13 Sistema sanitario	75,000	79,916	82,000	triangular
14 Acabados	180,000	183,396	188,000	uniforme

*Figura 43 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos**Fuente: Industrial BIM*

bins	PDF(x)	CDF(x)
5,903,741	0.00	0.00
5,918,555	0.02	0.02
5,933,369	0.09	0.11
5,948,183	0.11	0.22
5,962,997	0.12	0.34
5,977,811	0.11	0.44
5,992,625	0.10	0.54
6,007,439	0.08	0.62
6,022,253	0.07	0.69
6,037,067	0.06	0.75
6,051,881	0.05	0.81
6,066,695	0.05	0.85
6,081,509	0.04	0.89
6,096,323	0.03	0.92
6,111,137	0.02	0.95
6,125,951	0.02	0.96
6,140,765	0.01	0.98
6,155,579	0.01	0.99
6,170,393	0.01	0.99
6,185,207	0.00	1.00
6,200,021	0.00	1.00
6,214,835	0.00	1.00
6,229,649	0.00	1.00

*Figura 44 Matriz de resultados probabilísticos- Costos**Fuente: Industrial BIM*

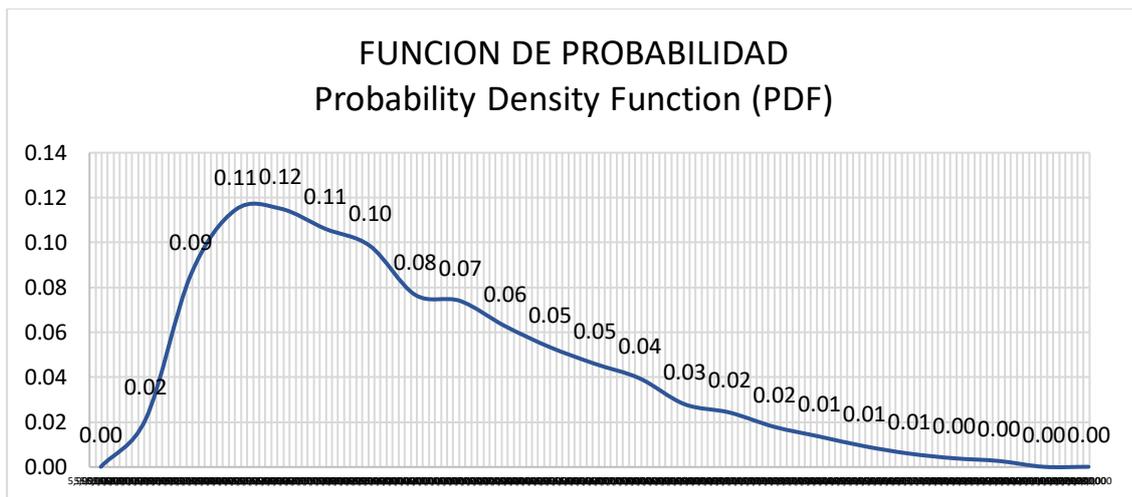


Figura 45 Probabilidad Costos  
Fuente: Industrial BIM

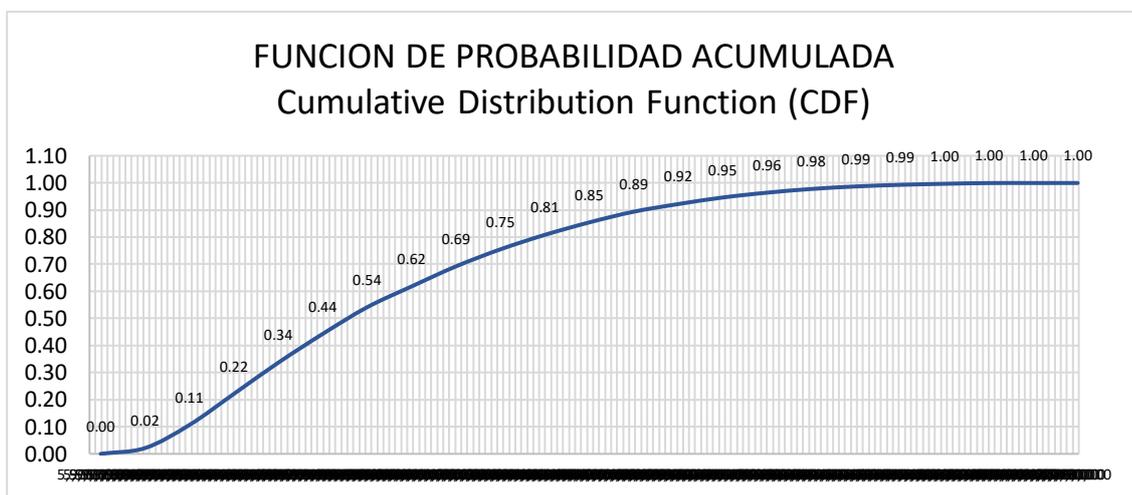


Figura 46 Probabilidad Acumulada – Costos  
Fuente: Industrial BIM

En base a los datos de “Costos” de la simulación Montecarlo se concluye que del 96% se tiene comprometido un presupuesto de 6.125.951 USD, del coste estimado de 8.385.685 USD

### 7.2.3 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas metálicas y pavimento asfáltico.

Columnas metalicas

**TABLA DE CALCULO MONTECARLO - DURACIONES**

	ENTREGABLES / PAQUETES DE TRABAJO / ACTIVIDADES	DURACION			MODELO	CRITICA
		OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA		
1	Obras preliminares	3	5	10	uniforme	
2	Movimiento de tierras	3	5	4	uniforme	
3	Cimentaciones	18	20	30	beta	1
4	Estructura	35	37	50	beta	1
5	Cubierta	8	10	30	triangular	1
6	Paredes	20	25	30	uniforme	
7	Pisos de hormigón	24	29	34	triangular	1
8	Asfalto parqueaderos	20	28	45	triangular	
9	Cisterna	12	16	25	triangular	
10	Sistema agua potable	20	26	30	uniforme	
11	Sistema mecánico	18	19	25	triangular	
12	Sistema eléctrico	20	25	28	uniforme	
13	Sistema sanitario	15	20	24	triangular	
14	Acabados	18	20	30	uniforme	

Figura 47 Tabla de cálculo Montecarlo- Duraciones  
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
85	0.00	0.00
88	0.04	0.04
91	0.07	0.11
94	0.09	0.20
97	0.10	0.29
100	0.10	0.40
103	0.09	0.49
106	0.09	0.58
109	0.09	0.67
112	0.07	0.74
115	0.06	0.80
118	0.05	0.86
121	0.04	0.90
124	0.03	0.93
127	0.03	0.96
130	0.02	0.98
133	0.01	0.99
136	0.01	1.00
139	0.00	1.00
142	0.00	1.00
145	0.00	1.00

Figura 48 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones  
Fuente: Industrial BIM

