



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**

**Gestión BIM del Proyecto Almacén Industrial
Rol Gerente BIM**

Franklin Andrés López Berzosa

Quito, octubre de 2023



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Franklin Andrés López Berzosa, con cédula de identidad # 172030355-4, 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, Octubre de 2023

Franklin Andrés López Berzosa

Correo electrónico: franklin.lopez@uisek.edu.ec



DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

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

Realizado por:

FRANKLIN ANDRES LOPEZ BERZOSA

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

ha sido dirigido por el profesor

PABLO VASQUEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA



GESTION BIM DEL PROYECTO ALMACEN INDUSTRIAL, ROL GERENTE BIM

Por

Franklin Andrés López Berzosa

Octubre 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: _____ día, mes, año
Pablo, P, Vásquez, 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

Dedico este trabajo a las personas que me han ayudado en este camino para
alcanzar una meta importante en mi vida profesional.



Agradecimiento

Agradezco a mi esposa, padre, madre y hermanos, quienes me han apoyado en cada paso que he dado para la obtención de este valorado título.



Resumen

BIM, o Building Information Modeling es una metodología que integra la gestión de datos y el modelado digital en el diseño y construcción de proyectos. El objetivo principal es mejorar la eficiencia y la colaboración en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto desde la planificación, diseño, ejecución, operación y mantenimiento.

En el marco de este proyecto se desarrollará el “Proyecto Gestión BIM de Nave Industrial”, esta Nave Industrial tiene como objetivo la venta de artículos de construcción. El Almacén está compuesto por áreas funcionales, tales como área administrativa, área de almacenamiento, área de carga y descarga y área de estacionamiento.

Aplicando la metodología BIM, el proyecto contará con información detallada de cada disciplina involucrada, creando un modelo digital capaz de interactuar y actualizarse.

La ventaja de esta metodología radica en su capacidad para identificar conflictos y errores de diseño antes de la ejecución de la construcción. Además, permite reducir costes y minimizar la necesidad de retrabajos posteriores. Al tener características y propiedades específicas, los elementos del modelo se vuelven interactivos lo que contribuye a una mejor toma de decisiones y la optimización de recursos durante todo el proceso constructivo. En definitiva, la aplicación de la metodología BIM en este proyecto garantizará una mayor eficiencia en la gestión de la información, una mejor colaboración entre las partes interesadas y costes innecesarios durante la construcción de la Nave 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.....	13
Lista de Figuras	14
Lista de Gráficos.....	17
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 EJECUCION BIM (BEP) ALMACEN 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 (descripción rol)	69
6.2 Objetivos.....	70
6.3 Funciones del rol	71
6.4 Responsabilidades y entregables	72
6.5 Actividades del rol.....	73
6.5.1 Acta de Constitución del Proyecto	73
6.5.2 WBS y Cronograma del proyecto.....	75
6.5.3 Desarrollo del BIM EXCECUTE PLAN (BEP).....	85
6.5.4 Análisis de Involucrados en el proyecto	87
6.5.5 Entorno Común de Datos (ECD).....	88
6.6 Flujos de trabajo	90
6.6.1 Constitución del Proyecto - Inicio de modelado.....	90
6.6.2 Flujo general de trabajo.....	91

6.7 Flujo de cierre del proyecto- entrega de productos.....	92
6.8 Cronograma de Construcción del Almacén Industrial.....	93
Capítulo 7. Gestión de Proyecto	94
7.1 Análisis de riesgos	94
7.1.1 Riesgos en la etapa de Gestión y Diseños	98
7.1.2 Riesgos en la etapa de ejecución (construcción del proyecto)	99
7.2 Análisis de Montecarlo.....	100
7.2.1 Análisis de Montecarlo, Diseños y Gestión BIM	102
7.2.2 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas con hormigón y pavimento de adoquín.	106
7.2.3 Análisis de Montecarlo, Alternativa Columnas metálicas y pavimento asfáltico.....	110
Capítulo 8: Conclusiones y Recomendaciones	114
8.1 Conclusiones.....	114
8.1.1 Conclusiones generales.....	114
8.1.2 Conclusión Rol	116
8.2 Recomendaciones	118
Capítulo 9: Referencias.....	119
Capítulo 10 Anexos.....	120
Anexo A: EIR - BEP.....	120
Anexo B: Procesos de Gestión.	121

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 Matriz de involucrados	87

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 Modelo Estructural.....	56
Figura 10 Modelo Estructural.....	56
Figura 11 Organigrama perspectiva BIM Manager.....	69
Figura 12 Cronograma de Gestión y Diseños BIM	75
Figura 13 Gestión BIM de Diseño del Almacén Industrial	76
Figura 14 Distributivo Ejecución de diseños BIM del proyecto	77
Figura 15 Gestión de diseño- Arquitectura	77
Figura 16 Gestión de diseño- Estructuras.....	77
Figura 17 Gestión de diseño- MEP	78
Figura 18 Gestión de diseño- Sostenibilidad.....	78
Figura 19 Gestión de Coordinación BIM	79
Figura 20 Gestión de Costos Proyecto Almacén Industrial.....	79
Figura 21 Costo de Gestión del Proyecto Almacén Industrial	80
Figura 22 Costo de Ejecución del Proyecto Almacén Industrial.....	80
Figura 23 Costo de Gestión de Coordinación del Proyecto Almacén Industrial.....	81
Figura 24 Diagrama de Costos por especialidad	81

Figura 25 Modelo Arquitectónico	82
Figura 26 Modelo Arquitectónico vista interior	82
Figura 27 Modelo Estructural.....	83
Figura 28 Modelo Estructural vista interna	83
Figura 29 Modelo Estructural vista interna	83
Figura 30 Modelo Mecánico	84
Figura 31 Modelo Eléctrico.....	84
Figura 32 Modelo Hidrosanitario	84
Figura 33 Portada del Plan de Ejecución BIM BEP	86
Figura 34 Flujo inicio de modelado.....	90
Figura 35 Flujo general de trabajo.....	91
Figura 36 Flujo de entrega de productos	92
Figura 37 Matriz análisis cualitativo de riesgos	97
Figura 38 Matriz de riesgos etapa de Gestión y Diseño BIM	98
Figura 39 Matriz de riesgos Etapa de Construcción.....	99
Figura 40 Tabla de cálculo Montecarlo - Duraciones	102
Figura 41 Matriz de resultados probabilísticos	102
Figura 42 Análisis probabilístico Montecarlo	103
Figura 43 Análisis probabilístico Montecarlo	103
Figura 44 Tabla de cálculo Montecarlo – Costos.....	104
Figura 45 Matriz de resultados probabilísticos	104
Figura 46 Probabilidad Costos	105
Figura 47 Probabilidad Acumulada Costos	105
Figura 48 Tabla de cálculo Montecarlo-Duraciones	106
Figura 49 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones	106

Figura 50 Probabilidad Duraciones	107
Figura 51 Probabilidad Acumulada Duraciones.....	107
Figura 52 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos.....	108
Figura 53 Matriz de resultados probabilísticos- Costos	108
Figura 54 Probabilidad Costos	109
Figura 55 Probabilidad Acumulada – Costos	109
Figura 56 Tabla de cálculo Montecarlo- Duraciones	110
Figura 57 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones	110
Figura 58 Probabilidad - Duraciones.....	111
Figura 59 Probabilidad Acumulada – Duraciones.....	111
Figura 60 Tabla de cálculo Montecarlo- Costos.....	112
Figura 61 Matriz de resultados probabilísticos- Costos	112
Figura 62 Probabilidad - Costos	113
Figura 63 Probabilidad Acumulada- Costos.....	113

Lista de Gráficos

Gráfico 1 Agentes BIM	44
Gráfico 2 Diseño del proceso BIM.....	50
Gráfico 3 Proceso de ejecución del proyecto	51
Gráfico 4 Organización de carpetas	52
Gráfico 5 Niveles de modelo Arquitectónico	60
Gráfico 6 Rejillas de proyecto.....	60
Gráfico 7 Punto de reconocimiento de proyecto	61
Gráfico 8 Concepción del Proyecto.....	69
Gráfico 9 Dimensiones BIM	70
Gráfico 10 Procesos de proyecto	72
Gráfico 11 Portada Acta de Constitución de proyecto	74
Gráfico 12 Modelo Central.....	88
Gráfico 13 Organización de carpetas de trabajo.....	88
Gráfico 14 Organización interna de carpeta "Trabajo en Progreso"	89
Gráfico 15 Organización interna de carpeta "Flujos de Información"	89
Gráfico 16 Cronograma de Construcción Almacén Industrial	93

Tabla de Abreviaturas

Valor	Descripción	Abreviatura
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 eléctrica	ELEC
	Subdisciplina mecánica	HVAC
	Ducto	DUCT
	Tubería	TUB
	Lampara	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

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.
Nº 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 ²
Área aproximada de construcción	9,421.51 m ²
Área de parqueaderos	6115 m ²
Área por zona <ul style="list-style-type: none"> • Sala de ventas (almacén) 6360.14m² • Oficinas (administrativo) <ul style="list-style-type: none"> ▪ planta baja 234.37 m² ▪ planta alta 234.37 m² • Bodega 490.69 m² • Grupo electrógeno (mantenimiento) 62.50 m² <ul style="list-style-type: none"> ▪ planta baja 62.50 m² ▪ planta alta • Patio de materiales 1669.50 m² • Patio de maniobras 770.67 m² 	

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/MetodologiadegestiondeProyectos.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

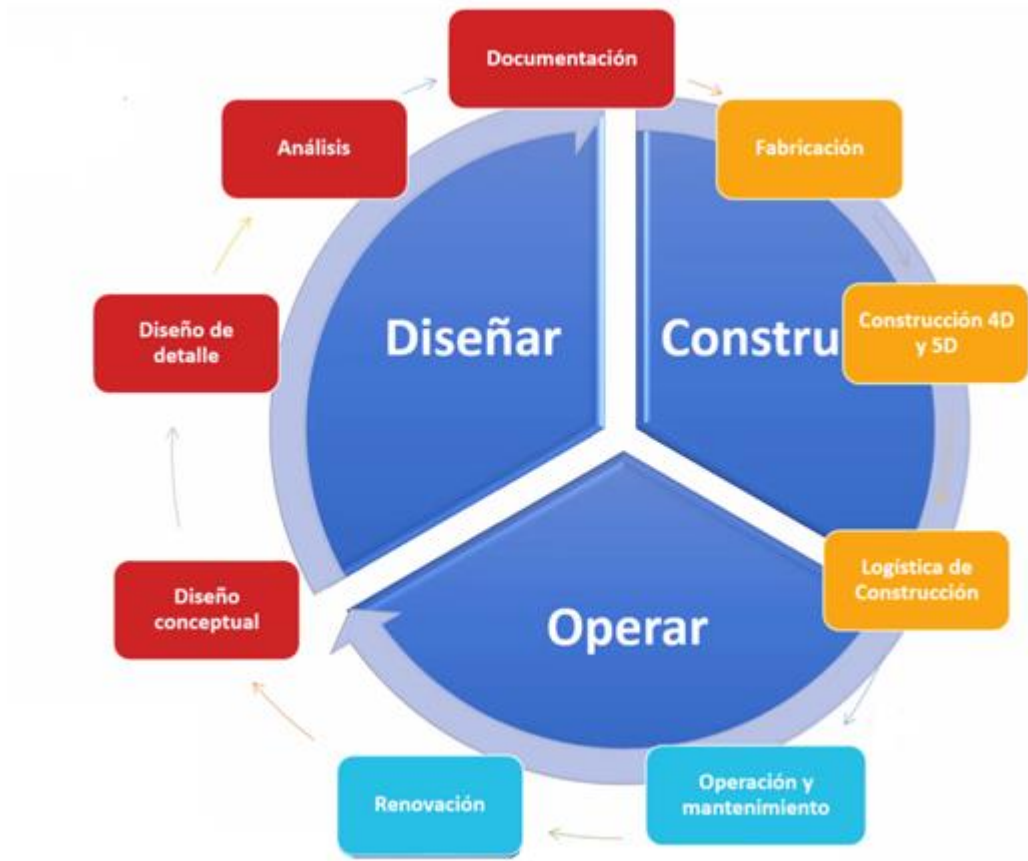


Figura 2 Ciclo de vida de un proyecto
Fuente: BIM (Muñoz, E. 2022, Octubre 13)

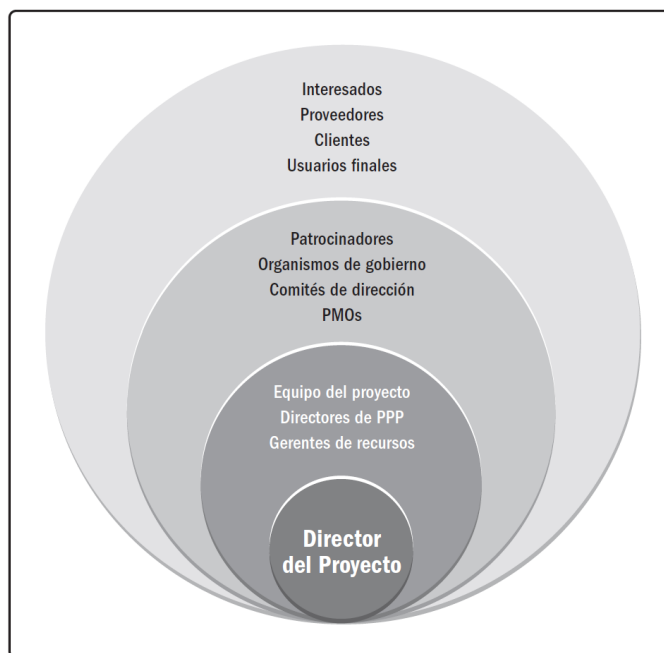
3.3 Involucrados

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.

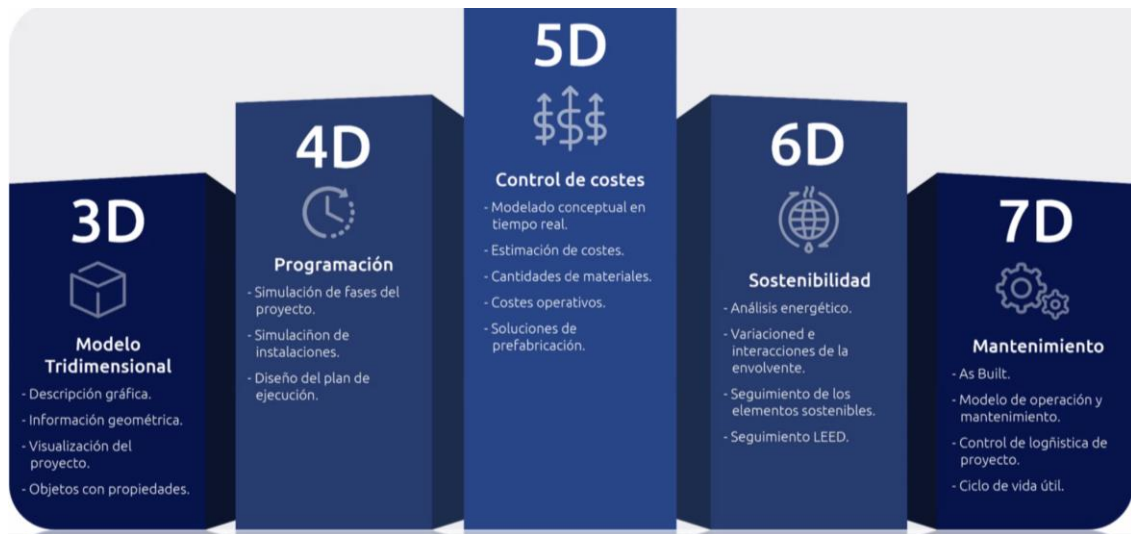


Figura 4 Dimensiones BIM
Fuente: (Muñoz, E. 2022, Octubre 20)

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:

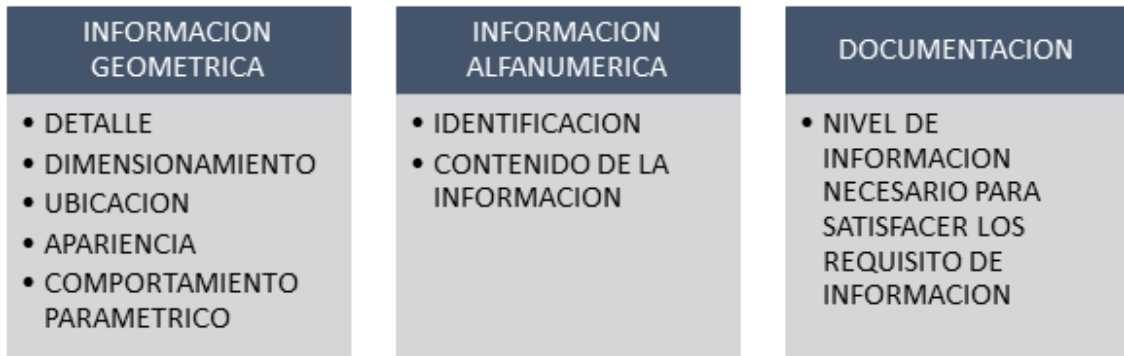


Figura 7 Niveles de Información
Fuente: Industrial BIM

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 EJECUCION BIM (BEP) ALMACEN 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:

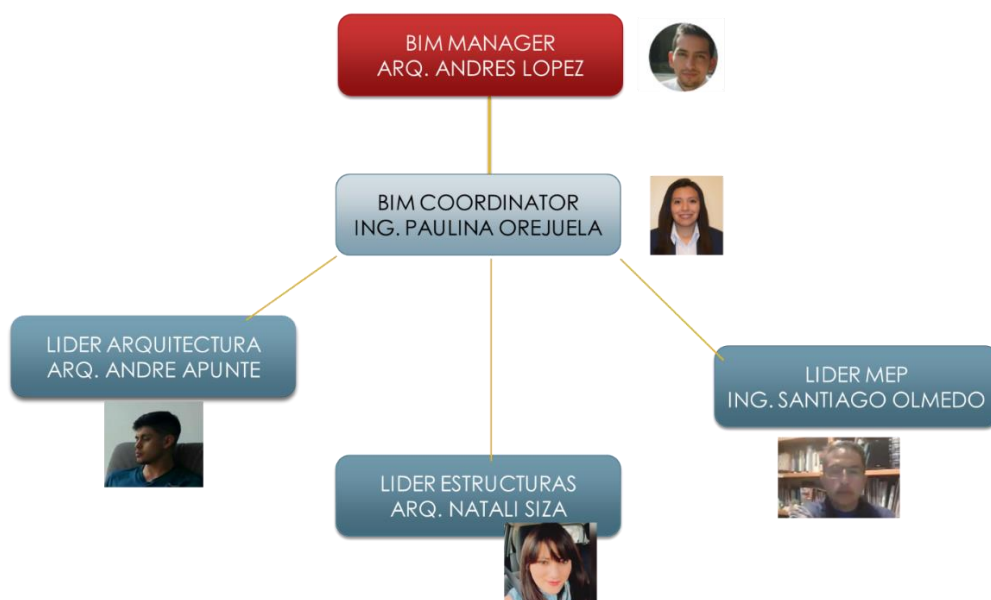


Ilustración 1 Organigrama del Equipo Consultor

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

PRIORIDAD (1,2,3)	DESCRIPCION DE OBJETIVOS	MEDIOS
1. Comunicación		
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
2. Gestión de la Información		
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
3. Diseño 3D		
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
4. Coordinación		
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
5. Planificación y Gestión de la Ejecución		
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
6. Medición y Costos		
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
7. Análisis y optimización de sistemas		
2	Realizar el análisis de costos para la implementación de paneles fotovoltaicos en la cubierta	Revit, Insight
8. Cierre		
1	Entregar los productos acordados en el EIR	
1	Análisis de Gestión del Proyecto	