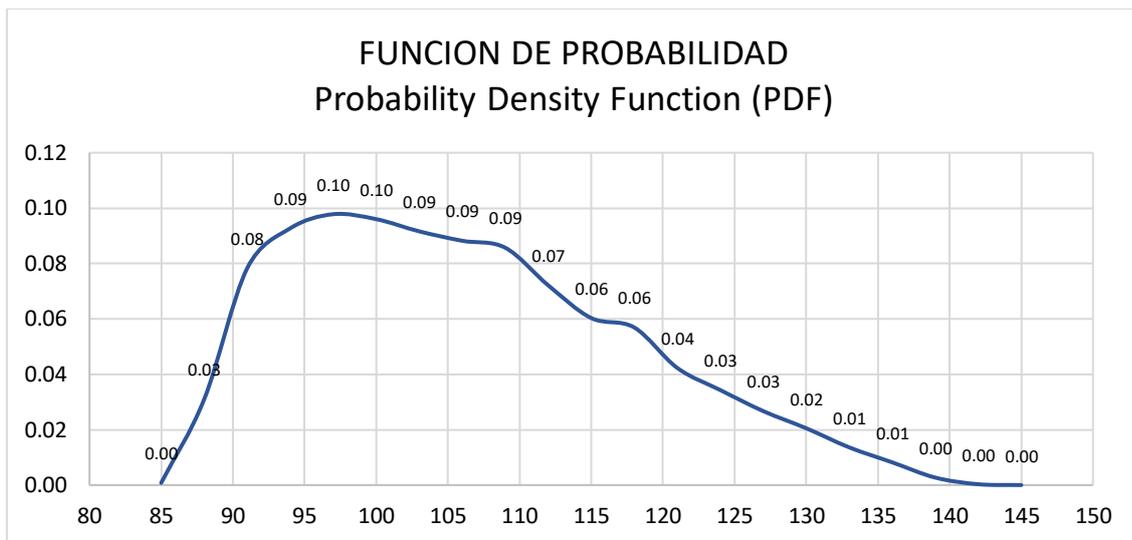


Figura 49 Probabilidad - Duraciones  
Fuente: Industrial BIM

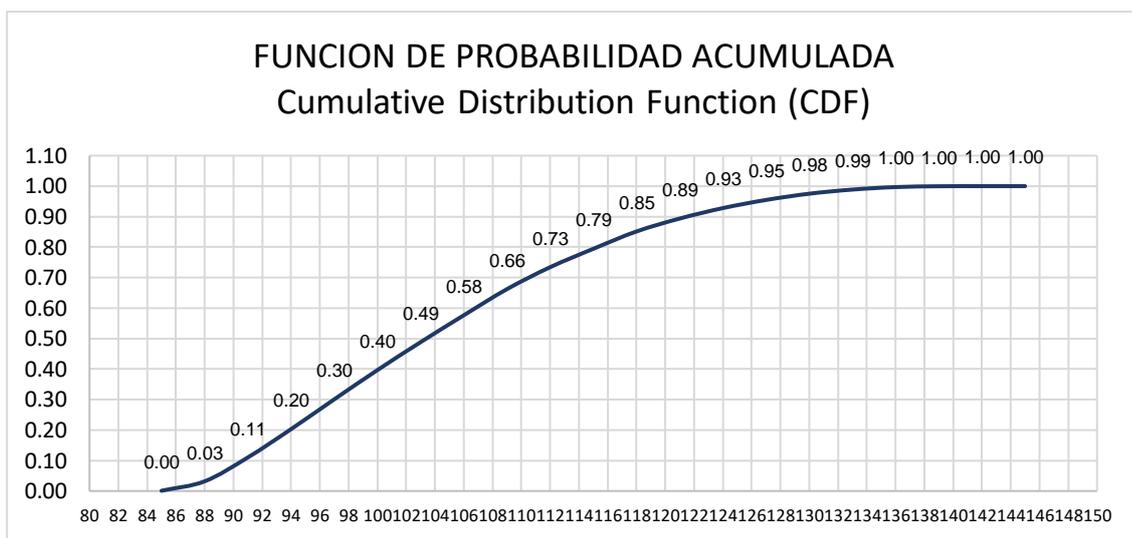


Figura 50 Probabilidad Acumulada – Duraciones  
Fuente: Industrial BIM

El ensayo de Montecarlo con columnas metálicas y pavimento asfaltico en parqueaderos determina que se cumple en el 58% la duración deseada de 105 días, y con la certeza del 96% se realizará en 127 días, es decir una variación de 22 días

Columnas metálicas

**TABLA DE CALCULO MONTECARLO - COSTOS**

	COSTOS			MODELO
	OPTIMISTA	MAS DESEABLE	PESIMISTA	
1 Obras preliminares	50,000	53,936	55,000	uniforme
2 Movimiento de tierras	30,000	31,348	35,000	uniforme
3 Cimentaciones	1,445,000	1,449,012	1,500,000	triangular
4 Estructura	2,790,000	3,019,583	3,000,000	beta
5 Cubierta	155,000	159,355	162,000	beta
6 Paredes	352,000	355,373	358,000	triangular
7 Pisos de hormigón	1,250,000	1,283,495	1,300,000	beta
8 Asfalto parqueaderos	260,000	274,408	275,000	triangular
9 Cisterna	580,000	585,121	590,000	triangular
10 Sistema agua potable	20,000	23,918	27,000	uniforme
11 Sistema mecánico	500,000	556,336	600,000	uniforme
12 Sistema eléctrico	500,000	505,291	550,000	uniforme
13 Sistema sanitario	75,000	79,916	82,000	triangular
14 Acabados	180,000	183,396	188,000	uniforme

Figura 51 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos  
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
5,909,728	0.00	0.00
5,925,269	0.00	0.00
5,940,810	0.00	0.00
5,956,351	0.00	0.01
5,971,892	0.00	0.01
5,987,433	0.01	0.02
6,002,974	0.01	0.03
6,018,515	0.01	0.04
6,034,056	0.02	0.05
6,049,597	0.02	0.07
<b>6,065,138</b>	<b>0.02</b>	<b>0.10</b>
6,080,679	0.03	0.12
6,096,220	0.04	0.16
6,111,761	0.04	0.20
6,127,302	0.05	0.25
<b>6,142,843</b>	<b>0.07</b>	<b>0.33</b>
6,158,384	0.09	0.42
6,173,925	0.13	0.55
6,189,466	0.16	0.71
6,205,007	0.16	0.87
6,220,548	0.10	0.97
6,236,089	0.00	0.97
6,251,630	0.00	0.97

Figura 52 Matriz de resultados probabilísticos- Costos  
Fuente: Industrial BIM

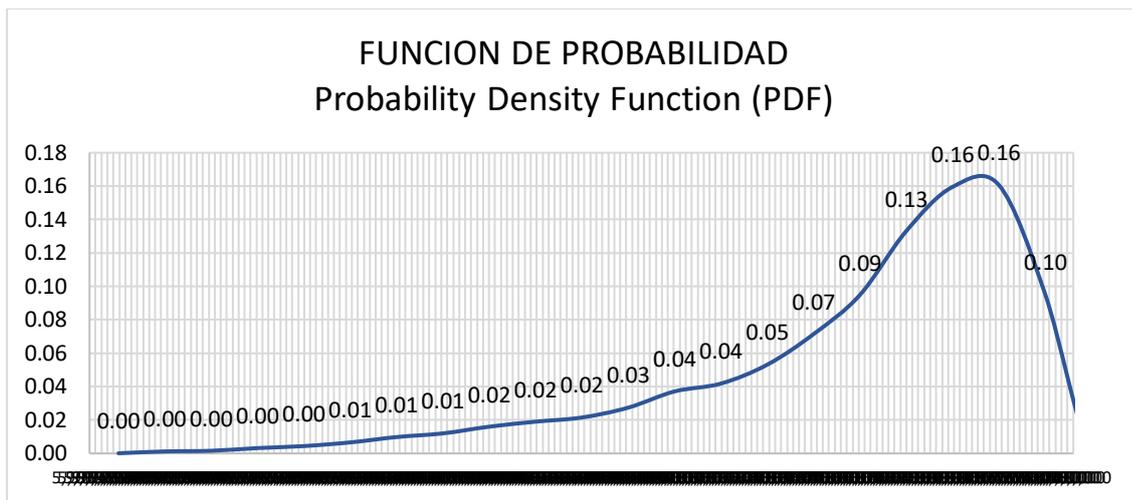


Figura 53 Probabilidad - Costos  
Fuente: Industrial BIM

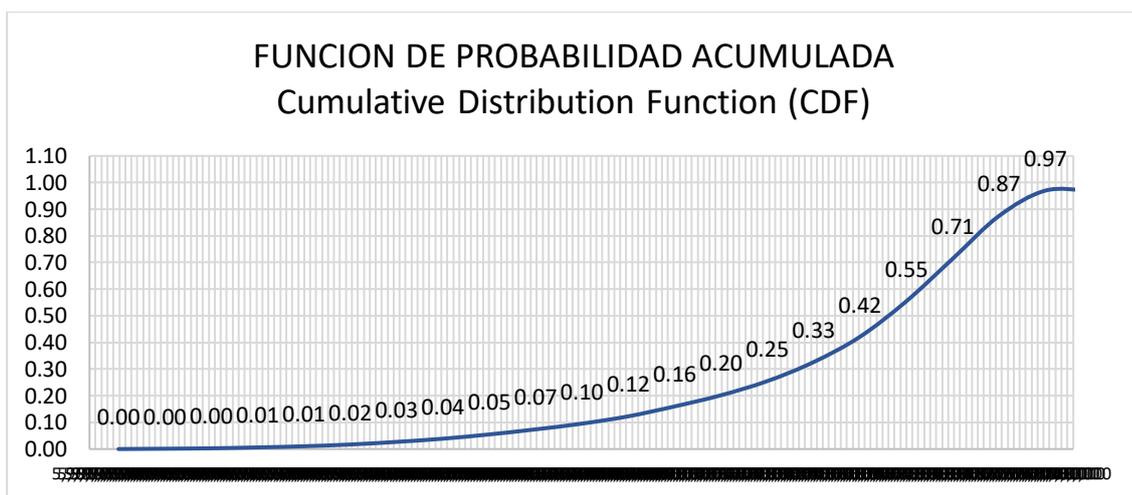


Figura 54 Probabilidad Acumulada- Costos  
Fuente: Industrial BIM

En base a los datos de “Costos” de la simulación Montecarlo se concluye que del 96% se tiene comprometido un presupuesto de 6.142.843 USD, del coste estimado de 8.538.899 USD.

## Capítulo 8: Conclusiones y Recomendaciones

### 8.1 Conclusiones

#### 8.1.1 Conclusiones generales

A través de la metodología BIM, se obtuvo resultados de comparativas de sistemas, se analizó la implicación de la toma de las distintas soluciones o métodos constructivos y como esto afecta en el tiempo y costo del proyecto, por lo que se concluye que es una herramienta muy acertada para reducir el factor de riesgo con respecto a las técnicas tradicionales de planificación.

Es de gran utilidad la metodología BIM, ya que en base a un sistema organizado de procesos permite tener grandes resultados, y permite realizar en cualquier región del país y del mundo el análisis completo del ciclo de vida del proyecto, genera diversas soluciones con distintos resultados en base a varios planteamientos, lo que implica ganancia en el desarrollo de la planificación y ajuste del proyecto.

- Modelo Coordinado (Interferencias)

Las colisiones detectadas entre las disciplinas involucradas reflejaron los posibles problemas a presentarse durante la etapa de ejecución del ciclo de vida de un proyecto, lo que representa la afectación en el cronograma y costos implicados para su resolución.

A través del modelo federado se detectó potenciales interferencias entre las disciplinas de Arquitectura, Estructuras y MEP, las cuales fueron analizadas y resueltas durante la etapa de modelado, esto evitó el sobre costo y retraso en el cronograma planificado del proyecto.

La coordinación entre disciplinas permite una mejor gestión de información y minimizar los errores en la planificación de cronograma y costos del proyecto, resultando en una planificación más precisa y veraz.

- Simulación Constructiva (4D)

La simulación de la fase constructiva en el software Navisworks facilita el análisis de construcción a ejecutarse, lo cual permite determinar rutas críticas y tiempos de duración del proyecto.

- Costos o presupuestos de Arquitectura y estructura (5D)

Con la implementación BIM en el proyecto ALMACÉN INDUSTRIAL se logra obtener el presupuesto general de la construcción con una certeza del 99% a lo realmente a ejecutarse en obra. Este avance se realiza con el uso de los software BIM como Presto, que además de entregarnos un presupuesto nos ayuda con los: flujos de caja, asignación de recursos e informes detallados por fases constructivas del proyecto en las disciplinas de Arquitectura y Estructura.

Obteniéndose adicional del costo de la construcción la optimización de recursos que está vinculado de forma directa con el tiempo y metodologías de ejecución.

- Comparativas y resultados justificados

La metodología BIM permite una vez determinado los presupuestos del Almacén Industrial comparar los sistemas constructivos con diferentes propuestas estructurales como son:

Modelo estructural: construcción del almacén industrial con columnas en hormigón con cerchas y columnas metálicas con cerchas. Esta comparativa se la realiza una vez concluido el 1er modelo al 100% en un tiempo de ejecución 2

días incluidos planos, presupuesto y cronograma. Siendo desarrollado en un tiempo mínimo a comparación de la metodología tradicional NO BIM gracias a la versatilidad, parámetros y nivel de información establecida en el primer modelo.

Esto nos refleja un sustancial ahorro en la etapa de diseño y planificación de tiempo, costos y recursos.