5.7 Usos BIM

Tabla 9 Usos BIM

USOS	RESPONSABLES
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

GRUPO NUMERO 5					
NOMBRE DEL PROYECTO: ALMACEN INDUSTRIAL					
NOMBRE DEL EQUIPO CONSULTOR: INDUSTRIAL BIM					
CLIENTE: ELMER MUÑOZ					
N°	NOMBRE	ESPECIALIDAD	SIGLAS	TELEFONO	CORREO
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

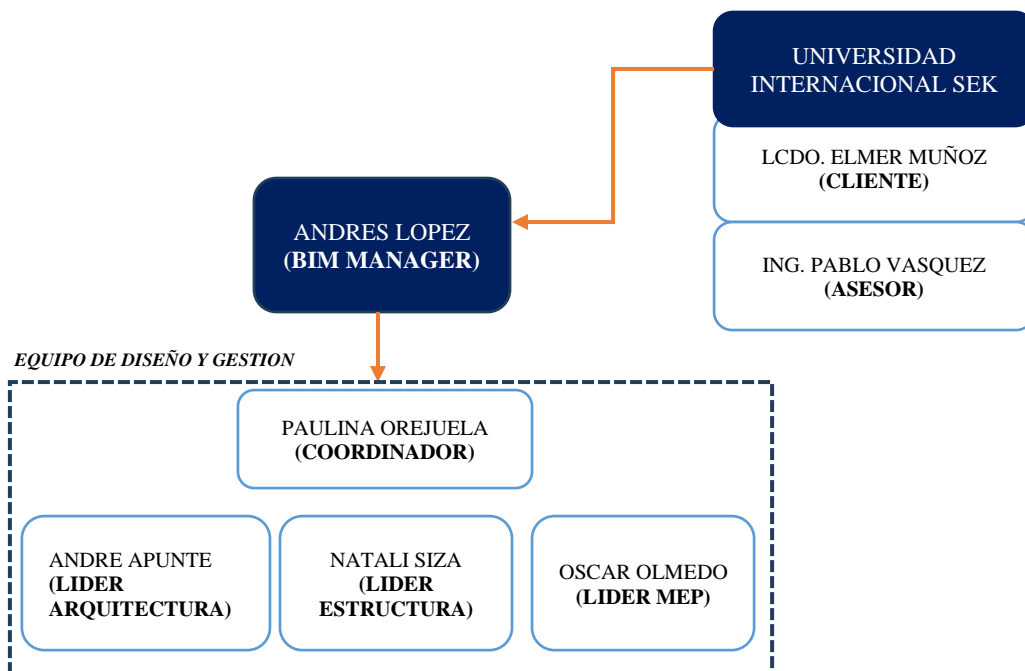


Gráfico 1 Agentes BIM

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

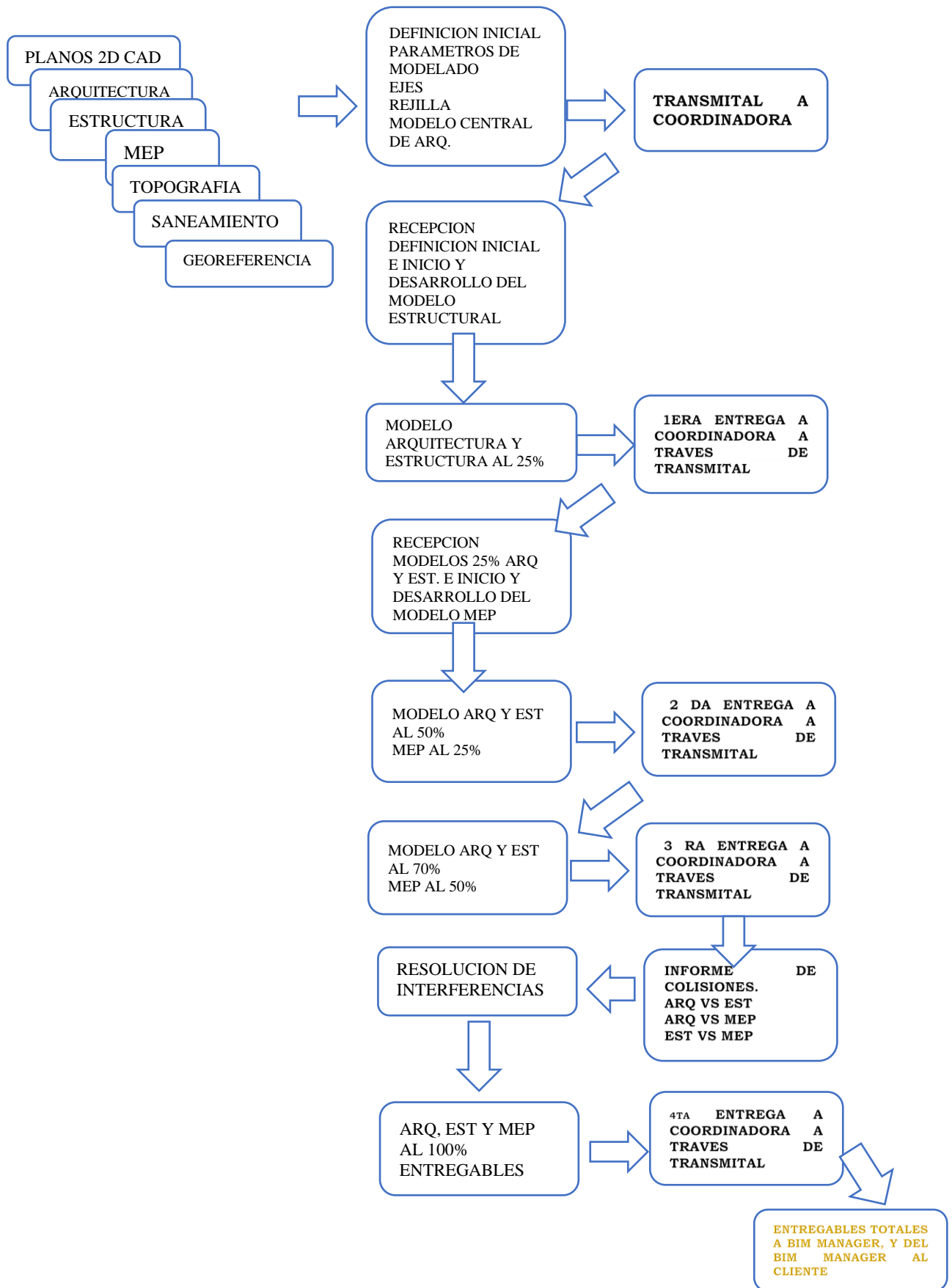


Gráfico 2 Diseño del proceso BIM
Fuente: Industrial BIM

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.

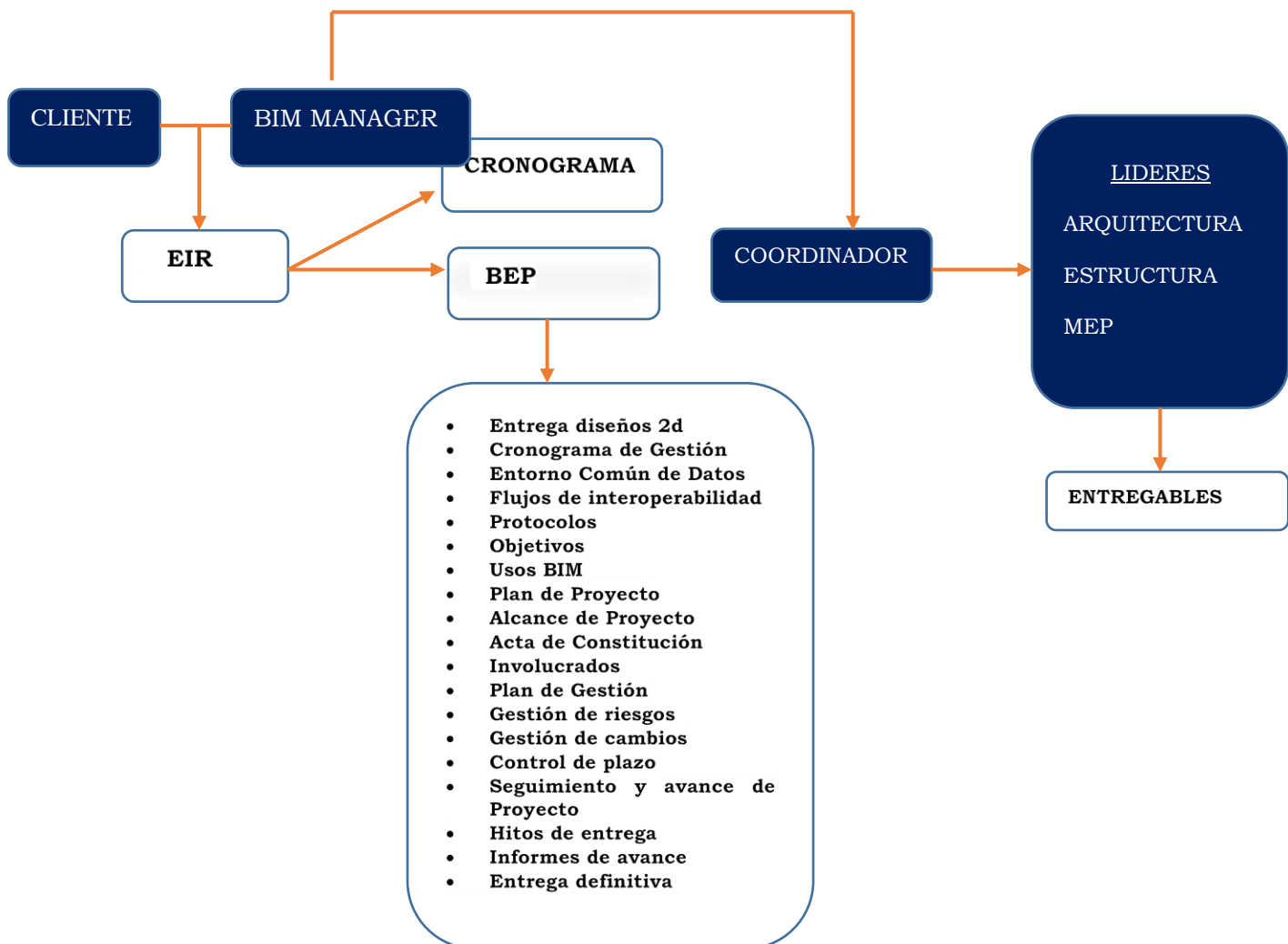


Gráfico 3 Proceso de ejecución del proyecto
Fuente: Industrial BIM

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, auditoria, 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.”

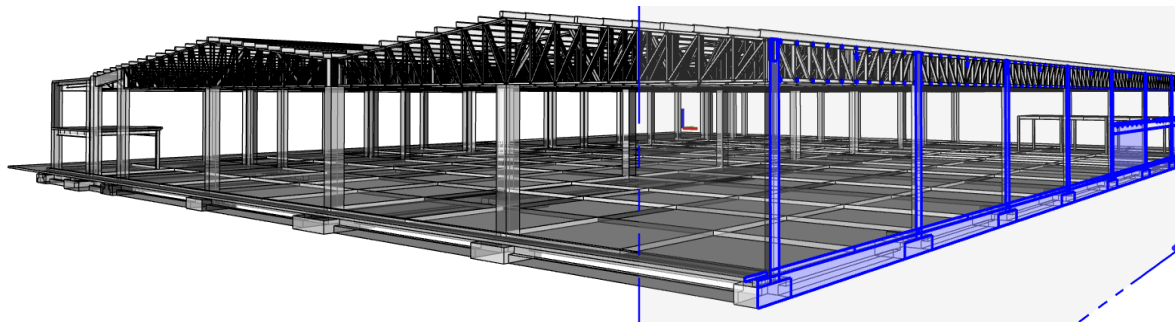


Figura 10 Modelo Estructural
Fuente: Industrial BIM

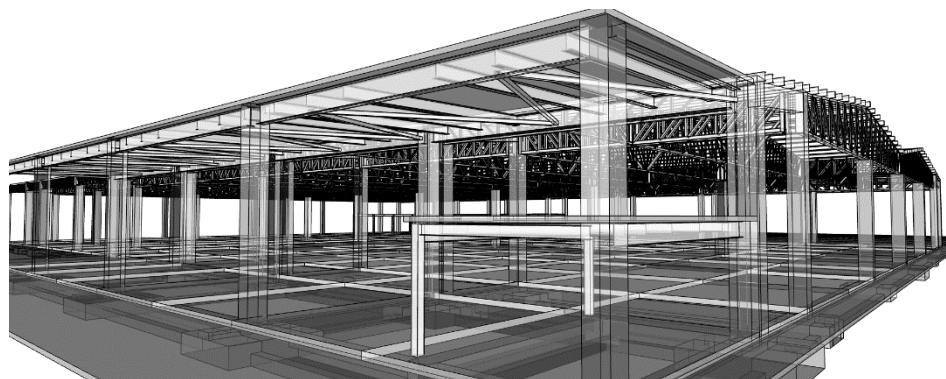


Figura 9 Modelo Estructural
Fuente: Industrial BIM

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

SOFTWARE	USO BIM	VERSION	FORMATO ENTREGA
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:

IDENTIFICADOR	DESCRIPCION	NIVEL
-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

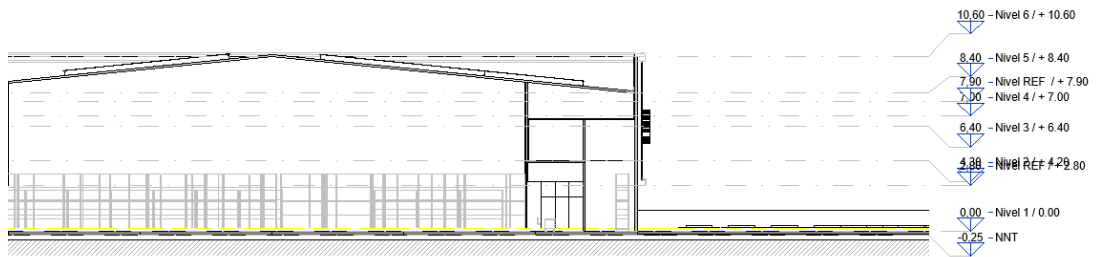


Gráfico 5 Niveles de modelo Arquitectónico

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° , el modelo estará orientado con respecto el norte real del norte de proyecto en 24.58°

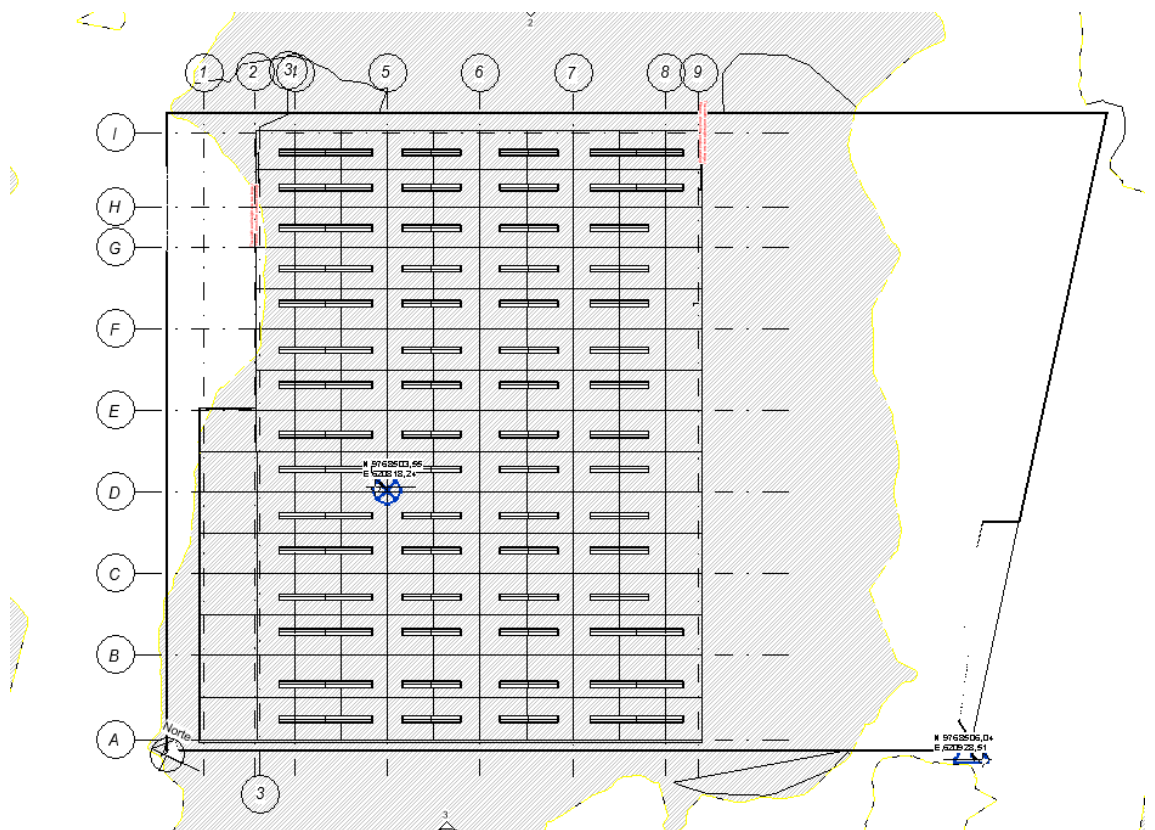


Gráfico 6 Rejillas de proyecto
Fuente: Industrial BIM

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°

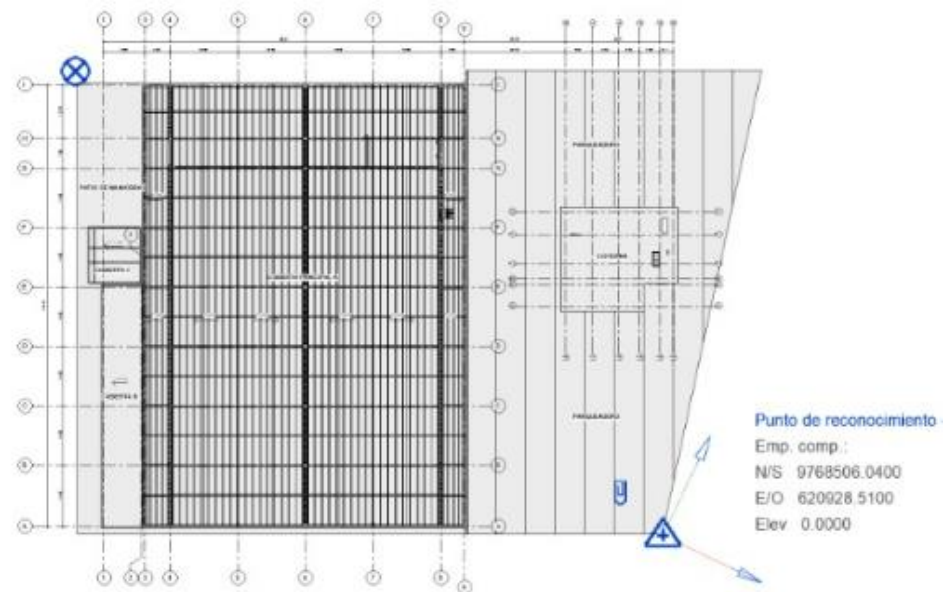


Gráfico 7 Punto de reconocimiento de proyecto

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

DIMENSION	UNIDADES	DECIMALES
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

SUBDISCIPLINA	VISTA
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
03- VISTAS	Vista 3d 1 Vista 3d 2
04-3D	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.

Tabla 19 Matriz de colisiones

Matriz de detección de interferencias	Arquitectura					Estructura					HVAC			Electricidad			Fontanería y desagües																	
	A	C	A	B	C	A	B	A	A	A	C	C	B	B	A	C	B	B	B	O	A	B												
	Muros de almacén (bloqueo)	Muros de cerramiento	Gradas	Drywall / Gypsum	Falsos techos	Cubierta almacén	Acabado piso de suelo	Acabado de piso de losa	Carpinterías	Zapatas	Viga de cimentación (cadenas)	Muros	Pilares (hormigón)	Pilares (perfiles)	Vigas (hormigón)	Vigas (perfiles)	Losas (hormigón)	Losas (pavimento)	Estructura metálica (cerchas)	Equipos	Conductos	Rejillas	Tuberías (drenajes)	Bandejas	Cableado/tubos	Luminarias	Cuadros (gabinetes)	Equipos	Tuberías	Valvulería	Equipos	Sanitarios		
Arquitectura																																		
Muros de almacén (bloqueo)	3	1	2	3	4	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	3	2	2	1	3	2	1	2	1	2	1	2		
Muros de cerramiento	3	3	4	5	3	5	5	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	5	4	4	3	5	4	3	4	3	4	3	4		
Gradas	1	3	2	3	1	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		
Drywall / Gypsum	2	3	2	4	2	4	4	4	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	4	3	2	2	4	4	3	2	4	3	2	4	2	4	
Falsos techos	3	5	3	4	3	5	5	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	3	3	3	3		
Cubierta almacén	1	3	1	2	3	3	3	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	2	1	3	2	1	3	1	3	
Acabado piso de suelos	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	3	4	3	4	3		
Acabado de piso de losa	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	3	4	3	4	3		
Carpinterías (puertas, ventanas, barandillas)	3	5	3	4	5	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	3	4	3	4	3		
Estructuras																																		
Zapatas									2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	
Viga de cimentación (cadenas)									1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	
Muros									1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	2	3	3	3	
Pilares (hormigón)									1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	
Pilares (perfiles)									1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	
Vigas (hormigón)									1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	
Vigas (perfiles)									1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	
Losas (hormigón)									1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	
Losas (pavimento)									2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3	2	4	3	2	4	3	2	3	2	3	2	3	
Estructura metálica (cerchas)									1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	
HVAC																																		
Equipos																																		
Conductos																																		
Rejillas																																		
Tuberías (drenajes)																																		
Electricidad																																		
Bandejas																																		
Cableado/tubos																																		
Luminarias																																		
Cuadros (gabinetes)																																		
Equipos																																		
Fontanería y desagües																																		
Tuberías																																		
Valvulería																																		
Equipos																																		
Sanitarios																																		

5.14.6 Control de cambios

Consiste en supervisar las solicitudes de cambio, y determinar la viabilidad del cambio propuesto, se deberá analizar la afectación del cambio en el ciclo de vida del proyecto, considerando las siguientes interrogantes:

Tabla 20 Interrogantes a la Gestión de Cambio

¿Quién y porque se elabora la propuesta?	¿Quién y cómo analiza la propuesta?	¿Respuesta positiva o negativa?
¿Quién y cuando ejecuta la modificación sobre el modelo?	¿Qué afectación en tiempo implica el cambio?	¿Qué tan viable es la propuesta de cambio?

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 (descripción rol)

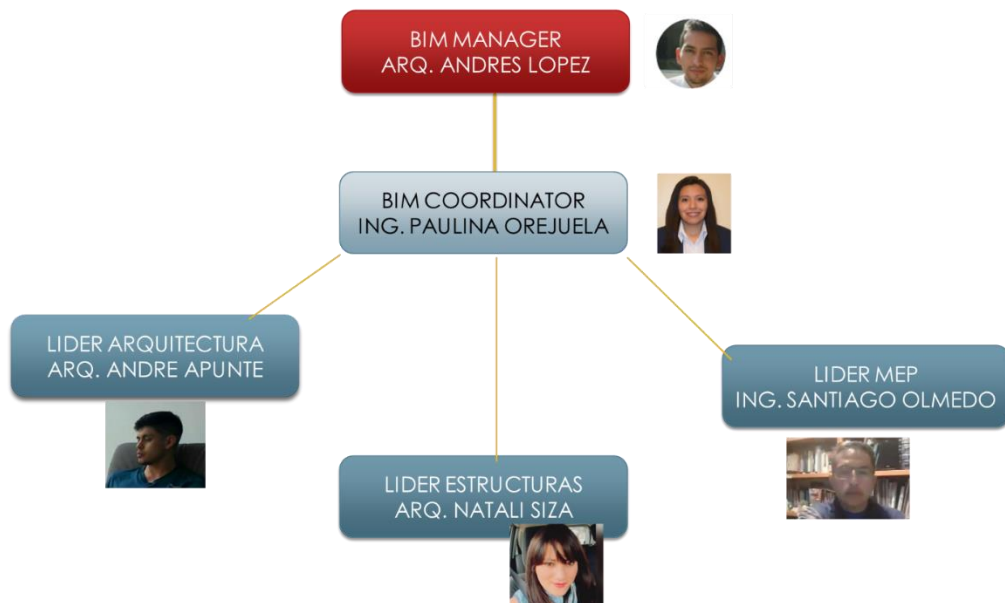


Figura 11 Organigrama perspectiva BIM Manager

La responsabilidad del BIM Manager en este proyecto consiste en dirigir la organización y, además coordinar toda la consultoría para poder cumplir con los objetivos planteados del proyecto y de la organización.

Determinará la manera correcta de ejecutar las exigencias contractuales, escogerá al equipo consultor y determinará el tiempo para el desarrollo correcto de los trabajos.

Establecerá el cumplimiento total de los entregables con parámetros de calidad.

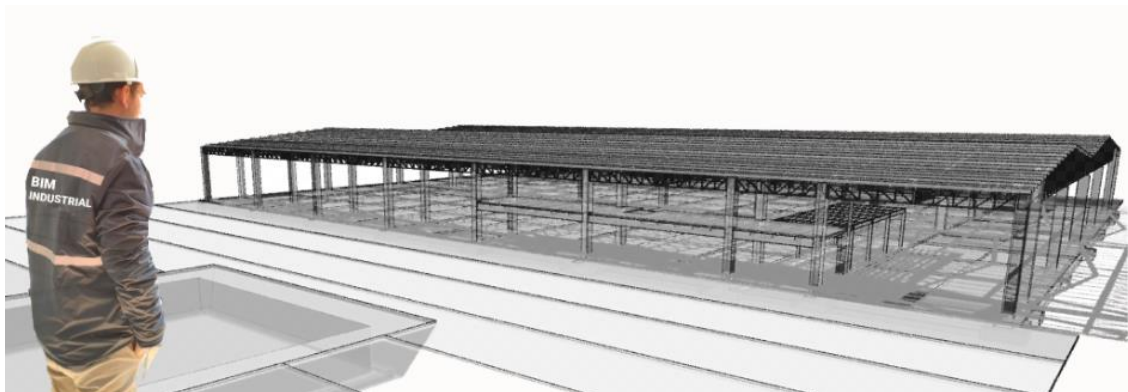


Gráfico 8 Concepción del Proyecto
Fuente: Industrial BIM

6.2 Objetivos

Gestión de diseño del Almacén Industrial a través de la metodología BIM.

Generar los modelos 3D BIM del proyecto Arquitectónico, Estructural, Mecánico, Eléctrico, Plomería (MEP) que permita realizar comparativas de elementos, materiales y sistemas constructivos y que a través de los resultados obtenidos se tome decisiones para la reducción de tiempos y costos de construcción del proyecto.

Diseño de un almacén industrial con metodología BIM, con el propósito de generar un modelo estándar que pueda replicarse tanto en su metodología y construcción aplicando los mismos conceptos en distintas ciudades del país.

Implementación de las dimensiones BIM, a través del análisis de modelo de cada una de las disciplinas, obteniendo el modelo coordinado, y sus respectivos cronogramas

(4d)

y

presupuesto

(5d).



Gráfico 9 Dimensiones BIM
Fuente: E, Muñoz 2022

6.3 Funciones del rol

Las funciones asignadas al BIM MANAGER en este proyecto se definieron como la persona nombrada por el cliente para liderar al equipo de proyecto BIM.

Gestiona el proyecto, y alcanza los objetivos planteados para que se cumplan las expectativas del cliente acordadas en el contrato (EIR).

Realiza un análisis de involucrados del proyecto.

Se encarga de la parte operativa a nivel estratégico y táctico. De tal manera que el funcionamiento del equipo consultor tenga la debida fluidez para conseguir las metas planteadas en el tiempo planificado, y con la calidad exigida.

Define los procesos del proyecto, y establece los protocolos de comunicación dentro del equipo consultor.

Se encarga de la parte contractual del proyecto, la firma del contrato entre cliente y equipo BIM.

Desarrolla el cronograma de proyecto, definiendo los hitos más relevantes con fechas de entrega.

Desarrolla el plan de ejecución del proyecto BIM (BEP), conforme a las exigencias y objetivos planteados.

Incorpora el Entorno Común de Datos (ECD), distribuye a la coordinadora el diagrama operativo de las carpetas conforme a la normativa ISO 19650.

Entrega los planos 2d de Arquitectura, Estructuras, Mecánica, Eléctrica, Plomería, a través del Entorno Común de Datos a la Coordinadora, para la distribución del trabajo.

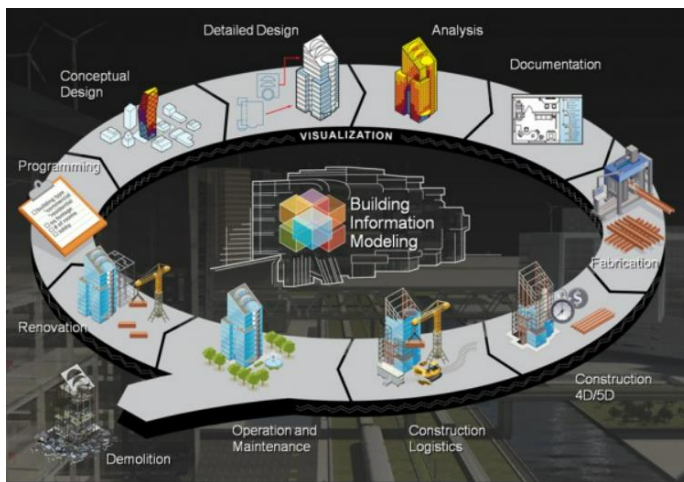
Define los flujos operativos del proyecto, en conjunto con la Coordinadora determinan la manera de desarrollar los entregables.

Establece en conjunto con la Coordinadora los protocolos BIM de modelado, comunicación y entregas de productos.

Determina los Usos BIM para el cual se desarrolla el proyecto, en base al cumplimiento de objetivos.

Define los entregables, fechas de revisión, y cronograma de ejecución de trabajos.

Concluye el proyecto con análisis y evaluación del proceso.



*Gráfico 10 Procesos de proyecto
Fuente: Industrial BIM*

6.4 Responsabilidades y entregables

- EIR
- BIM Excecute Plan (BEP)
- Modelo 3d de Arquitectura LOD 300
- Modelo 3d de Estructuras LOD 300
- Modelo 3d Mecánica, Eléctricas, Plomería (MEP) LOD 300
- Planos profesionales de especialidades.
- Informe de resolución de interferencias
- Modelo Federado
- Modelo Comparativo (planificación etapa constructiva)

- Modelo Comparativo (columnas y pavimentos)
- Simulación constructiva
- Cronograma de ejecución de obra (4D)
- Presupuesto general de Proyecto (5D)
- Análisis sostenible (6D)

6.5 Actividades del rol

6.5.1 Acta de Constitución del Proyecto

El acta de constitución del proyecto, es un documento formal que autoriza el inicio del mismo, deberá ser emitido por el BIM Manager o Gerente del Proyecto, al inicio de la ejecución de los trabajos.

En el acta se determinan parámetros para aplicar recursos de la organización a las actividades del proyecto

Para establecer los parámetros del acta, se tomó como base, una plantilla entregada por el Asesor del equipo Consultor, se consideró entradas, herramientas y técnicas, y salidas.

Como parámetro de entrada se obtiene la necesidad del negocio, la descripción del alcance del producto, y el plan estratégico

Como parámetro de herramientas y técnicas se obtiene el juicio de expertos, áreas de organización, consultores, cliente, asociaciones, expertos en la materia, etc

Las técnicas de facilitación se desarrollaron a través de la lluvia de ideas, resolución de conflictos, solución de problemas, gestión de reuniones

Como parámetro de salida se obtiene el Acta de Constitución del proyecto con los siguientes ítems:

Objetivos del proyecto o justificación

Objetivos medibles del proyecto y criterios de éxito

Requerimientos de alto nivel

Riesgos a alto nivel

Requerimientos de aprobación del proyecto

Asignación de roles y responsabilidades

Nombre del equipo consultor

Ver carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, ANEXOS DE
GESTION, AI-INDBIM-ACTA DE CONSTITUCION

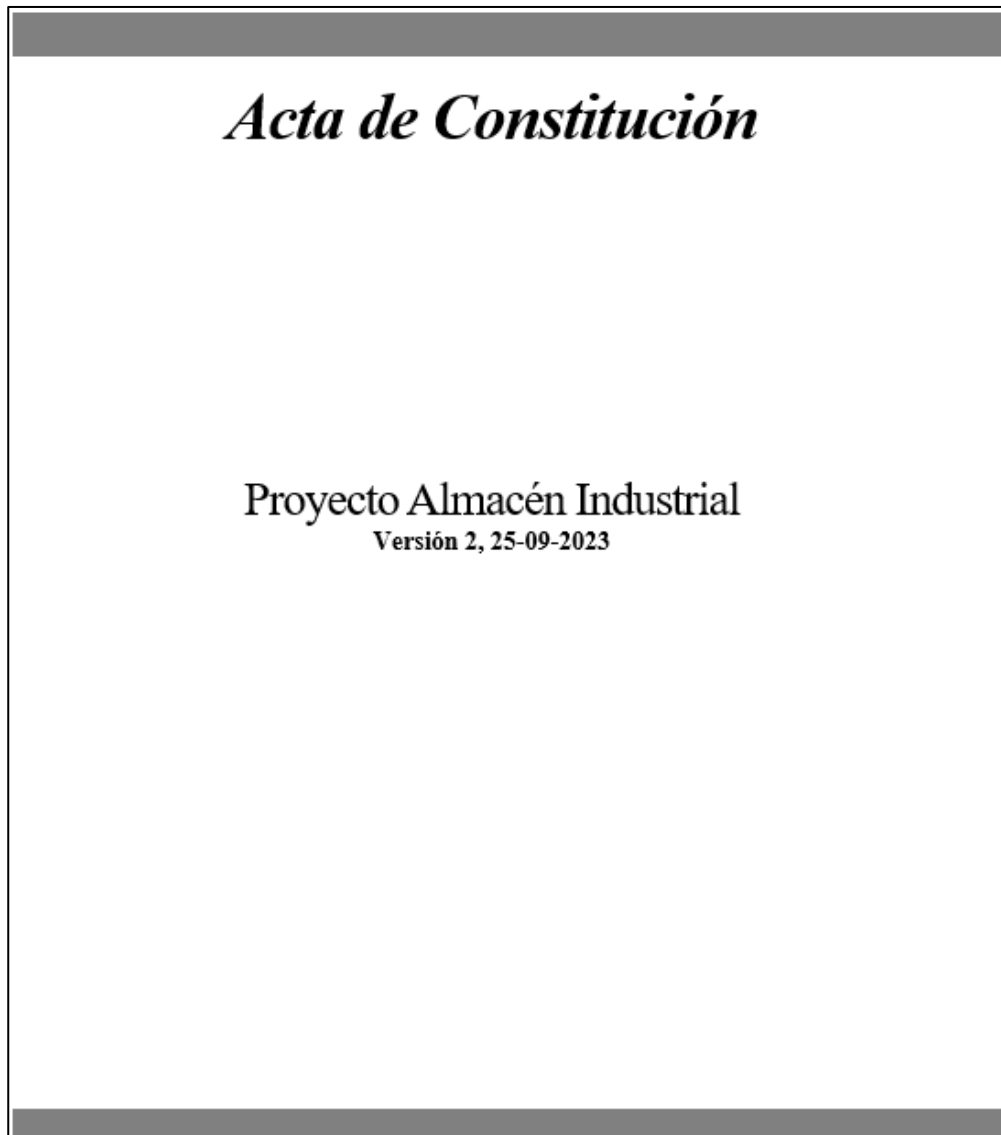


Gráfico 11 Portada Acta de Constitución de proyecto
Fuente: Industrial BIM

6.5.2 WBS y Cronograma del proyecto

Se establecieron como fechas de inicio de proyecto el 01 de mayo 2023, el desarrollo se han establecido 89 días laborables para la entrega definitiva de la etapa de desarrollo de los modelos BIM, como fecha final se obtiene el 14 de Agosto 2023