Modelo Arquitectura: Se realiza la comparativa de mampostería envolvente del Almacén industrial que a más de brincar alternativas de elección por costos, tiempo y recursos, genera propuesta de valor como el aporte al medio ambiente y beneficios a largo plazo.

La utilización de paneles fotovoltaicos como fuente de energía renovable ofrece numerosos beneficios y oportunidades. Estos dispositivos convierten la luz solar en electricidad de manera eficiente y limpia, lo que contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al ahorro de energía

### **8.1.2 Conclusiones rol**

La Coordinación BIM, asegura la interrelación efectiva entre todos los miembros del equipo consultor, permitiendo una comunicación bidireccional fluida y el adecuado intercambio de información.

El modelo coordinado permite identificar las posibles interferencias a presentarse en obra entre disciplinas de Arquitectura, Estructura, Mecánica, Eléctrica, Plomería, las cuales pueden ser resueltas en el modelado evitando el sobrecosto y retraso en el cronograma del proyecto.

El análisis de detección de colisiones en el programa Navisworks en conjunto con la matriz de interferencias y cuadro de hitos permitió un análisis veraz y prioritario para la resolución de las mismas. En el caso de resolver las colisiones en obra resulta en un sobre costo de \$32472,70 y un retraso de 50 días en el cronograma del proyecto.

El modelo federado permite una óptima gestión y coordinación del proyecto, detectando y minimizando los posibles errores en la etapa de ejecución y obteniendo una adecuada planificación y presupuesto del proyecto.

La simulación constructiva facilita el análisis de construcción a ejecutarse en el proyecto, lo cual permite determinar los tiempos de duración de cada hito obteniendo un cronograma adecuado y veraz.

## **8.2 Recomendaciones**

Se recomienda la aplicación de la metodología BIM, como práctica común en el desarrollo de proyectos ya que permite una adecuada gestión del proyecto y la comunicación efectiva entre los involucrados del mismo.

Se debería generalizar la propuesta del desarrollo BIM a escala nacional, en donde sea común su aplicación, esto mejoraría el sector de la construcción del país dando viabilidad, creando proyectos sostenibles y adecuados.

Las licencias de programas para la aplicación de la metodología BIM son de suma importancia, por lo que se recomienda extender el tiempo de licencias para su uso como es del “Autodesk Construction Cloud”, al cual perdimos acceso durante la etapa final del presente proyecto lo que generó archivos de modelos

con errores, problemas en el intercambio de información y retrasos en el desarrollo de entregables del presente proyecto.

## Capítulo 9: Referencias

BuildingSMART (2021). Guía Introducción a la ISO 19650 - España.

<https://www.buildingsmart.es/recursos/en-iso-19650>

Metodología Básica de Gestión de Proyectos - PCManagement. (n.d.).

[https://www.pcmangement.es/editorial/Managem\\_powpoin/MetodologiadeGestiondeProyectos.pdf](https://www.pcmangement.es/editorial/Managem_powpoin/MetodologiadeGestiondeProyectos.pdf)

Muñoz, E. (2022, Octubre 13). Flujos de trabajo para la gerencia de proyectos BIM, Ciclo de vida BIM

Muñoz, E. (2022, Octubre13). Flujos de trabajo para la gerencia de proyectos BIM, Organización, procesos y etapas

Project Managment Institute. (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge: (PMBOK Guide)* (Sixth Edition). Project Management Institute.

The British Standards Institution (2023). *ISO 19650 BIM Building Information Modelling*. Madrid, España.

[https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-](https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-19650/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20norma%20ISO,BIM%20o%20Building%20Information%20Modelling)

[19650/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20norma%20ISO,BIM%20o%20Building%20Information%20Modelling](https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-19650/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20norma%20ISO,BIM%20o%20Building%20Information%20Modelling)).

Vásquez, P. (2023, Febrero). Gerencia de Proyectos BIM-PMI, Matriz análisis cualitativo de riesgos.

## Capítulo 10: Anexos

### Anexo A: EIR

#### 1. Grupo 5 - Equipo INDUSTRIAL BIM

#### 2. Descripción del proyecto

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
Promotor	Universidad Internacional SEK
Nombre del proyecto	Almacén industrial
Breve descripción del proyecto	Almacén Industrial, destinado para la comercialización de artículos domésticos, de construcción y demás mercadería de mejora del hogar.
Dirección del proyecto	Urbanización Mucho Lote Etapa 6, Avenida Francisco de Orellana, Manzana 2576, Solar 2, ciudad de Guayaquil, Ecuador.
N° predio/ clave catastral	059-2576-002-5-0-0-1
Zona Metropolitana	Distrito Metropolitano de Guayaquil
Área de predio según escrituras	16 518.11 m <sup>2</sup>
Área aproximada de construcción	9,421.51 m <sup>2</sup>
Área de parqueaderos	6115 m <sup>2</sup>
Área por zona	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sala de ventas (almacén) 6360.14m<sup>2</sup></li> <li>● Oficinas (administrativo)               <ul style="list-style-type: none"> <li>planta baja 234.37 m<sup>2</sup></li> <li>planta alta 234.37 m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>● Bodega 490.69 m<sup>2</sup></li> <li>● Grupo electrógeno (mantenimiento)               <ul style="list-style-type: none"> <li>planta baja 62.50 m<sup>2</sup></li> <li>planta alta 62.50 m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>● Patio de materiales 1669.50 m<sup>2</sup></li> <li>● Patio de maniobras 770.67 m<sup>2</sup></li> </ul>	

#### 3. Integrantes y Roles

ROLES	NOMBRE Y APELLIDO	CORREO	CONTACTO

BIM MANAGER	FRANKLIN ANDRES LOPEZ BERZOSA	<a href="mailto:franklin.lopez@uisek.edu.ec">franklin.lopez@uisek.edu.ec</a>	0994418789
BIM COORDINAT OR	PAULINA PRISCILA OREJUELA CHANGO	paulina.orejuela@uisek.edu.ec	0989294255
LIDER DE ARQUITECTU RA	JAVIER ANDRÉ APUNTE CASTILLO	javier.apunte@uisek.edu.ec	0958652852
LIDER DE ESTRUCTUR A	MARIA NATALI SIZA CAIZA	maria.siza@uisek.edu.ec	0999075873
LIDER MEP	OSCAR SANTIAGO OLMEDO SALAZAR	<a href="mailto:oscar.olmedo@uisek.edu.ec">oscar.olmedo@uisek.edu.ec</a>	0996457748

#### 4. Objetivos Generales BIM

Implementar la metodología BIM en el proyecto del almacén industrial a través del análisis de las comparativas de materiales constructivos y su implicación de las decisiones de los distintos métodos constructivos para la reducción de tiempos y costos de construcción.

#### 5. Objetivos Específicos BIM

**Prioridad Alta:** Gestionar la fase de planificación y diseño (modelado) utilizando la metodología BIM, y obtener resultados tangibles que nos permita la toma de decisiones y cumplimiento del contrato con el cliente.