Ver carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, ANEXOS DE GESTION, AI-INDBIM-CRONOGRAMA DISEÑOS- GESTION (WBS Y MSP)

CRONOGRAMA PROYECTO ALMACEN INDUSTRIAL DISEÑOS-GESTION					
	WBS	Name	Durat...	Start	Finish
1	1	▣ GESTION BIM DEL PROYECTO ALMACEN INDUSTRIAL	76d	01/05/2023	14/08/2023
2	1.1	INICIO	1d	01/05/2023	01/05/2023
3	1.2	▣ GESTION DEL PROYECTO	15d	01/05/2023	19/05/2023
4	1.2.1	▣ EIR/ BEP	15d	01/05/2023	19/05/2023
5	1.2.1.1	▣ INFORMACION INICIAL	15d	01/05/2023	19/05/2023
19	1.3	▣ EJECUCION PROYECTO	65d	01/05/2023	28/07/2023
20	1.3.1	▣ ARQUITECTURA	61d	01/05/2023	24/07/2023
21	1.3.1.1	MEMORIA TECNICA	5d	01/05/2023	05/05/2023
22	1.3.1.2	▣ MODELADO	25d	02/05/2023	05/06/2023
25	1.3.1.3	▣ PLANIFICACION (4D)	25d	15/05/2023	19/06/2023
28	1.3.1.4	▣ PRESUPUESTO (5D)	25d	19/06/2023	24/07/2023
31	1.3.2	▣ ESTRUCTURA	51d	05/05/2023	17/07/2023
32	1.3.2.1	MEMORIA TECNICA	5d	05/05/2023	12/05/2023
33	1.3.2.2	▣ MODELADO	35d	09/05/2023	26/06/2023
36	1.3.2.3	▣ PLANIFICACION (4D)	15d	12/06/2023	03/07/2023
39	1.3.2.4	▣ PRESUPUESTO (5D)	15d	26/06/2023	17/07/2023
42	1.3.3	▣ MEP	46d	12/05/2023	17/07/2023
43	1.3.3.1	MEMORIA TECNICA	2d	12/05/2023	16/05/2023
44	1.3.3.2	▣ MODELADO	40d	16/05/2023	10/07/2023
47	1.3.3.3	PRESUPUESTO (5D)	5d	10/07/2023	17/07/2023
48	1.3.4	▣ SOSTENIBILIDAD	9d	17/07/2023	28/07/2023
53	1.4	▣ GESTION DE COORDINACION BIM	35d	26/06/2023	14/08/2023
54	1.4.1	▣ COORDINACION	30d	26/06/2023	07/08/2023
55	1.4.1.1	▣ ANALISIS DE COLISIONES	15d	26/06/2023	17/07/2023
58	1.4.1.2	▣ MODELO COORDINADO	15d	17/07/2023	07/08/2023
63	1.4.2	MEMORIA TECNICA	5d	11/07/2023	18/07/2023
64	1.4.3	CIERRE	1d	14/08/2023	14/08/2023

Figura 12 Cronograma de Gestión y Diseños BIM
Fuente: Industrial BIM

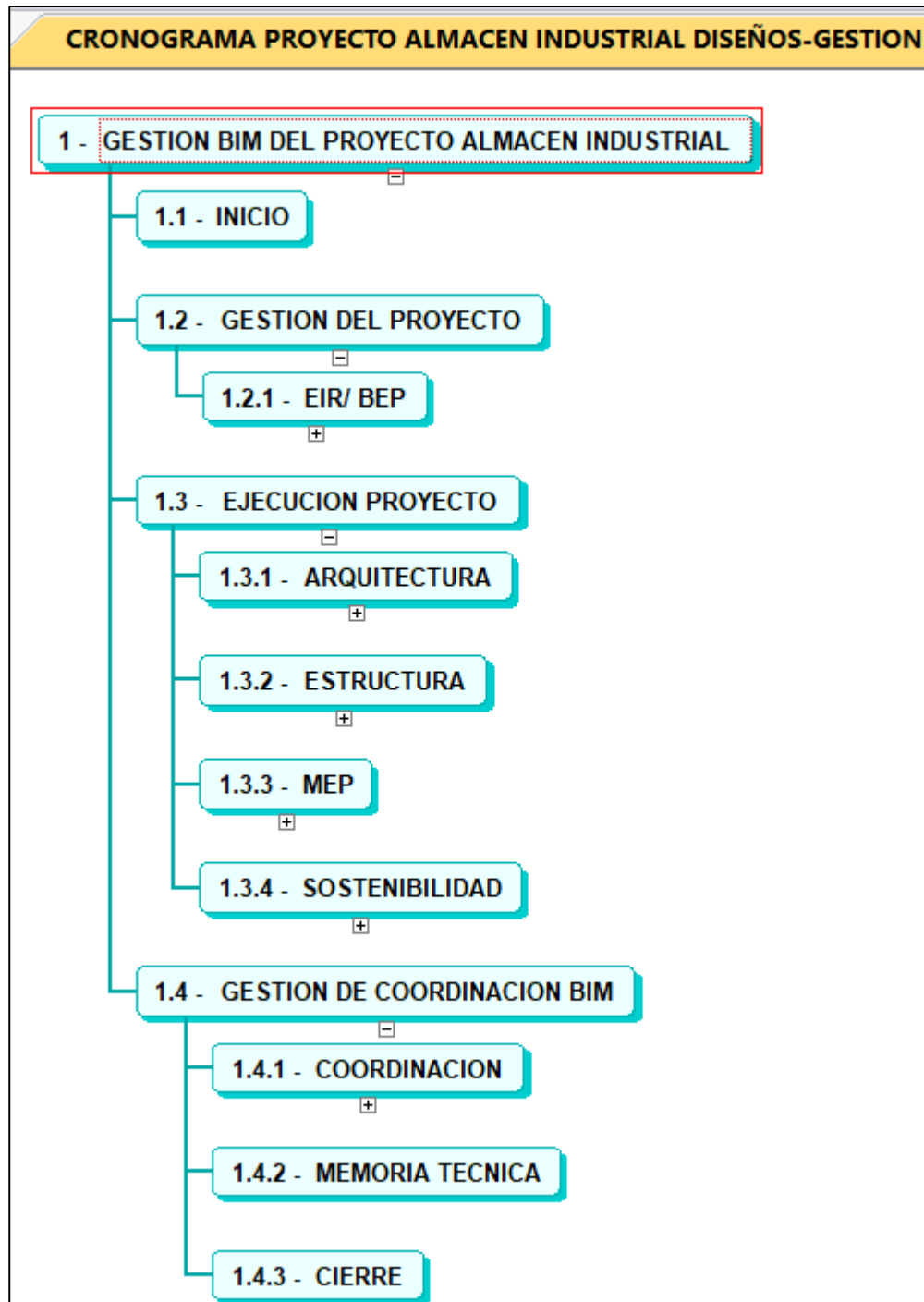


Figura 13 Gestión BIM de Diseño del Almacén Industrial
Fuente: Industrial BIM

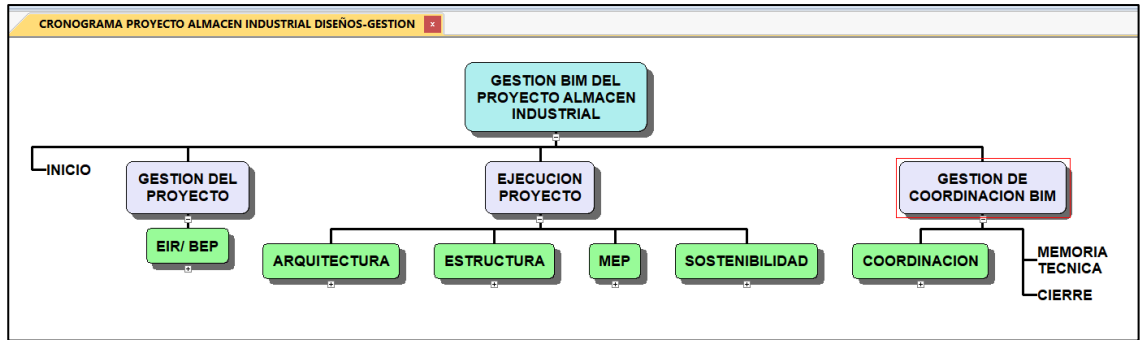


Figura 14 Distributivo Ejecución de diseños BIM del proyecto
Fuente: Industrial BIM