**Prioridad Alta:** Modelar arquitectura, estructura y mep (mecánico, hidrosanitario), para el desarrollo de una simulación constructiva 4D.

**Prioridad Media:** Ejecutar la coordinación y detección de conflictos entre los modelos arquitectónicos, estructurales y MEP (hidrosanitario y mecánico) para la resolución de interferencias.

**Prioridad Media:** Utilizar la metodología BIM para demostrar que el trabajo multidisciplinar coordinado ahorra costos en la construcción, a través de la prevención de posibles conflictos en obra, se valorizará el conflicto.

**Prioridad Media:** Planificar mediante el programa MS Project/ Presto la fase de construcción, en base a los resultados de las comparativas estructurales, considerando 4d y 5d.

**Prioridad Media:** Comparar el elemento estructural columnas en material de hormigón armado versus perfiles metálicos, ver su implicación en el costo y tiempo de ejecución de obra de cada uno de los sistemas.

**Prioridad Media:** Comparar la estructura y tipo de pavimento en el área de estacionamientos con pavimento semirígido (adoquín) versus pavimento flexible (asfalto) ver su implicación en el costo y tiempo de ejecución de obra de cada uno de los sistemas.

**Prioridad Media:** Demostrar que la resolución de interferencia en el modelo analítico representa un porcentaje importante en la reducción de costo a la obra.

**Prioridad Baja:** Utilizar el software Presto para la obtención del presupuesto en las disciplinas de Arquitectura y Estructura.

**Prioridad Baja:** Analizar la posible instalación de paneles fotovoltaicos en la cubierta, que generarán energía sostenible, para la iluminación de la zona administrativa.

## **6. Usos BIM del proyecto.**

- Modelo de Arquitectura (Entrega profesional)
- Modelo de Estructura (Entrega profesional)

- Modelo de Instalaciones (Entrega profesional)
- Modelo Coordinado (Interferencias críticas)
- Simulación Constructiva (4D)
- Costos o presupuestos de Arquitectura y Estructura
- Comparativas y resultados justificados
- Fase Pre-construcción
- Sostenibilidad energética

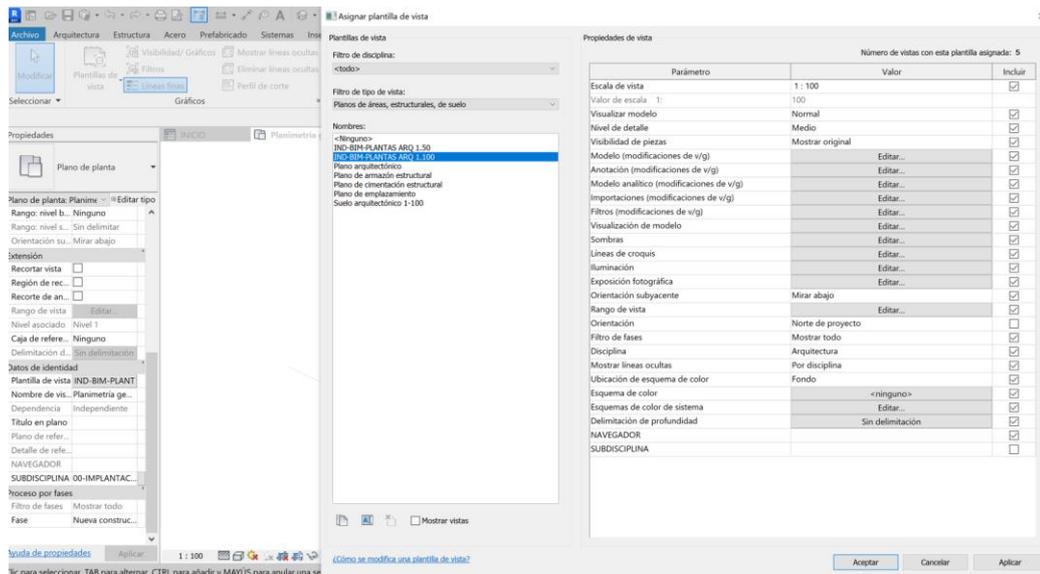
### 7. Plan de entregas de información (Information Delivery Plan - IDP):

Entregables	Formato	Especificaciones	Avance	Fecha tentativa
Modelos arquitectónicos	RVT, PDF	Arquitectónicos: implantación, cuadro de áreas, planta tipo, fachadas, cortes.	25%	Mayo 2023
			60%	Junio 2023
			90%	Julio 2023
			100%	Agosto 2023
Modelo estructural	RVT, PDF	Estructurales: cimentación, columnas, vigas, losas, gradas, cuadro de materiales.	25%	Mayo 2023
			60%	Junio 2023
			90%	Julio 2023
			100%	Agosto 2023
Modelo MEP	RVT, PDF	MEP: instalaciones mecánicas, eléctricas y plomería.	50%	Junio 2023
			75%	Julio 2023
			100%	Agosto 2023
Modelo coordinado	RVT, PDF	Modelado coordinado en REVIT para el análisis de interferencias. Informe de interferencias resueltas.	50%	Julio 2023
			100%	Agosto 2023

Simulación Constructiva (4D)	WBS, PROJECT, PDF	Análisis cronograma de ejecución	de de	50% 100%	Julio 2023 Agosto 2023
Análisis de comparación de costos: arquitectónicos, estructurales.	PRESTO, PDF	Comparación de costos de entregables de la construcción	de	50% 100%	Julio 2023 Agosto 2023
Análisis de sostenibilidad	PDF	Implementación sistema fotovoltaico en diseño	de	100%	Agosto 2023

### 8. Plantilla de proyecto BIM (BIM Project Template):

<b>PLANTILLA DEL PROYECTO AI-INDBIM-ARQ-ZZZ-VERSION01</b>
NAVEGADOR DE PROYECTOS
<b>VISTAS (INDBIM-SUBDISCIPLINA)</b>
00-IMPLANTACION Plano de planta: Planimetria General
01-ARQUITECTURA Alzado: Este Alzado: Norte Alzado: Oeste Alzado: Sur Plano de Planta: Nivel 1 Plano de Planta: Nivel 2 Vista 3D: (3D)
02-TECHO -CIELORASO Plano de techo: Nivel 1 Plano de techo: Nivel 2
03-ACABADOS Plano de Planta: Acabados (pisos)
04-CARPINTERIA Plano de Planta: plano carpinteria
05- DETALLES Plano de Planta: seccion de detalle
06- MOBILIARIO Plano de Planta: seccion estanterias
07-MUROS Plano de Planta: seccion muros
<b>LEYENDAS</b>
INICIO
<b>TABLAS DE PLANIFICACION</b>
Lista de vistas Tabla de planificacion de cerchas Tabla de planificacion de habitaciones Tabla de planificacion de mobiliario Tabla de planificacion de muros Tabla de planificacion de niveles Tabla de planificacion de pilares Tabla de planificacion de pisos Tabla de planificacion de puertas
<b>PLANOS (INDUSTRIAL BIM PLANOS)</b>
00-INDICE 01-IMPLANTACION 02-PLANTAS 03-CORTES 04-FACHADAS 05-CIELO RASO 06-ACABADOS 07-DETALLES 08-CARPINTERIA 09-MOBILIARIO 10-3D



## 9. Niveles de detalle (Level of Detail - LOD):

ROLES	LOD	BREVE DESCRIPCIÓN
Líder Arquitectura	300	El objeto se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema específico, en el que el objeto tiene cantidades, dimensiones, formas, posición y orientación específicas. Los elementos geométricos también están vinculados a la información no gráfica que es más detallada que la del nivel anterior; los acabados no se modelan, se indican como habitación “rooms”
Líder Estructura	300	El objeto se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema específico, en el que el objeto tiene cantidades, dimensiones, formas, posición y orientación específicas. No se modela acero estructural de refuerzo, se realiza el cálculo con cuantía mínima.
Líder MEP	300	El objeto se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema específico, en el que el objeto tiene cantidades, dimensiones, formas, posición y orientación específicas.

## 10. Niveles de información (Level of Information – LOI por disciplina):

ROLES	LOI	BREVE DESCRIPCIÓN
Líder Arquitectura	300	El objeto modelado dispondrá de la siguiente información. Cantidades, dimensiones, posición, orientación, material.
Líder Estructura	300	El objeto modelado dispondrá de la siguiente información. Cantidades, dimensiones, posición, orientación, material.

Líder MEP	300	El objeto modelado dispondrá de la siguiente información. Cantidades, dimensiones, posición, orientación, material.
-----------	-----	---

### 11. Plantilla de biblioteca de objetos BIM (BIM Object Library Template):

Familias
Almacén estructural
Bandejas de cables
Barandillas
Cimentación estructural
Conductos
Conductos flexibles
Cubiertas
Elementos de detalle
Emplazamiento
Escaleras
Montantes de muro cortina
Muros
Paneles de muro cortina
Patrón
Perfiles
Perfiles de división
Pilares
Pilares estructurales
Puertas
Rampas
Sistemas de conducto
Sistemas de muro cortina
Sistemas de tuberías
Sistemas de vigas estructurales
Suelos
Simbolos de anotación
Techos
Tuberías
Tuberías flexibles
Tubos
Ventanas
Vínculos analíticos

### 12. Protocolo de intercambio de información de construcción (Construction

#### Information Exchange Protocol):

Se intercambiará la información con el protocolo de la ISO 19650, se implementará un entorno común de datos AUTODESK CONSTRUCTION

CLOUD, que permita un flujo de información a través de carpetas de las diferentes disciplinas involucradas.

Estructura de carpetas.

1. Trabajo en Progreso (WIP)
2. Compartido
3. Publicado
4. Archivado

Conforme a la siguiente distribución.

ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS (carpetas Arquitectura-Estructura) CDE					
PROYECTO	ISO 19650		Accesos ROL	Concepto	Permisos
	<b>1. TRABAJO EN PROGRESO</b>				
		<b>1.0 EIR</b>	BIM Manager	Ver Crear y Editar	
		<b>1.1 FLUJOS DE INFORMACIÓN</b>	BIM Manager	Ver Crear y Editar	
		1.1.1 ACTAS DE REUNIONES	Coodinador	Ver Crear Editar y Permisos 1	
			BIM Manager	Ver Crear Editar y Permisos 1	
		<b>1.2 EST. PRELIMINARES</b>	Coodinador	** Ver Crear Editar y Permisos 2	
		1.2.1 TOPOGRAFÍA			
		1.2.2 ESTUDIOS DE SUELO			
		1.2.3 RECURSOS			
		<b>1.3 ARQUITECTURA</b>	Líder Disciplina Arquitectura	***	Ver Crear y Editar
		1.3.1 DWG			
		1.3.2 PDF			
		1.3.3 RVT			
		1.3.4 RFT			
		1.3.5 CONSUMIDO	Coodinador	Ver Crear y Editar	
		<b>1.4 ESTRUCTURAS</b>	Líder Disciplina Estructuras	***	Ver Crear y Editar
		1.4.1 DWG			
		1.4.2 PDF			
		1.4.3 RVT			
		1.4.4 RFT			
		1.4.5 CONSUMIDO	Coodinador	Ver Crear y Editar	
		<b>1.5 MECÁNICA</b>	Líder Disciplina MEP	***	Ver Crear y Editar
		1.5.1 DWG			
		1.5.2 PDF			
		1.5.3 RVT			
		1.5.4 RFT			
		1.5.5 CONSUMIDO	Coodinador	Ver Crear y Editar	
		<b>1.6 ELÉCTRICA</b>	Líder Disciplina MEP	***	Ver Crear y Editar
		1.6.1 DWG			
		1.6.2 PDF			
		1.6.3 RVT			
		1.6.4 RFT			
		1.6.5 CONSUMIDO	Coodinador	Ver Crear y Editar	
		<b>1.7 PLOMERÍA</b>	Líder Disciplina MEP	***	Ver Crear y Editar
		1.7.1 DWG			
		1.7.2 PDF			
		1.7.3 RVT			
		1.7.4 RFT			
		1.7.5 CONSUMIDO	Coodinador	Ver Crear y Editar	
		<b>1.8 COORDINACIÓN</b>	Coodinador	Ver Crear y Editar	
		1.8.1 TRANSMISIONES			
		1.8.2 CRONOGRAMA			
		1.8.3 PRESUPUESTO			

2. COMPARTIDO		Accesos ROL		Permisos
2.3 ARQUITECTURA	2.3.1 DWG	BIM Manager Coodinador	*	Ver Crear Editar y Permisos 1 Ver y Crear
	2.3.2 RVT			
	2.3.3 PDF			
2.4 ESTRUCTURA	2.4.1 DWG	BIM Manager Coodinador	*	Ver Crear Editar y Permisos 1 Ver y Crear
	2.4.2 RVT			
	2.4.3 PDF			
2.5 - 2.7 MEP	2.5.1 DWG	BIM Manager Coodinador	*	Ver Crear Editar y Permisos 1 Ver y Crear
	2.5.2 RVT			
	2.5.3 PDF			
2.8 COORDINACIÓN	2.8.2 DWF	Coodinador	**	Ver y Crear
	2.8.1 NWF			
3. PUBLICADO				Permisos
4. ARCHIVADO				Permisos

**Permisos 1\*** Crear permisos, flujos de revisión, flujo incidencias y protocolos de incidencias  
**Permisos 2\*\*** Crear permisos accesos.  
**Ver crear y editar \*\*\*** dentro del contenedor de la disciplina  
 Lo que se puedes hacer con las carpetas o lo que esta dentro de las carpetas (contenedor)  
**Ver crear y editar \*v** dentro de carpeta especifica la disciplina