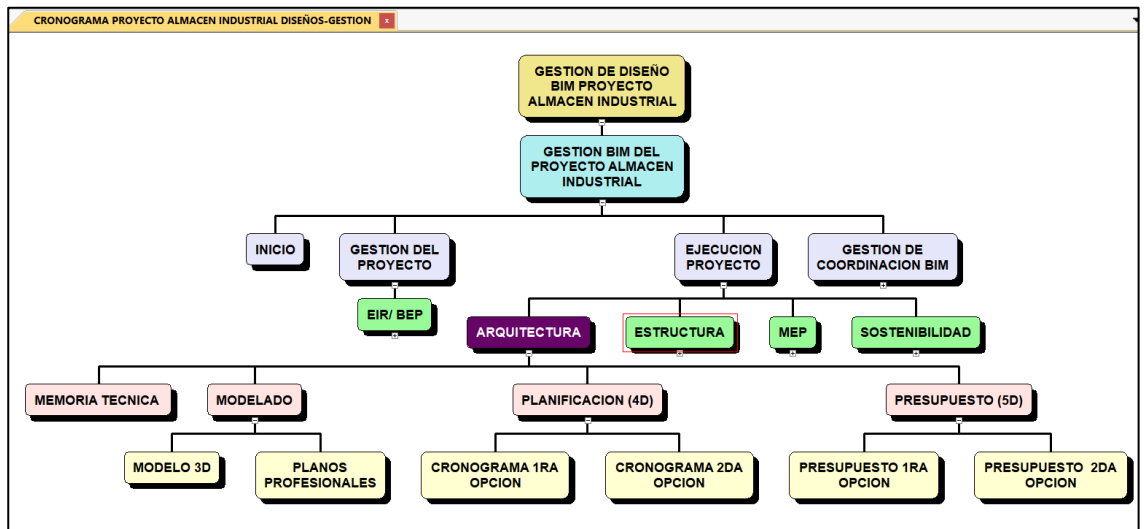


Figura 15 Gestión de diseño- Arquitectura
Fuente: Industrial BIM

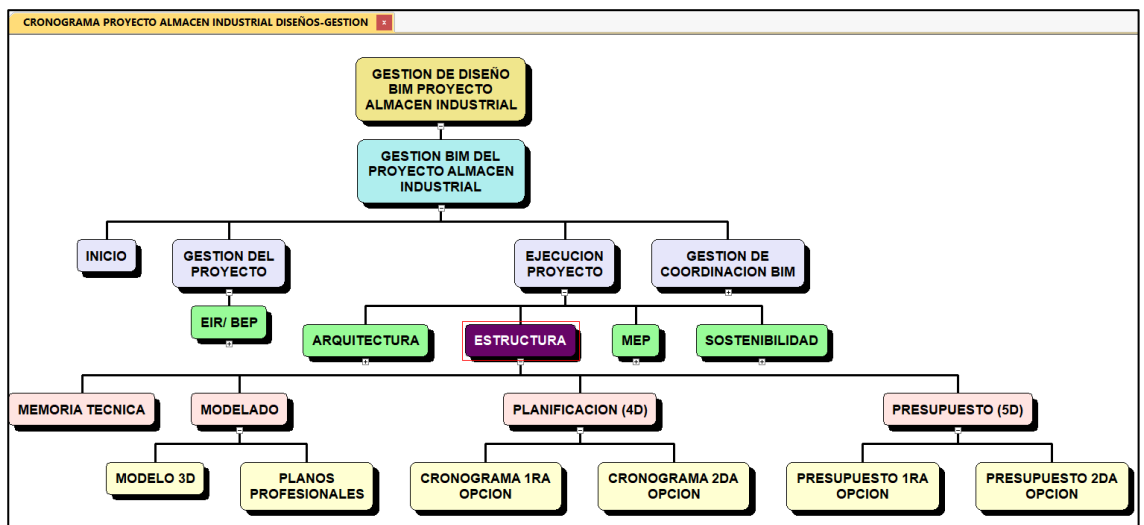


Figura 16 Gestión de diseño- Estructuras
Fuente: Industrial BIM

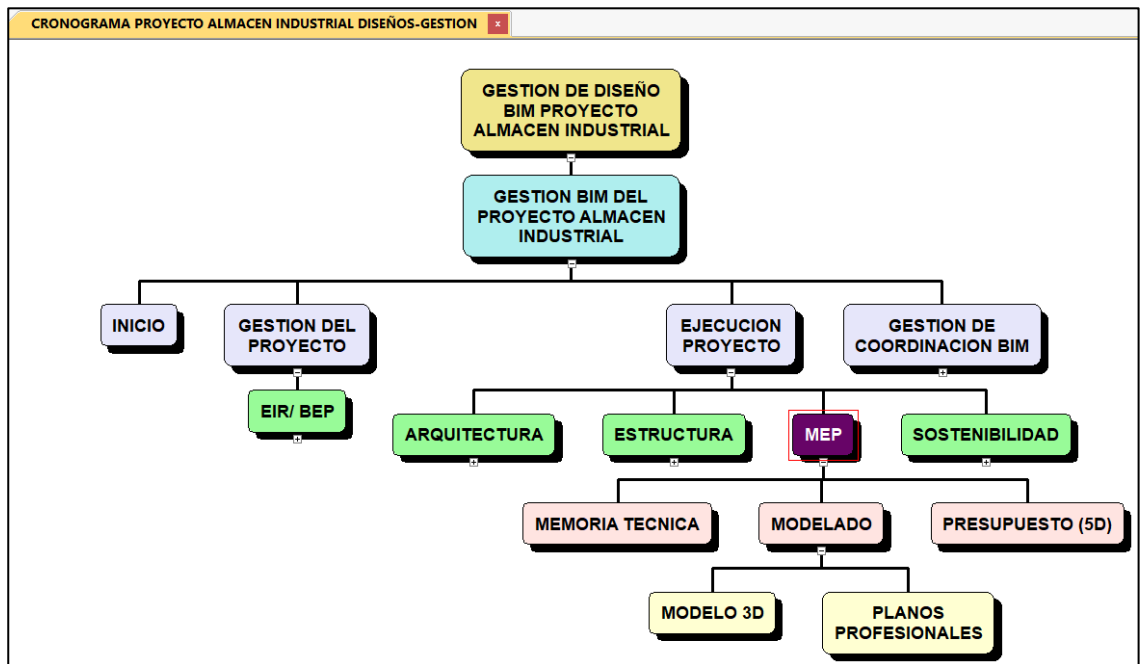


Figura 17 Gestión de diseño- MEP
Fuente: Industrial BIM

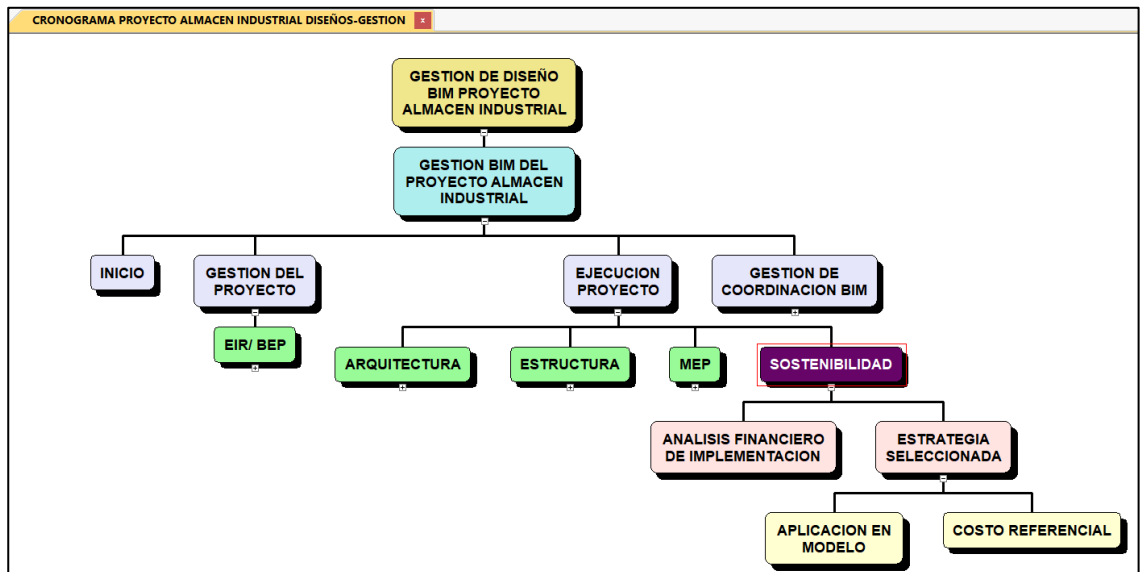


Figura 18 Gestión de diseño- Sostenibilidad
Fuente: Industrial BIM

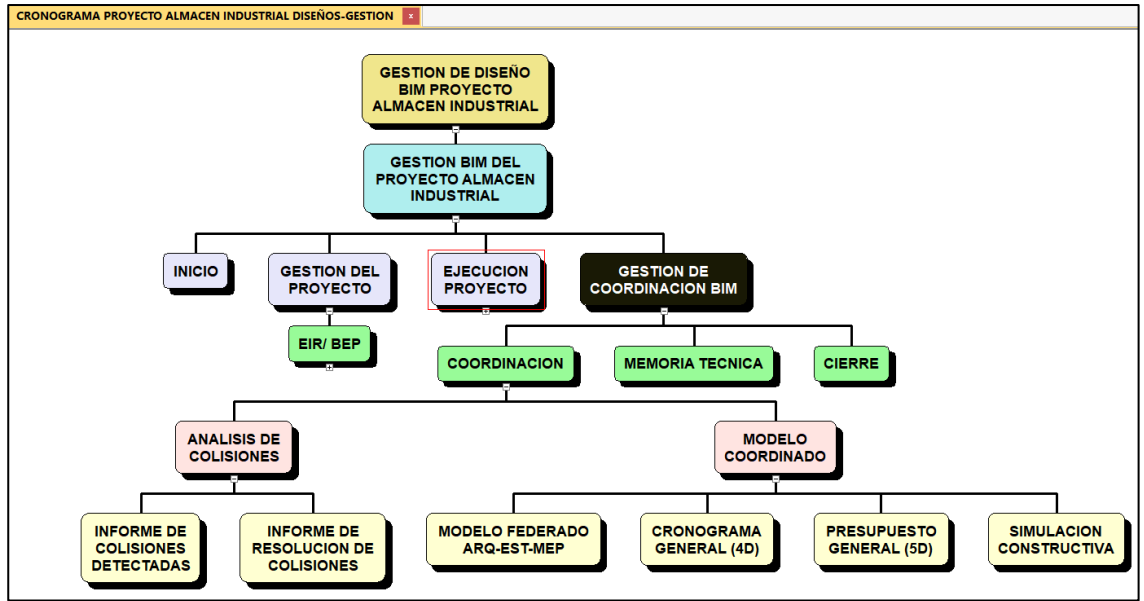


Figura 19 Gestión de Coordinación BIM
Fuente: Industrial BIM

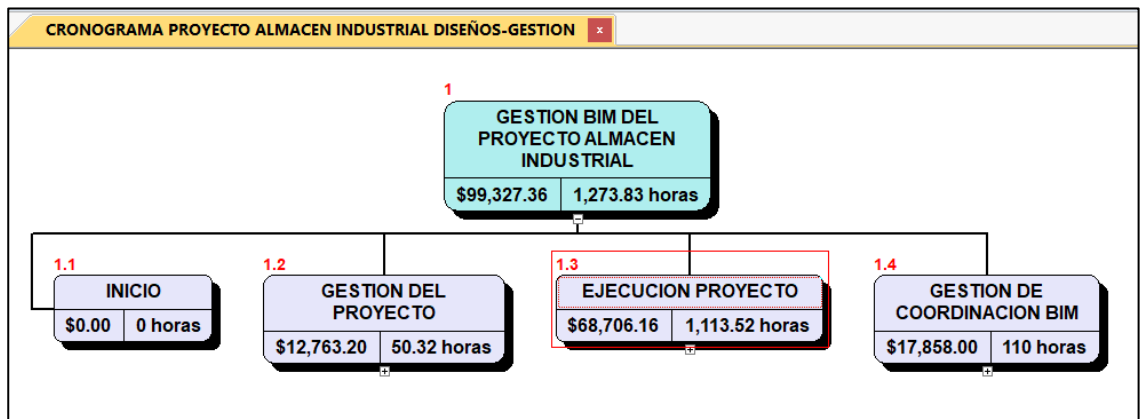


Figura 20 Gestión de Costos Proyecto Almacén Industrial
Fuente: Industrial BIM

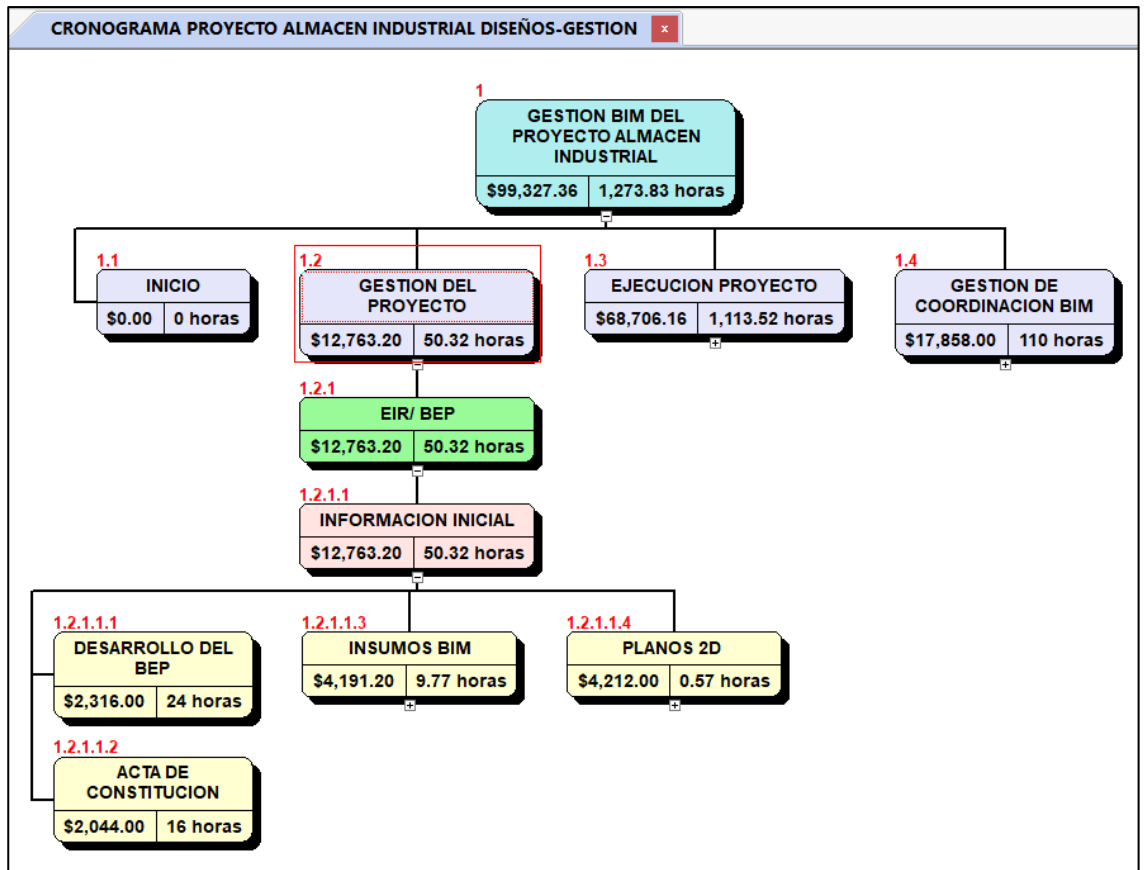


Figura 21 Costo de Gestión del Proyecto Almacén Industrial
Fuente: Industrial BIM

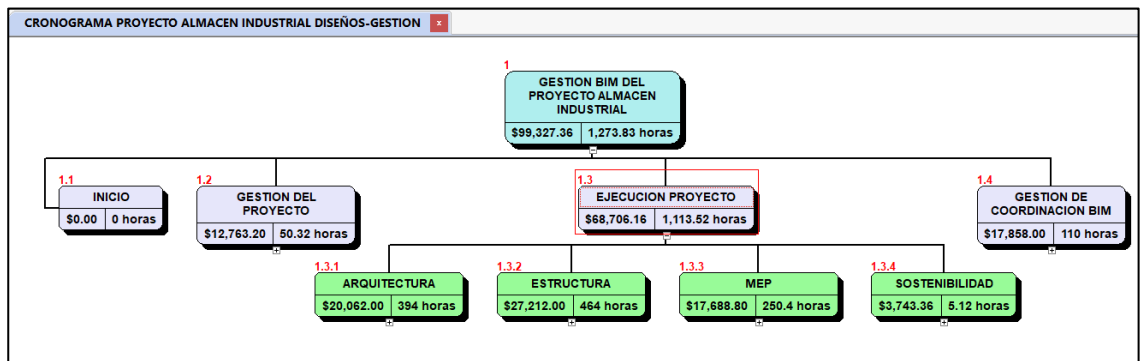


Figura 22 Costo de Ejecución del Proyecto Almacén Industrial
Fuente: Industrial BIM

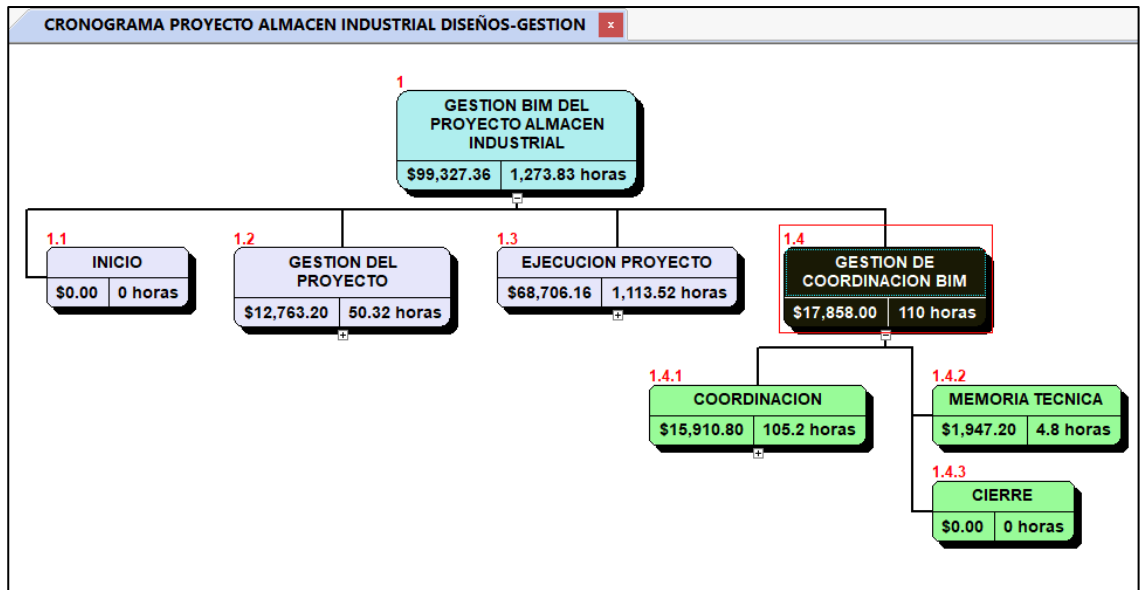


Figura 23 Costo de Gestión de Coordinación del Proyecto Almacén Industrial
Fuente: Industrial BIM



Figura 24 Diagrama de Costos por especialidad
Fuente: Industrial BIM



*Figura 25 Modelo Arquitectónico
Fuente: Industrial BIM*



*Figura 26 Modelo Arquitectónico vista interior
Fuente: Industrial BIM*

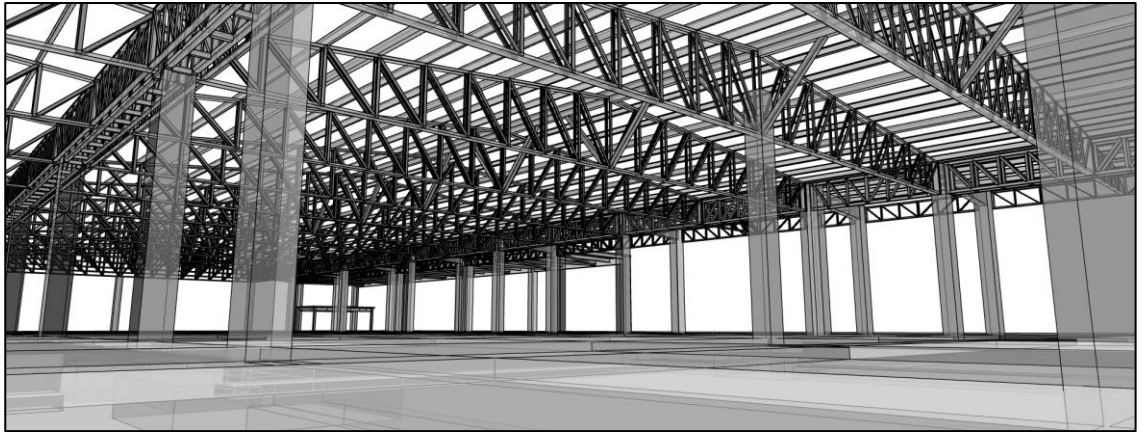


Figura 27 Modelo Estructural
Fuente: Industrial BIM



Figura 28 Modelo Estructural vista interna
Fuente: industrial BIM



Figura 29 Modelo Estructural vista interna
Fuente: industrial BIM



Figura 30 Modelo Mecánico
Fuente: Industrial BIM

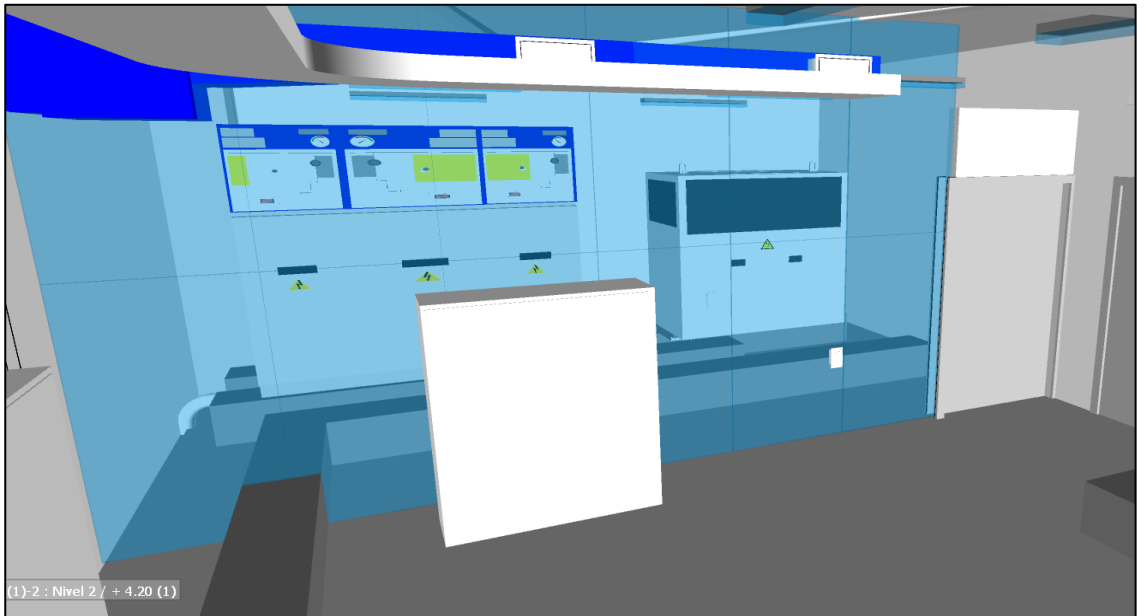


Figura 31 Modelo Eléctrico
Fuente: Industrial BIM

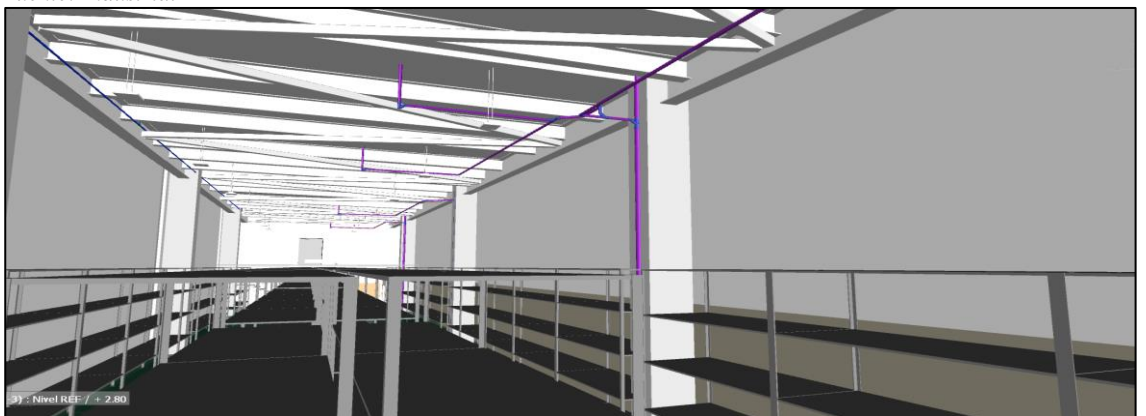


Figura 32 Modelo Hidrosanitario
Fuente: Industrial BIM

6.5.3 Desarrollo del BIM EXCECUTE PLAN (BEP).

El Plan de ejecución BIM (BEP), es un documento elaborado por al Gerente del Proyecto, en base a la necesidad planteada en el contrato (EIR) de manera que se cumplan con los parámetros de exigencia.

Se analiza el contrato y se conforma la estructura el documento, de tal manera que los objetivos trazados vayan cumpliendo conforme a la descripción del documento presentado como “Plan de Ejecución BIM”.

El contenido será:

- Parámetros contractuales
- Definición de objetivos generales y específicos
- Competencias y experiencias previas
- Características técnicas y rendimiento de la infraestructura
- Parámetros de modelado
- Definición de modelos de desarrollo
- Detalles operativos
- Asignación de roles y responsabilidades
- Definición de documentos informativos
- Software
- Almacenamiento, compartición de datos e informacion
- Definición de Usos BIM del proyecto
- Identificación de las fases del proceso BIM
- Cronograma de Gestión del proyecto
- Asignación de procesos y flujos de conformidad con el rol de cada integrante del equipo

El BEP para el Almacén Industrial está desarrollado en base a la sincronización de actividades del equipo consultor, se determinó el flujo de procesos para que los líderes estuvieran en constante revisión del avance del proyecto interactuando entre ellos, y manejando la interoperabilidad de cada uno de los modelos.