### 13. Protocolo de Gestión de la Información de la Construcción (Construction

#### Information Management Protocol - CIMP):

Rol	Nombre	Permisos para gestionar	Carpetas de acceso
BIM MANAGER	FRANKLIN ANDRES LOPEZ BERZOSA	Ver, crear, editar	1.Trabajo en progreso (WIP) 2. Compartido 3. Publicado 4. Archivado
BIM COORDINATOR	PAULINA PRISCILA OREJUELA CHANGO	Ver, crear, editar	1. Trabajo en progreso (WIP)
		Ver y crear	2. Compartido 2.3 Arquitectura 2.4 Estructuras 2.5-2.6-2.7MEP 2.8 Coordinación
		Ver, crear y editar	3. Publicado
		Ver	4. Archivado
LIDER DE ARQUITECTURA	JAVIER ANDRÉ APUNTE CASTILLO	Ver, crear, editar	1. Trabajo en progreso (WIP) 1.3 Arquitectura
LIDER DE ESTRUCTURA	MARIA NATALI SIZA CAIZA	Ver, crear, editar	1. Trabajo en progreso (WIP) 1.4 Estructuras
LIDER MEP	OSCAR SANTIAGO OLMEDO SALAZAR	Ver, crear, editar	1. Trabajo en progreso (WIP) 1.5 Mecánica 1.6 Eléctrica 1.7 Plomería

**14. Requisitos de responsabilidad (Responsibility Requirements):**

Rol	Nombre	Requisito/ Responsabilidad
BIM MANAGER	FRANKLIN ANDRES LOPEZ BERZOSA	Único contacto con el cliente. Administrador de contrato (EIR). Administrador de Plataforma ACC. Elabora BEP. Responsable del modelo federado. Responsable de entregar el presupuesto de proyecto. Responsable de entregar el cronograma de ejecución de obra.
BIM COORDINATOR	PAULINA PRISCILA OREJUELA CHANGO	Contacto con lideres. Delegación de responsabilidades a los lideres y reporte al BM. Responsable del modelo coordinado. Responsable análisis de interferencias Responsable análisis de costo de no solución de interferencia.
LIDER DE ARQUITECTURA	JAVIER ANDRÉ APUNTE CASTILLO	Responsabilidades asignadas y reporta al BIM COORDINATOR. Flujo de trabajo interdisciplinario. Modelo Arquitectonico. Planificación de la etapa constructiva (4d y 5d)
LIDER DE ESTRUCTURA	MARIA NATALI SIZA CAIZA	Responsabilidades asignadas y reporta al BIM COORDINATOR. Flujo de trabajo interdisciplinario. Modelo estructural Comparativa de materialidad en Columnas y en pavimentos Cronograma estructuras Presupuesto estructuras
LIDER MEP	OSCAR SANTIAGO OLMEDO SALAZAR	Responsabilidades asignadas y reporta al BIM COORDINATOR. Flujo de trabajo interdisciplinario. Modelo Mecanico, Hidrosanitarios Modelo electrico colocacion de equipos.

INDUSTRIAL BIM	ANDRES LOPEZ PAULINA OREJUELA NATALI SIZA ANDRE APUNTE SANTIAGO OLMEDO	Simulación Constructiva Análisis de sostenibilidad con implementación de paneles fotovoltaicos en cubierta.
----------------	--	--

### 15. Protocolo de coordinación BIM (BIM Coordination Protocol):

- Flujo de información a través de carpetas creadas en la nube: trabajo en progreso WIP, compartido, publicado y archivado.
- El BIM manager establece los accesos a las carpetas dependiendo de cada rol de los involucrados.
- Archivo inicial se ingresa a la nube en la carpeta “Trabajo en progreso WIP-Arquitectura” y notifica al Coordinador BIM
- El archivo final de Arq. Se cuelga en carpeta “Compartido” y se comunica al Coordinador BIM, para compartir a la disciplina de estructuras.
- Estructuras realiza el mismo proceso anteriormente citado, y envía el archivo final en la carpeta “Compartido”, se le notifica al Coordinador BIM, y se comparten a las Ingenierías.
- Las ingenierías realizan el proceso inicial, y cuelgan el archivo final en la carpeta Compartido”.
- El BIM coordinador realiza el análisis de interferencias, en reunión conjunta se verifican las soluciones para las interferencias.
- El modelo final con soluciones de interferencias se cuelga en carpeta “Publicado”

### 16. Estándares de calidad (Quality Standards):

Control	Aspectos
---------	----------

Revisión de modelos	<p>Revisión de modelados de cada disciplina involucrada.</p> <p>Modelos de las disciplinas: Arquitectura, Estructural y MEP realizado en las plantillas de proyecto establecidas.</p> <p>Modelos que utilicen plantillas de objetos y familias</p> <p>Modelos realizados para la Gestión del cambio.</p> <p>Uso de nomenclatura en modelos.</p>
Detección de interferencias	<p>Detección de interferencias entre las disciplinas involucradas en el proyecto.</p> <p>Revisión y análisis continuo de interferencias y soluciones.</p> <p>Colaboración de líderes de cada disciplina involucrada para la obtención de un modelo integrado.</p>
Integridad del modelo	<p>Revisión de integración de modelos entre disciplinas y comparaciones 4D, 5D y 6D.</p> <p>Revisión de integridad de modelos por medio de la verificación periódica de la calidad y cumplimiento de requisitos del BEP.</p>
Control BEP	<p>Revisión continua de los objetivos planteados y especificados en el BEP.</p> <p>Reuniones periódicas y revisión de los parámetros de cumplimiento.</p> <p>Control de avance de los trabajos ejecutados.</p> <p>Cumplimiento de las fechas previstas.</p> <p>Entregas de productos con la calidad detallada</p> <p>Protocolos de comunicación establecidos.</p>

### 17. Análisis de Ciclo de Vida:

Analizar la repercusión de la implementación de los paneles fotovoltaicos en la cubierta del proyecto, el ciclo de vida útil de los paneles, y que cantidad de energía posiblemente se pueda utilizar.

### 18. Eficiencia energética:

BIM se puede utilizar para modelar y analizar la eficiencia energética de los edificios y así mejorar su desempeño energético.

No aplica

### **19. Materiales sostenibles:**

Identificar posibles materiales sostenibles para su implementación en el diseño, ver la adaptabilidad de los paneles fotovoltaicos para generar eficiencia energética.

### **20. Planificación del proyecto:**

Implementar las etapas de Planificación y Diseño en el almacén industrial utilizando la metodología BIM, y que el producto final de los modelos integrados permita tomar diferentes decisiones tanto de materialidad como también de comparativos de sistemas constructivos, el resultado determina las afectaciones en el tiempo (4D) y de presupuesto (5D). Es decir, obtener un cronograma y presupuesto acertado.

Obtener un presupuesto más cercano a la realidad del proyecto.

Asegurar el cumplimiento del cronograma establecido.

### **21. Monitoreo y medición**

BIM se puede utilizar para monitorear y medir el desempeño del edificio en términos de consumo de energía, emisiones de carbono y otros indicadores de sostenibilidad.