Ver carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, 0. EIR-BEP, AI-INDBIM-BIM EXCECUTE PLAN (BEP)

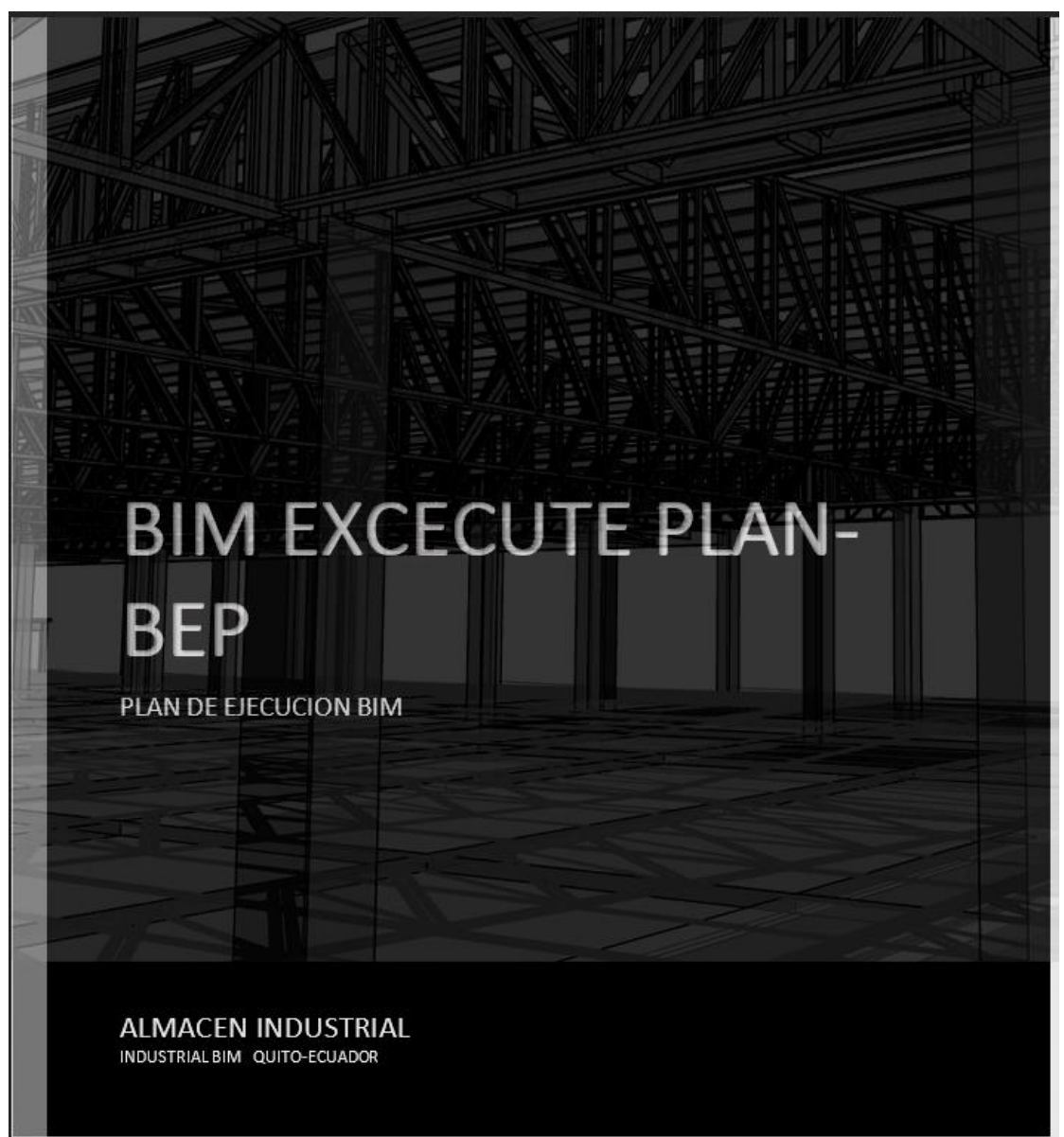


Figura 33 Portada del Plan de Ejecución BIM BEP
Fuente: Industrial BIM

6.5.4 Análisis de Involucrados en el proyecto

Tabla 21 Matriz de involucrados

MATRIZ DE INVOLUCRADOS						
Nº	INVOLUCRADOS	INTERESES	PROBLEMAS	CONFLICTOS	ESTRATEGIAS	POSICION
1	Elmer Muñoz - Cliente	Generar redito económico a través de una implementación BIM	Tiempo de implementación es corto	Equipo BI	Generar conceptos y criterios para avance de implementación BIM	A favor
2	Implementadores BIM - Equipo BI	Implementar la metodología BIM dentro del proyecto Almacén Industrial	Tiempo reducido para obtener el alcance	Todos los involucrados	Comunicación y Colaboración en la toma de decisiones y avance del proyecto	A favor
		Obtener un redito Educativo	La Calidad disminuye en base al cumplimiento de las metas			
3	Contratistas	Ejecutar el proyecto con los índices establecidos de Alcance, Tiempo, Costo y Calidad.	Diseños BIM con incertidumbre	Equipo BI, cliente y proveedores	Clausulas contractuales	A favor
		Redito economico	Molestias por construccion	vecinos	Horario de trabajo	A favor
		Experiencia profesional				
4	Colindante 1: Escuela	No irrumpir sus actividades	Trafico de la zona	Equipo BI	Horario de trabajo	en contra
		Tranquilidad ambiental	contaminación Ambiental y auditiva	Cliente	mejoras en area de escuela	
		Seguridad	Inseguridad en la construccion	Contratista		
5	Colindante 2: Conjunto Habitacional	No irrumpir sus actividades	Trafico de la zona	Equipo BI	Horario de trabajo	en contra
		Tranquilidad ambiental	contaminación Ambiental y auditiva	Cliente	Mejoras de vias	
		Seguridad	Inseguridad en la construccion	Contratista		
6	Colindante 3: Centro Comercial	No irrumpir sus actividades	Trafico de la zona	Cliente	establecer alianza de negocios	en contra
		No tener competencia	Somos Competencia	Contratista	mejoras de vias	
		Seguridad	Inseguridad en la construccion		Atractivo comercial	
7	Usuarios-Clientes finales del Almacén	Variedad de productos	No exista los productos	Administrador	Proveer ambientes confortables	A favor
		Buen precio	no tenga calidad y buen costo	Dueño	Parqueaderos gratis	
		Ambientes Confortables, facilidad de parqueaderos	No exista ambientes confortables	Usuarios Trabajadores del almacén		
8	Trabajadores del Almacén	Ambientes Confortables, facilidad de parqueaderos	Reclamos de los usuarios	Administrador	Proveer ambientes confortables	A favor
		Redito economico		Usuarios	Parqueaderos gratis	
		Estabilidad laboral				
9	Proveedores del almacén	Intercambio Comercial	Falta de accesibilidad	Cliente - Dueño	Dotar de patio de maniobras y acceso especial	A favor
		Espacio para maniobras, carga y descarga	falta de area de maniobras	Administrador	Horarios de carga y descarga	
		Agilidad en descarga productos	Tiempos de carga y descarga			
10	Población Flotante	Generar ingresos por zona comercial	Negocios informales	Cliente - dueño	Destinar espacios convenidos	A favor
				Administrador		
				Usuarios		

6.5.5 Entorno Común de Datos (ECD)

El Entorno Común de datos establecido en este proyecto, es la única fuente de información que se ha establecido para evitar duplicidad de información y errores en la manera de comunicar enviar o recibir archivos

El protocolo de cambio de información se determinó a partir de la normativa ISO 19650, en cuanto a la organización de carpetas, la asignación de las mismas estará determinada por el Coordinador BIM.

El modelo central se generó a partir de la disciplina de Arquitectura.

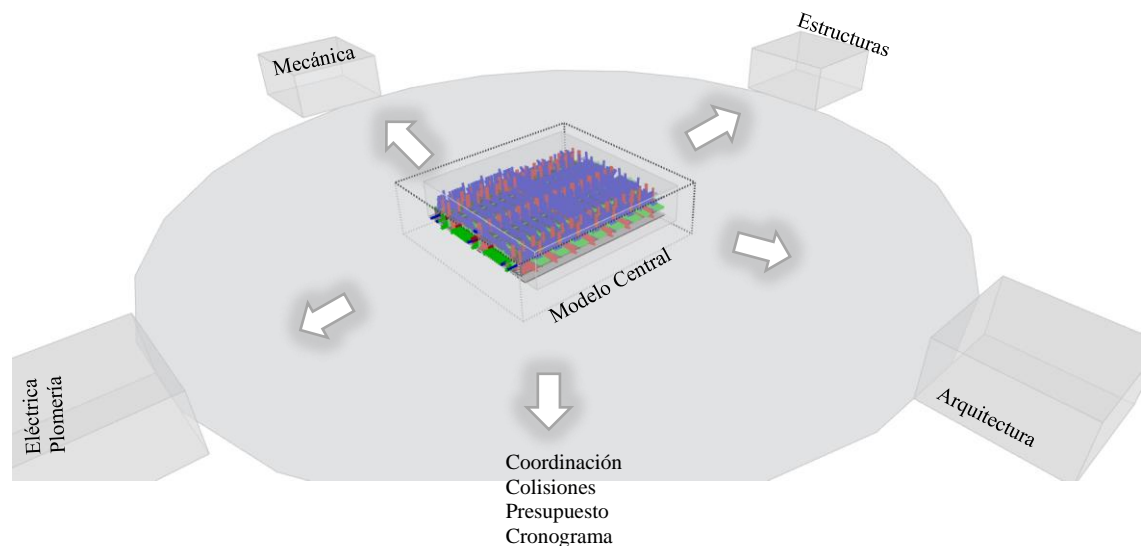


Gráfico 12 Modelo Central
Fuente: Industrial BIM

5 INDUSTRIAL BIM

mpartir Vista

Autodesk Docs > PCCAD_CCloud > DEMO-2023_3 > Project Files > GRUPO 5 INDUSTRIAL BIM >

<input type="checkbox"/>	Nombre	Estado	Fecha de modificación	Tipo
★	1. TRABAJO EN PROGRESO WIP	🔄	06/05/2023 08:18 p. m.	Carpeta de archivos
★	2. COMPARTIDO	☁️	06/05/2023 08:18 p. m.	Carpeta de archivos
★	3. PUBLICADO	☁️	04/05/2023 06:54 p. m.	Carpeta de archivos
★	4. ARCHIVADO	☁️	04/05/2023 06:55 p. m.	Carpeta de archivos

Gráfico 13 Organización de carpetas de trabajo
Fuente: Norma ISO19650

Gestión de la comunicación. (Información inicial)

La estructura de composición dentro de las Carpetas posee el siguiente orden

Dentro de “Trabajo en Progreso”, están las carpetas

- 1.0 EIR/BEP
- 1.1 Flujos de información
- 1.2 Estudios Preliminares
- 1.3 Arquitectura
- 1.4 Estructuras
- 15 Mecánica
- 1.6 Eléctrica
- 1.7 Plomería
- 1.8 Coordinación

1.0 EIR	✓
1.1 FLUJOS DE INFORMACION	↻
1.2 EST. PRELIMINARES	☁
1.3 ARQUITECTURA	☁
1.4 ESTRUCTURAS	☁
1.5 MECANICA	☁
1.6 ELECTRICA	☁
1.7 PLOMERIA	☁
1.8 COORDINACION	☁

Gráfico 14 Organización interna de carpeta "Trabajo en Progreso"

Fuente: Industrial BIM

1.1.1 ACTAS DE REUNION	☁
1.1.2 PLANTILLAS	☁
1.1.3 PROTOCOLO DE ESTILO	☁
1.1.4 CRONOGRAMA PROYECTO	↻
1.1.5 PRESENTACION	☁
1.1.6 INFOMES DE AVANCE	☁

Gráfico 15 Organización interna de carpeta "Flujos de Información"

Fuente: Industrial BIM

6.6 Flujos de trabajo

6.6.1 Constitución del Proyecto - Inicio de modelado

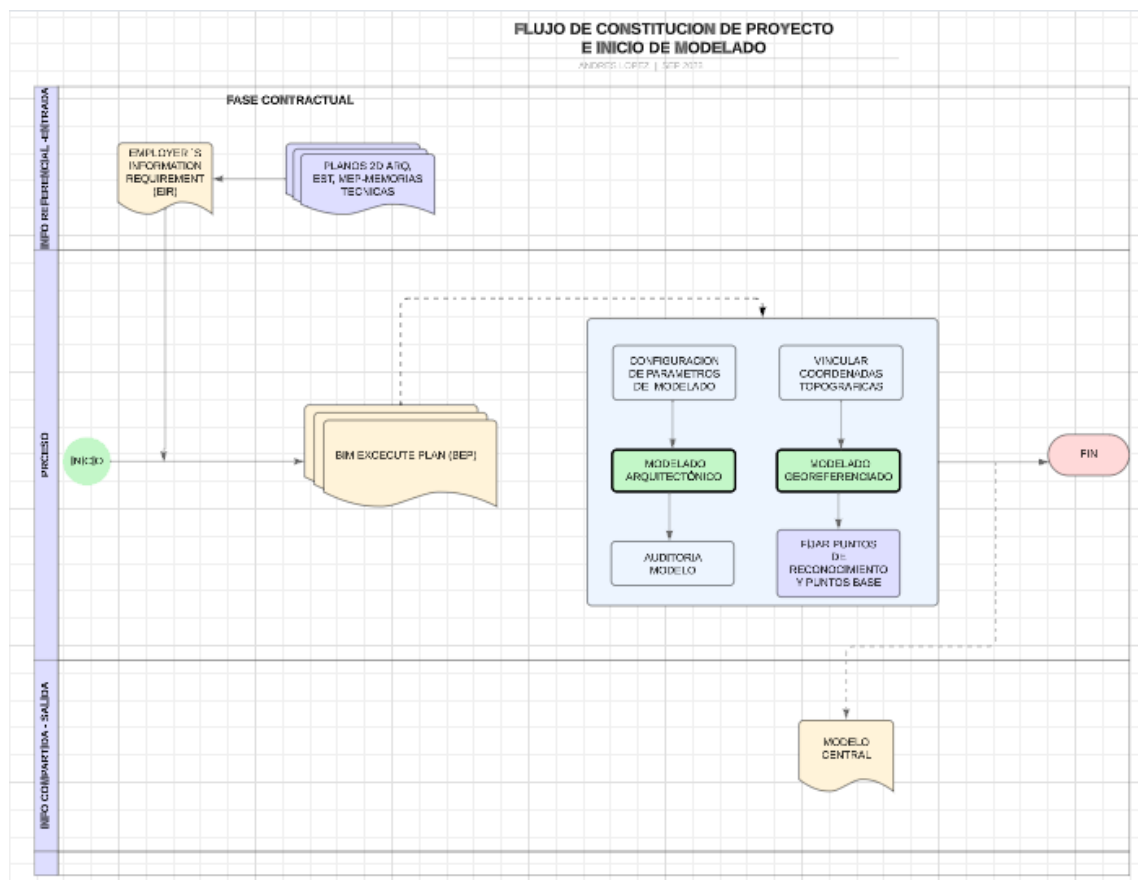


Figura 34 Flujo inicio de modelado
Fuente: Industrial BIM

Para determinar este proceso, se tiene como entrada el EIR, y los planos 2d del proyecto.

Se procede a verificar el contrato, se elabora el BEP, se define la configuración de los parámetros de modelado, se inicia el modelado Arquitectónico, y se realiza la Auditoria de modelo.

Se vincula las coordenadas topográficas, se realiza la Georeferenciación y se establecen los puntos de reconocimiento y puntos base, como producto final del proceso tenemos el modelo central al cual va a ser de base para la vinculación de los otros modelos que componen el proyecto.

6.6.2 Flujo general de trabajo

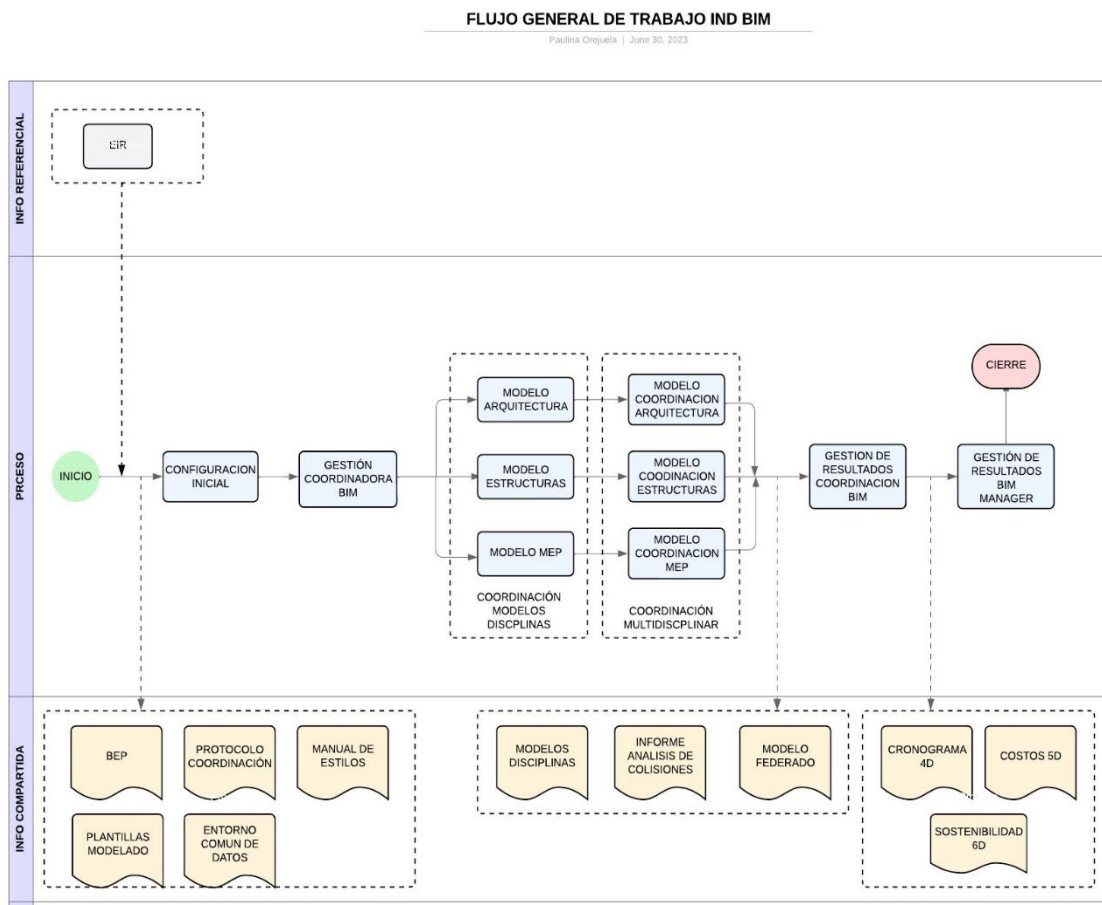


Figura 35 Flujo general de trabajo
Fuente: Industrial BIM

La Coordinación BIM recibió los modelos ARQ, EST Y MEO al 100% a través de transmital, ejecuta el modelo coordinado en el programa Navisworks y procede a la elaboración de interferencia y resoluciones, por medio de los informes de colisiones y de acuerdo a las prioridades definidas en el protocolo solicita las soluciones a cada líder, todo el proceso se realiza en reunión programada y consta en actas, la resolución de los modelos es entregado a través del informe de transmisión de asunto entrega de modelo definitivo, producto que servirá para la ejecución del modelo federado por parte de la Coordinación BIM.

6.7 Flujo de cierre del proyecto- entrega de productos

El flujo de cierre del proyecto tiene como objetivo la publicación de los resultados y tiene el siguiente esquema de tareas:

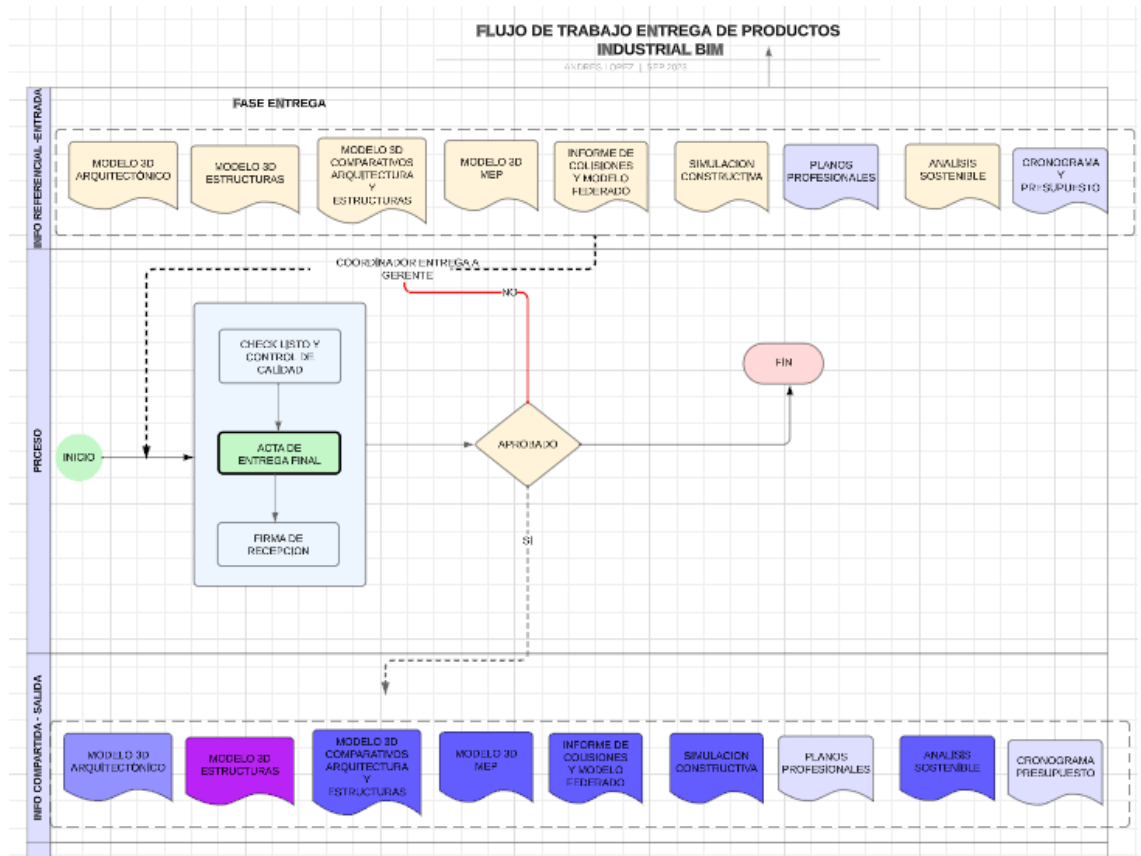


Figura 36 Flujo de entrega de productos
Fuente: Industrial BIM

- El BIM Manager realiza una inspección final utilizando una lista de verificación para asegurarse de que todas las tareas se hayan completado.
- Prepara y entrega todos los documentos en forma digital al cliente y realiza una reunión de cierre para evaluar el nivel de satisfacción y resolver cualquier asunto pendiente.
- La Coordinadora archiva la información y se prepara el acta de recepción definitiva.

6.8 Cronograma de Construcción del Almacén Industrial

Ver carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, 7.

CRONOGRAMA, AI-INDBIM-CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION

Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
☰	▾ ALMACEN INDUSTRIAL ETAPA CONSTRUCTIVA	148 días	lun 14/08/23	vie 01/03/24
☰	▾ FASE EJECUCION DE LA OBRA	148 días	lun 14/08/23	vie 01/03/24
☰	HITO 1 Acta de inicio de obra	0 días	lun 14/08/23	lun 14/08/23
☰	▸ OBRAS PRELIMINARES	5 días	lun 14/08/23	vie 18/08/23
☰	▸ MOVIMIENTO DE TIERRAS	5 días	mié 16/08/23	mar 22/08/23
☰	▸ CIMENTACIONES	54 días	mar 22/08/23	vie 03/11/23
☰	▾ EDIFICACION OBRA CIVIL, AREAS EXTERIORES Y ACABADOS	148 días	lun 14/08/23	vie 01/03/24
☰	▸ ESTRUCTURA	76 días	lun 25/09/23	vie 05/01/24
☰	▸ ALBAÑILERIAS	47 días	vie 15/12/23	lun 19/02/24
☰	▸ CARPINTERIAS	76 días	mar 31/10/23	lun 12/02/24
☰	▸ INST HIDROSANITARIAS	103 días	lun 04/09/23	mar 23/01/24
☰	▸ INST VAC	41 días	vie 05/01/24	vie 01/03/24
☰	▸ INST ELECTRICAS	140 días	lun 14/08/23	mar 20/02/24
☰	▸ ACABADOS	30 días	vie 29/12/23	jue 08/02/24
☰	▸ AREAS EXTERIORES Y PARQUEOS	20 días	lun 14/08/23	vie 08/09/23
☰	HITO 16_ ENTREGA PROVISIONAL	0 días	lun 15/01/24	lun 15/01/24
☰	FIN	0 días	jue 15/02/24	jue 15/02/24

Gráfico 16 Cronograma de Construcción Almacén Industrial
Fuente: Industrial BIM

Capítulo 7. Gestión de 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 37 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) (Ver carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, ANEXOS DE GESTION, AI-INDBIM-RIESGOS GESTION Y DISEÑOS)

PLAN DE GESTION DE RIESGOS											
PROYECTO	IDENTIFICACION			ANALISIS CUALITATIVO				ESTRATEGIAS DE RESPUESTA	IMPLEMENTACION RESPUESTA A RIESGOS		
	ESTATUS	FECHA IDENTIFICACION FASE DEL PROYECTO	ENTREGABLE AFECTADO	OBJETIVO AFECTADO	PROBABILIDAD	IMPACTO	MATRIZ DE CALOR	ESTRATEGIA	ACCIONES DE RESPUESTA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	Inactivo	09-may-23	Exchange Information Requirements (ER)	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	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	Modelo de Arquitectura (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Costo	Bajo	Bajo	Mitigar	Establecer un proceso de revisión y validación del modelo	Diseños y modelos arquitectónicos más eficientes	
1	Inactivo	25-may-23	Modelo de Estructuras (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Costo	Medio	Medio	Mitigar	Establecer reuniones de coordinación periódicas	Diseños y modelos estructuras más eficientes	
1	Inactivo	01-jun-23	Modelo de MEP (Mecánica) (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Costo	Alto	Alto	Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias	Diseños y modelos mecánicos más eficientes	
1	Inactivo	01-jun-23	Modelo de MEP (Eléctrica) (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Costo	Alto	Alto	Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias	Diseños y modelos eléctricos más eficientes	
1	Inactivo	01-jun-23	Modelo de MEP (Plomería) (Level of Development "LOD" 300)	Cronograma	Costo	Alto	Alto	Mitigar	Implementar un proceso de detección temprana de interferencias	Diseños y modelos de plomería más eficientes	
1	Inactivo	10-jul-23	Plano 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	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 operación en el	
1	Inactivo	10-jul-23	Modelo federado	Cronograma	Calidad	Medio	Medio	Mitigar	Establecer un proceso de revisión y validación del modelo	Asegurar que los diseños cumplan con la certificación de modelado y su coordinación con el resto de disciplinas involucradas.	
1	Inactivo	25-jun-23	Análisis de sostenibilidad (S)	Cronograma	Costo	Medio	Medio	Mitigar	Realizar una búsqueda exhaustiva de datos y fuentes confiables para la sostenibilidad energética de la implementación de paneles fotovoltaicos para sistema iluminación en área administrativa	Conocer el estado financiero del proyecto.	
1	Inactivo	10-jul-23	Presupuesto general (SG)	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	Cronograma general (AG)	Cronograma	Costo	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	Simulación constructiva	Cronograma	Costo	Bajo	Bajo	Mitigar	Obtener asesoramiento en tecnologías de simulación constructiva	Asegurar la buena aplicación de la simulación	

Figura 38 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 carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, ANEXOS DE GESTION, AI-INDBIM-RIESGOS CONSTRUCCION PROYECTO)

PRIORIDAD	PLAN DE GESTION DE RIESGOS										
	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)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	Inactivo	OBRAS PRELIMINARES	Interrupciones por clima adverso	Cronograma	Medio	Alto		70%	Colocar zanjas perimetrales, bombas de polígrafo, o crear sistemas provisionales de bombeo	Se contrarata la pérdida de días productivos	Más inversión para mitigar el riesgo
	Inactivo	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Retraso en la nivelación del terreno	Costo	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	Alto	Alto		50%	Contratar consultoría adicional para estudios geotécnicos más precisos, asegurarse de contar con seguro de construcción	Eliminar incertidumbres con respecto al suelo	Se extiende el tiempo de ejecución de los trabajos
	Inactivo	ESTRUCTURA	Falta de resistencia estructural	Cronograma	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	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	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	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	ADOQUIN PARQUEADEROS	Asentamientos diferenciales	Cronograma	Medio	Alto		30%	Contratar consultoría adicional para estudios geotécnicos más precisos, asegurarse de contar con seguro de construcción	Eliminar incertidumbres con respecto al suelo	Se extiende el tiempo de ejecución de los trabajos
	Inactivo	CISTERNA	Possibilidad de encontrar baltas de agua y suelo malo en áreas puntuales	Cronograma	Medio	Medio		50%	Realizar estudios de suelo precios, 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 los equipos
	Inactivo	SISTEMA ELÉCTRICO	Cortocircuitos o fallos en el sistema eléctrico	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 revisiones para aprobación de diseños
	Inactivo	SISTEMA FOTOVOLTAICO	Producción de energía por debajo de lo esperado	Calidad	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 39 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 carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, ANEXOS DE GESTION, AI-INDBIM-MONTECARLO 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 40 Tabla de cálculo Montecarlo - Duraciones
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
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 41 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.

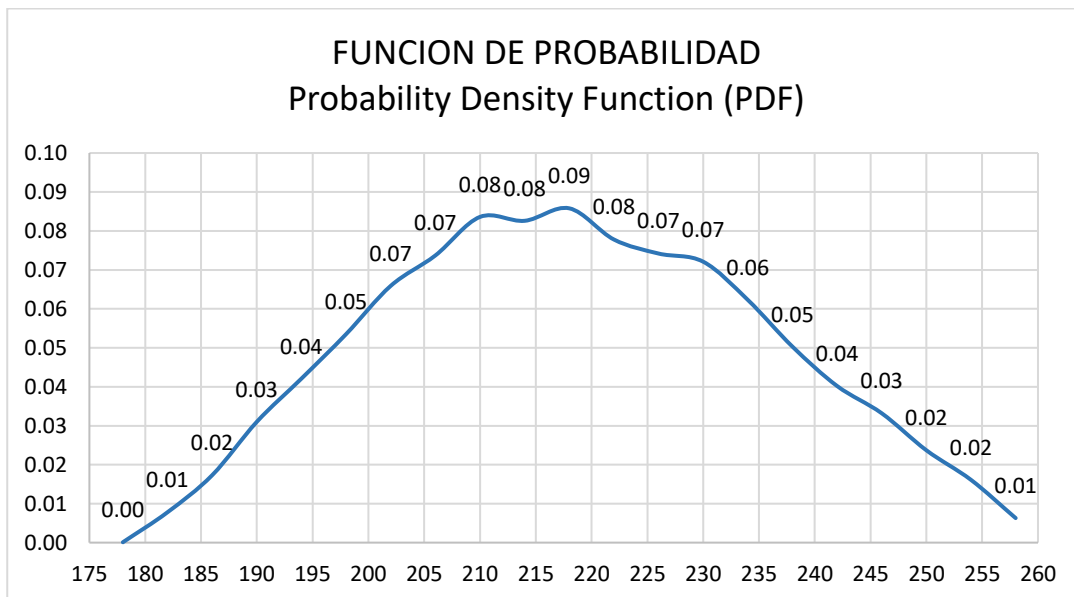


Figura 42 Análisis probabilístico Montecarlo
Fuente: Industrial BIM

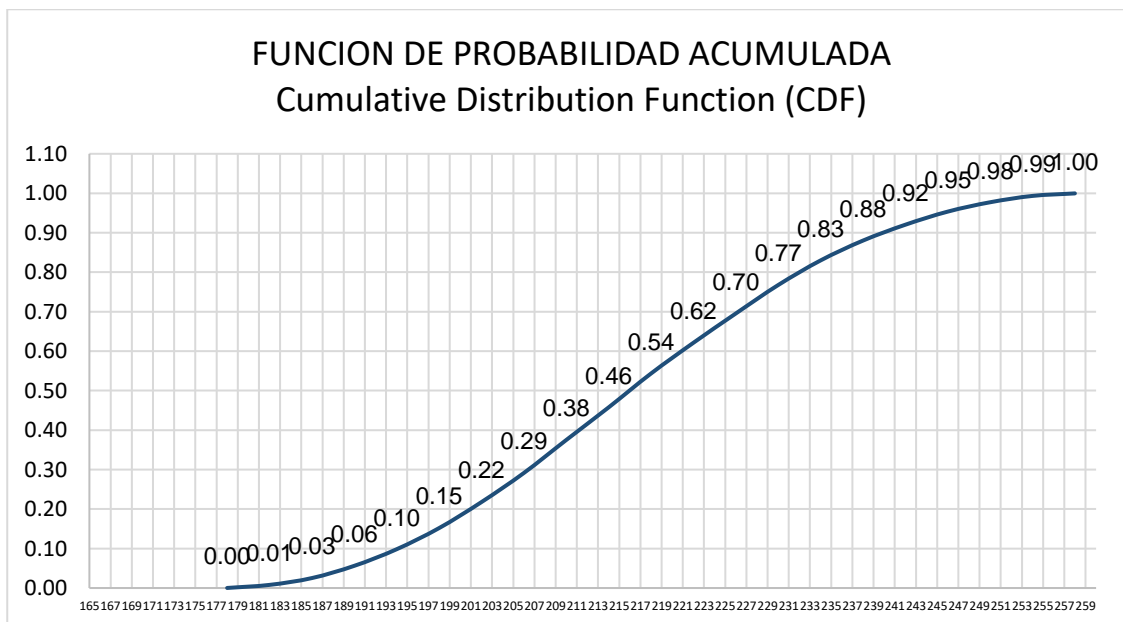


Figura 43 Análisis probabilístico Montecarlo
Fuente: Industrial BIM

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 44 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 45 Matriz de resultados probabilísticos
Fuente: Industrial BIM

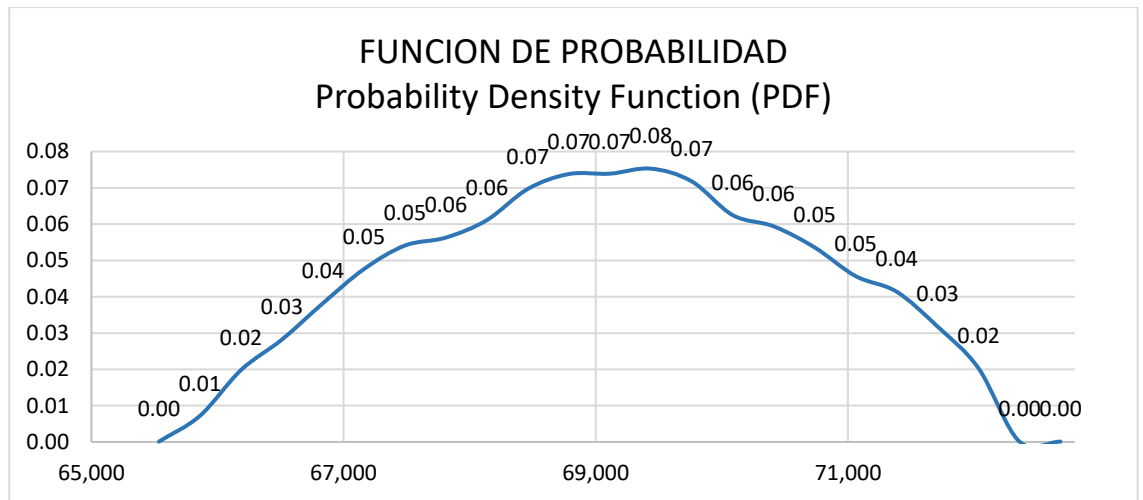


Figura 46 Probabilidad Costos
Fuente: Industrial BIM

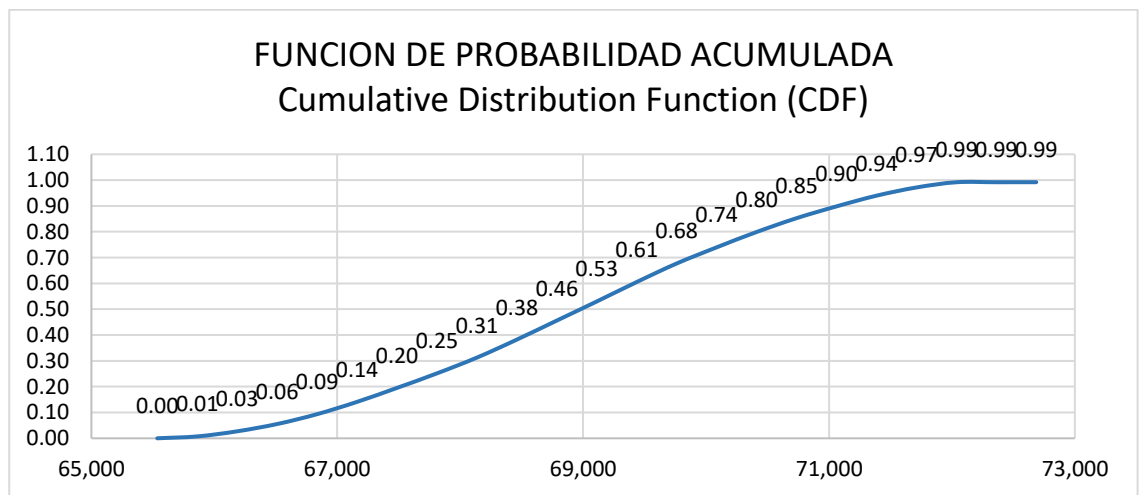


Figura 47 Probabilidad Acumulada Costos
Fuente: Industrial BIM

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.