No aplica

### **22. Softwares para utilizar**

Software	Proveedor	Versión	Fases
AutoCAD	Autodesk	2023	Implantación, topografía, generales
REVIT	Autodesk	2023	Modelado
Navisworks	Autodesk	2023	Planificación
WBS Schedule Pro y Ms Project	Project planning software	2020	Planificación y ejecución.
Construction Cloud	Autodesk	2023	Gestión documental y de flujo de información del proyecto
Presto	RIB Spain	2022	Presupuestos
Canvas	UISEK	2023	Comunicación
Mail	UISEK	2023	Comunicación
Plataforma Zoom (Gratuito)	Zoom Partner	2023	Comunicación

### 23. Entregables

Indicar todos los documentos e información necesaria para la obtención de modelos BIM, así como todos los productos resultantes del uso de herramientas y flujos de trabajo BIM

Responsable	Entregables	Formato	Especificaciones
Andrés López	EIR BEP Modelo Federado Presupuesto de proyecto. Cronograma de ejecución de obra.	Pdf Pdf NWS, RVT Presto Project	Se entrega la información mediante la plataforma ACC, vía mail a través de Canvas, con firmas de respaldo, certificado de conformidad.
Paulina Orejuela	Modelo coordinado Análisis de interferencias.	NWS/RVT, PDF	Modelado coordinado en REVIT para el análisis de

	Costo de desarrollo de interferencia más relevante.		interferencias. Informe de interferencias resueltas.  Análisis de costo en relación a su resolución del modelado versus en obra.
André Apunte	Modelos arquitectónicos  Planificación etapa constructiva  Presupuesto	RVT, PDF  Ms Project  Presto	Arquitectónicos: implantación, cuadro de áreas, planta, 2 fachadas, 2 cortes, vistas 3d, y conforme a la plantilla establecido en contrato.  Entrega de cronograma de ejecución de obra, conforme a la comparativa de la estructura planteada.  Presupuesto de Arquitectura
Natali Siza	Modelo estructural  Comparativa columnas y pavimentos  Cronograma  Presupuesto	RVT, PDF  RVT, Presto  Ms Project  Presto	Estructurales: cimentación, columnas, vigas, losas, gradas, cuadro de materiales.  Cronograma de ejecución de columnas de hormigón versus metálicas y pavimentos del área de parqueaderos  Presupuesto de columnas de hormigón versus metálicas y pavimentos del área de parqueaderos
Santiago Olmedo	Modelo MEP	RVT, PDF	MEP: instalaciones mecánicas, eléctricas (ubicación de equipos) y plomería.
Industrial BIM	Simulación Constructiva (4D)	WBS, PROJECT, PDF	Análisis de cronograma de ejecución
Industrial BIM	Análisis de sostenibilidad	PDF	Implementación de paneles fotovoltaicos en cubierta.

## 24. Conclusión

El propósito y oportunidad de este proyecto es generar un modelo estándar que pueda replicarse tanto en su metodología y construcción de un almacén aplicando los mismos conceptos en distintas ciudades del país.

La metodología BIM se va a utilizar en este proyecto para tener comparativas rápidas de materiales constructivos y su implicación de las decisiones de los distintos métodos constructivos para aminorar los tiempos de construcción, de la misma manera obtener los rubros del modelo para hacer cotizaciones con diferentes contratistas, a fin de tener el presupuesto referencial más acercado a la realidad.

En el Proyecto Almacén industrial se demostrará que la metodología BIM es más eficiente para gestión de proyectos en comparación al método tradicional. Gracias a la utilización de tecnología y software

- Modelo Coordinado (Interferencias)

El modelo coordinado nos ayudará a obtener las posibles interferencias entre disciplinas como: la estructura con Mecánica, Hidrosanitaria, Eléctrica, Arquitectura.

El Modelo Integrado permite una mejor gestión y coordinación, minimizando los errores con la obtención de una mejor planificación.

- Simulación Constructiva (4D)

Mediante el uso del software Navisworks se simulará la fase constructiva a fin de definir las etapas críticas y que llevan más conflictos de interferencias.

- Costos o presupuestos de Arquitectura y estructura (5D)

Con el uso del software Presto sacaremos presupuesto, flujos de caja, asignación de recursos e informes detallados por fases constructivas del proyecto en las disciplinas de Arquitectura y Estructura.

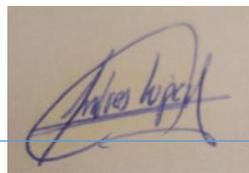
- Comparativas y resultados justificados

Comparar los sistemas constructivos con diferentes propuestas estructurales con la implicación en costos y tiempos.

- Sostenibilidad

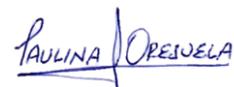
Paneles fotovoltaicos en la cubierta que generarán energía para la iluminación, del área administrativa del almacén.

**Firma de todos los maestrantes.**



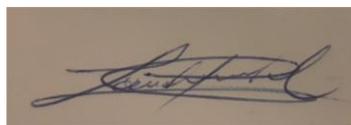
Andrés López

**BIM MANAGER**



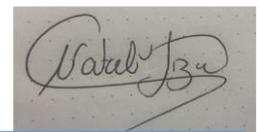
Paulina Orejuela

**BIM COORDINADOR**



André Apunte

**LIDER ARQUITECTURA**



Natali Siza

**LIDER ESTRUCTURA**



Elmer Muñoz

**CLIENTE**



Santiago Olmedo

**LIDER MEP**

**Anexo B: Manual de estilos**

Ver carpeta compartida de google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, 4. MODELO FEDERADO, MANUAL DE ESTILOS, “Protocolo-Estilo-INDBIM.xlsx”

**Anexo C: Informe de interferencias detectadas**

Ver carpeta compartida de google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, 3. INFORME DE RESOLUCION DE INTERFERENCIAS – INFORME INTERFERENCIAS DETECTADAS “AI-INDBIM-Z1-GYE-MODELO3D-ARQVSESTVSMEP-001-ALMACENINDUSTRIAL-S0-001.html”

**Anexo D: Informe de resolución de interferencias**

Ver carpeta compartida de google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, 3.INFORME DE RESOLUCION DE INTERFERENCIAS, “AI-INDBIM-Z1-GYE-INFORME RESOLUCION INTERF-001-ALMACENINDUSTRIAL-S0-001.html”

**Anexo E: Modelo Federado**

Ver carpeta compartida de google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, 4. MODELO FEDERADO, “AI-INDBIM-Z1-GYE-MODELO3D-FEDERADO-001-ALMACENINDUSTRIAL-S0-001.rvt”

**Anexo F: Simulación Constructiva**

Ver carpeta compartida de google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, 5.

SIMULACION CONSTRUCTIVA, “AI-INDBIM-Z1-GYE-MODELO3D-  
SIMULACION CONSTRUCTIVA-001-ALMACENINDUSTRIAL-S0-001.mp4”