(Ver carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, ANEXOS DE GESTION, AI-INDBIM-MONTECARLO CONSTRUCCION_COL HORMIGON)

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 48 Tabla de cálculo Montecarlo-Duraciones
Fuente: Industrial BIM

bins	PDF(x)	CDF(x)
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 49 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones

Fuente: Industrial BIM

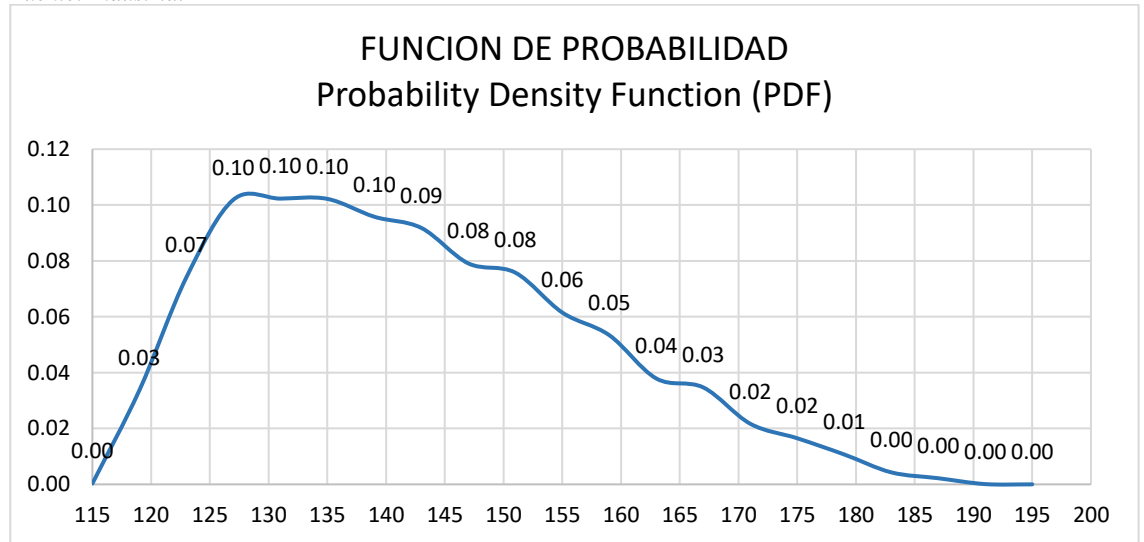


Figura 50 Probabilidad Duraciones
Fuente: Industrial BIM

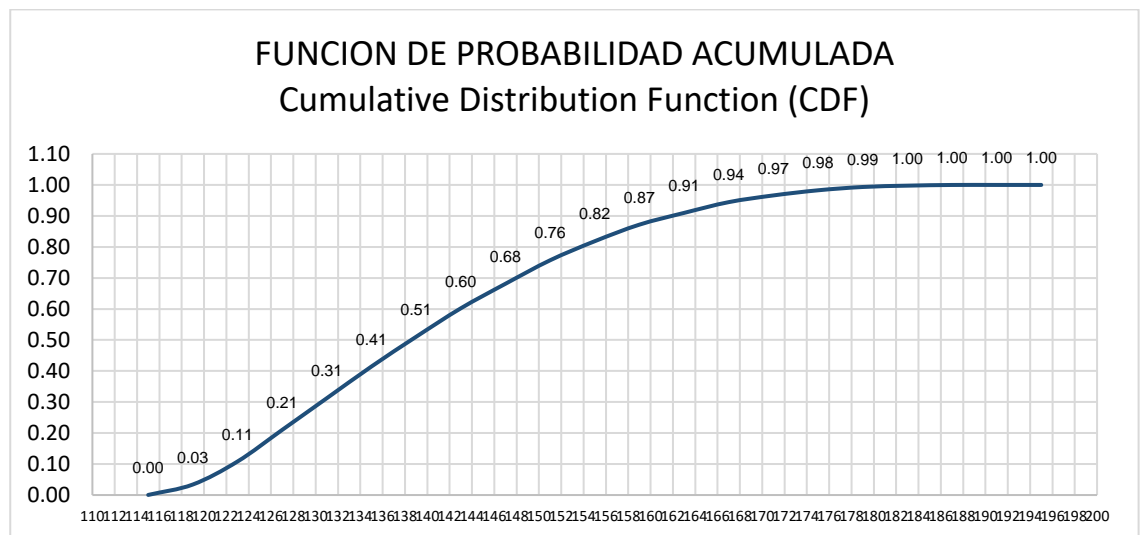


Figura 51 Probabilidad Acumulada Duraciones
Fuente: Industrial BIM

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 hormigón

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 52 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 53 Matriz de resultados probabilísticos- Costos**Fuente: Industrial BIM*

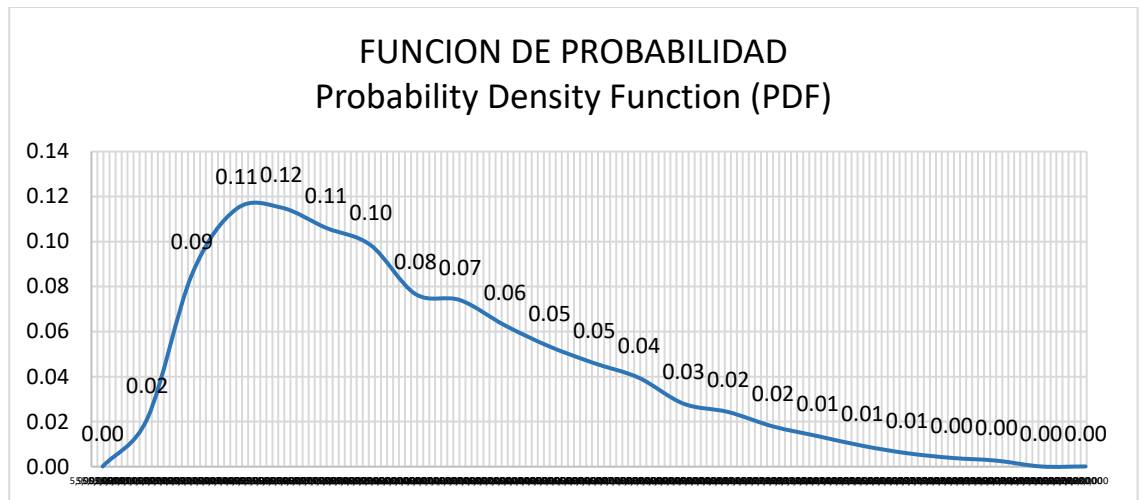


Figura 54 Probabilidad Costos
Fuente: Industrial BIM

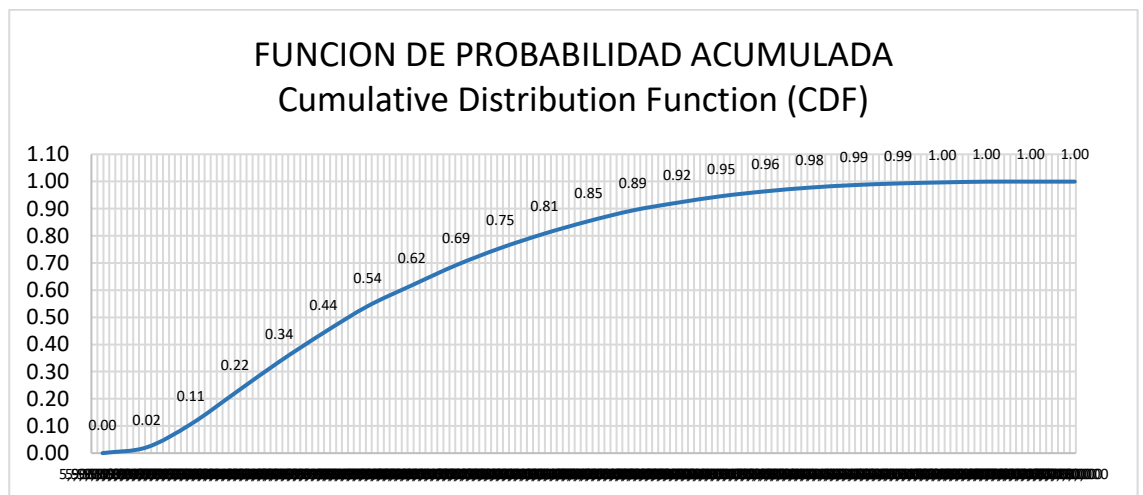


Figura 55 Probabilidad Acumulada – Costos
Fuente: Industrial BIM

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.

(Ver carpeta compartida de Google drive. GRUPO 5, 4-ANEXOS, ANEXOS DE GESTION, AI-INDBIM-MONTECARLO CONSTRUCCION_COL METALICAS)

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 56 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 57 Matriz de resultados probabilísticos- Duraciones
Fuente: Industrial BIM

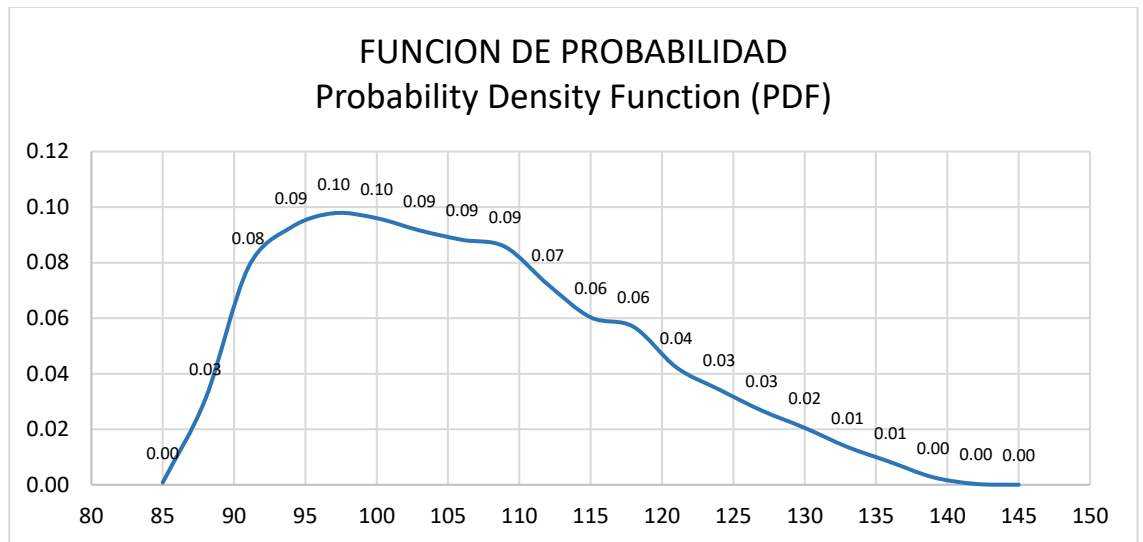


Figura 58 Probabilidad - Duraciones
Fuente: Industrial BIM

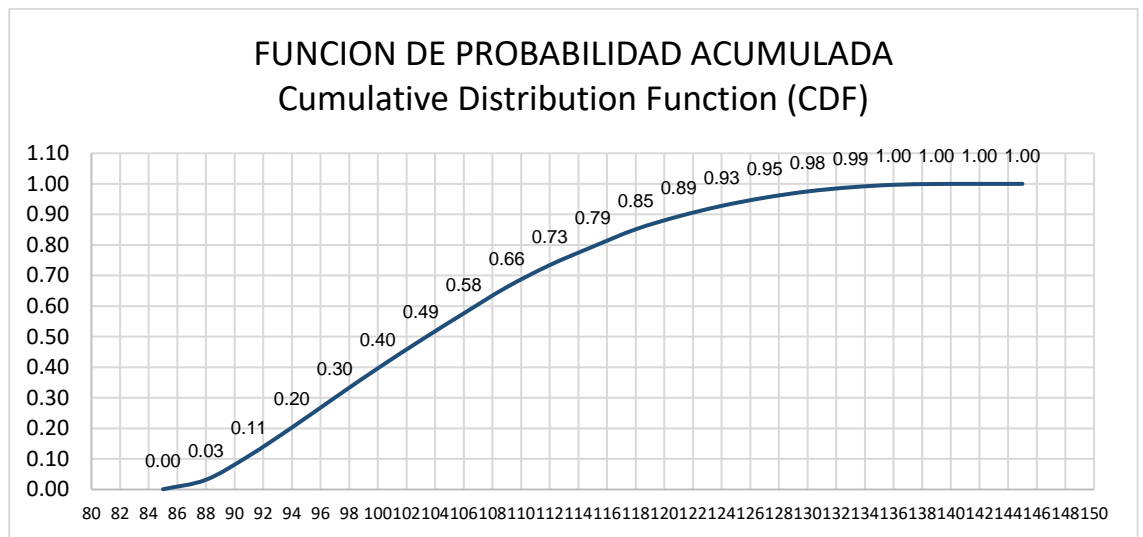


Figura 59 Probabilidad Acumulada – Duraciones
Fuente: Industrial BIM

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 60 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
6,065,138	0.02	0.10
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
6,142,843	0.07	0.33
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 61 Matriz de resultados probabilísticos- Costos
Fuente: Industrial BIM

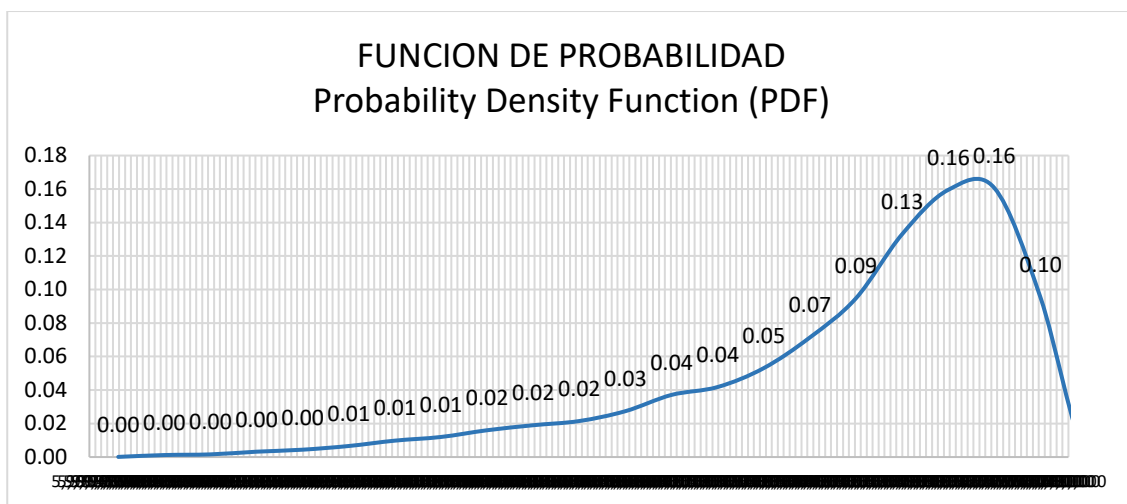


Figura 62 Probabilidad - Costos
Fuente: Industrial BIM

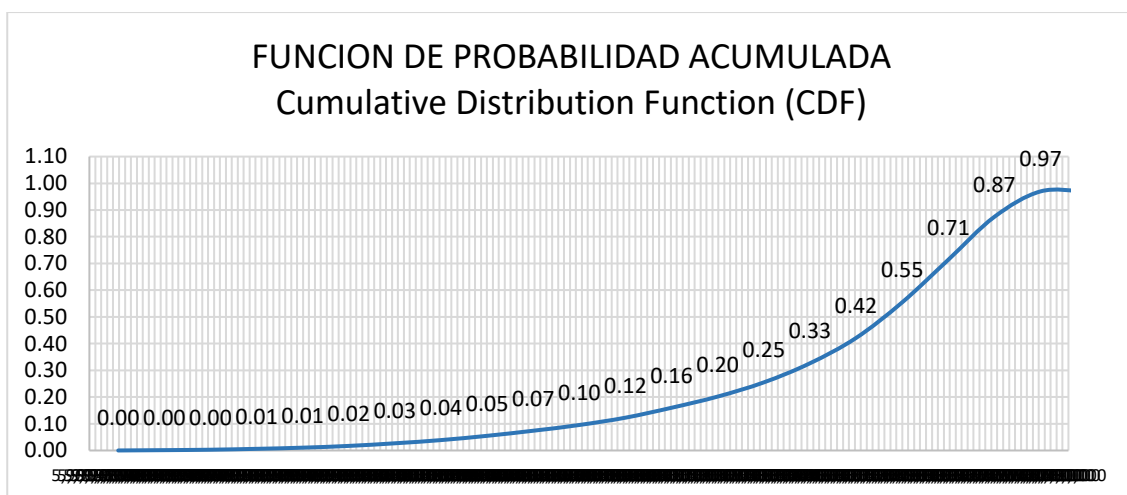


Figura 63 Probabilidad Acumulada- Costos
Fuente: Industrial BIM

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 la detección de colisiones y definición de las etapas críticas que conllevan a conflictos de interferencias.

- 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 del 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

incluido 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 brindar 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 Conclusión Rol

La implementación de la metodología BIM, en particular en el caso de nuestro proyecto INDUSTRIAL BIM, tiene un impacto significativo en los roles de establecidos en el equipo, ya que los roles pueden interactuar de manera más eficiente, mejorando la comunicación, la coordinación y la toma de decisiones en todas las etapas del proyecto.

En primer lugar, el líder de arquitectura puede llevar un mayor control al poder visualizar el galpón de manera más precisa y detallada. Mediante el modelado 3D, se pueden realizar cambios de manera más ágil. Además, la interoperabilidad del mismo, facilita la integración de los aspectos arquitectónicos con las otras disciplinas, evitando conflictos y optimizando el tiempo y costo. Por otro lado,

el rol de estructura también se ve beneficiado por la implementación de BIM, ya que se basa en el modelo arquitectónico para reducir el riesgo de errores. En cuanto al rol de MEP, proporciona información detallada sobre los componentes MEP, como especificaciones técnicas, dimensiones, ubicación y posibles interferencias o conflictos, lo que agiliza el proceso de coordinación.

La Coordinación BIM, basada en un modelo consolidado de las diferentes disciplinas, desempeña un papel clave para lograr un proyecto exitoso. Asegura la interrelación efectiva entre todos los equipos, permitiendo una comunicación fluida y la detección temprana de posibles conflictos. Asimismo, el BIM Manager verificó el cumplimiento de los parámetros establecidos desde el principio, asegurando que el entregable final se ajustara exactamente a lo acordado en el proceso contractual con el cliente.

En resumen, la implementación de BIM en el proyecto del ALMACÉN mejora la colaboración y coordinación entre todo el equipo. Facilita la toma de decisiones, reduce errores y conflictos, y optimiza la eficiencia en la planificación y construcción.

8.2 Recomendaciones

Se recomendaría la utilización de la Metodología BIM, como práctica común en el desarrollo de los proyectos, ya sean de un tamaño menor o mayor.

Se debería generalizar la propuesta del desarrollo BIM a escala nacional, en donde se vaya haciendo común la práctica y ejecución, es sumamente importante generalizar las bondades que permite la aplicación de esta metodología.

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

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

Muñoz, E. (2022, October 13). Flujos de trabajo para la gerencia de proyectos BIM, Organización, procesos y etapas

Project Management 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-19650/>

TFG_Garcia_Bautista_Rocio- El BIM Manager: Incorporación a la ley de ordenación de la edificación

Capítulo 10 Anexos

Anexo A: EIR - BEP

Anexo B: Procesos de Gestión.

AI-INDBIM-ACTA DE CONSTITUCION

AI-INDBIM-MATRIZ DE INVOLUCRADOS

AI-INDBIM-CRONOGRAMA DISEÑOS-GESTION (WBS)

AI-INDBIM-CRONOGRAMA DISEÑOS-GESTION (MSP)

AI-INDBIM-RIESGOS GESTION Y DISEÑOS

AI-INDBIM-RIESGOS CONSTRUCCION PROYECTO

AI-INDBIM-MONTECARLO GESTION Y DISEÑOS BIM

AI- INDBIM MONTECARLO CONSTRUCCION _COL HORMIGON

AI- INDBIM-MONTECARLO CONSTRUCCION_COL METALICAS