



ECUADOR UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK
SER MEJORES

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de fin de Carrera titulado:

Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Edificio de uso mixto

NOVAHABITAT, ROL LIDER ARQUITECTURA

Realizado por:

Pablo Alejandro Romero Hallo

Coautor:

Elmer Muñoz

Director del proyecto:

ING. Pablo Tiberio Vásquez Quiroz MBA, MAP, PMP

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM

QUITO, septiembre del 2025

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Pablo Alejandro Romero Hallo, ecuatoriano, con cédula de identidad No. 1722585567, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.

Pablo Alejandro Romero Hallo

C.I.: 1722585567

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

ING. Pablo Tiberio Vásquez Quiroz MBA, MAP, PMP

C.I.: 0401025531

LOS PROFESORES INFORMANTES:

Arq. Manuel Alberto del Villar Alburquerque

Arq. Gustavo Francisco Vásquez Andrade

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa
oral ante el tribunal examinador.

Arq. Gustavo Francisco
Vásquez Andrade

Arq. Manuel Alberto
del Villar Alburquerque

QUITO, 15 septiembre del 2025

Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Edificio de uso mixto

NOVAHABITAT, **rol Líder Arquitectura**

Por

Pablo Alejandro Romero Hallo

Septiembre 2025

Aprobado:

Pablo T. Vásquez, Q. Tutor

Violeta C. Rangel R., Presidente del Tribunal

Manuel A. del Villar A., Miembro del Tribunal

Gustavo F. Vásquez A., Miembro del Tribunal

Aceptado y Firmado: _____ 15, 09, 2025
Pablo T. Vásquez, Q.

Aceptado y Firmado: _____ 15, 09, 2025
Manuel A. del Villar A.

Aceptado y Firmado: _____ 15, 09, 2025
Gustavo F. Vásquez A.

_____ 15, 09, 2025

Violeta C. Rangel R.

Presidente(a) del Tribunal

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Pablo Alejandro Romero Hallo

C.I.: 1722585567

DEDICATORIA

A mi amada esposa, compañera y sostén inquebrantable de este camino. Tus palabras de aliento, tu paciencia y tu entrega han sido la fuerza que me ha impulsado en cada jornada de desvelo y esfuerzo. Gracias por caminar conmigo en silencio, por comprender mis ausencias y por animarme cuando las fuerzas parecían flaquear.

A mi hija, pequeño tesoro de Dios, que con su inocencia ha sido mi mayor inspiración. Aunque aún no pueda comprenderlo, su ternura y su amor silencioso han dado sentido a cada sacrificio. Su mirada me ha recordado siempre el propósito de perseverar y de alcanzar este sueño.

Este logro no es solo mío, es de ustedes, que han estado presentes en cada paso de este viaje.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios Todopoderoso, fuente de sabiduría y luz en mi camino. A Él debo la fortaleza, la claridad y la constancia que me han permitido culminar este proceso. A mis padres, que me enseñaron el valor del esfuerzo, la disciplina y la fe. A mi familia, que con su apoyo incondicional me brindó la confianza necesaria para no rendirme en los momentos difíciles.

Cada palabra, cada gesto y cada oración de quienes me rodean ha sido un pilar que me ha sostenido. Este logro es fruto de un trabajo compartido y de un amor que trasciende lo personal, porque está cimentado en la gracia de Dios.

Glosario

- **BIM (Building Information Modeling):** Metodología de trabajo colaborativa basada en modelos digitales con información integrada, utilizada para la planificación, diseño, construcción y operación de proyectos de construcción.
- **BEP (BIM Execution Plan):** Plan de Ejecución BIM que establece las estrategias, responsabilidades, entregables, herramientas y flujos de trabajo necesarios para implementar la metodología BIM en el proyecto.
- **EIR (Exchange Information Requirements):** Requisitos de Intercambio de Información definidos por el cliente, que especifican qué información se debe entregar, en qué formato, con qué nivel de detalle y en qué momento.
- **CDE (Common Data Environment):** Entorno Común de Datos utilizado para almacenar, gestionar y compartir la información del proyecto en un único repositorio digital. En el proyecto se empleó Autodesk Construction Cloud.
- **LOD (Level of Development):** Nivel de Desarrollo que define el grado de precisión geométrica y de información de un elemento del modelo BIM. Va desde LOD 100 (conceptual) hasta LOD 500 (as-built).
- **LOI (Level of Information):** Nivel de Información que representa el grado de detalle no gráfico (atributos, parámetros, propiedades) asignado a los elementos del modelo.
- **LOIN (Level of Information Need):** Combinación del nivel de desarrollo geométrico y del nivel de información necesario según los requerimientos del proyecto.
- **IFC (Industry Foundation Classes):** Formato abierto y neutral para el intercambio de modelos BIM entre diferentes plataformas de software.

- **MIDP (Master Information Delivery Plan):** Plan Maestro de Entregas de Información que consolida los entregables de todas las disciplinas a lo largo de las distintas fases del proyecto.
- **IDP (Information Delivery Plan):** Plan Detallado de Entregas de Información que desglosa el MIDP en actividades específicas con fechas, responsables y productos esperados.
- **ACC (Autodesk Construction Cloud):** Plataforma digital utilizada como Entorno Común de Datos (CDE) para colaboración, coordinación y control documental en la nube.
- **RVT:** Extensión nativa de los archivos del software Autodesk Revit donde se realiza el modelado BIM.
- **NWD / NWC:** Formatos de archivo utilizados por Autodesk Navisworks. NWD es el archivo federado listo para revisión, y NWC es el archivo generado automáticamente desde Revit para coordinación.
- **WIP (Work In Progress):** Estado de trabajo en progreso. Representa una fase preliminar del modelo no apta aún para ser compartida con otras disciplinas.
- **ISO (International Organization for Standardization):** Organización encargada de establecer normas técnicas internacionales. En el contexto BIM, se aplica la serie ISO 19650.
- **EPD (Environmental Product Declaration):** Declaración Ambiental de Producto que especifica el impacto ambiental de un producto de construcción a lo largo de su ciclo de vida.
- **MEP (Mechanical, Electrical and Plumbing):** Disciplinas correspondientes a instalaciones mecánicas, eléctricas y sanitarias.
- **ARQ:** Abreviatura para la disciplina de Arquitectura.

- **EST:** Abreviatura para la disciplina de Estructura.
- **COO:** Coordinación. Proceso de integración y revisión cruzada entre modelos de diferentes disciplinas.
- **MNG:** Gestión. Se refiere a los documentos y procesos de planificación y control del proyecto.
- **Modelo federado:** Modelo integrado que contiene la unión de los modelos disciplinares (ARQ, EST, MEP), utilizado para coordinación y revisión de interferencias.
- **Clash Detection:** Proceso de detección de interferencias entre elementos de diferentes disciplinas mediante software especializado como Navisworks.
- **Plantilla .RTE:** Archivo base en Revit que contiene configuraciones iniciales como estilos de vista, familias, parámetros y estructura de navegador.
- **Parámetros compartidos:** Atributos definidos externamente y aplicados a múltiples familias en Revit para garantizar consistencia informativa.
- **Flujo de trabajo BIM:** Conjunto de procesos secuenciales que guían la producción, validación y entrega de información bajo metodología BIM.
- **Protocolos de coordinación:** Procedimientos formales establecidos para la revisión y aprobación de modelos entre disciplinas.
- **Revisión técnica:** Proceso de validación técnica del modelo en cuanto a geometría, nomenclatura, interferencias y cumplimiento del BEP.
- **Simulación 4D:** Asociación del modelo BIM con el cronograma del proyecto para simular el proceso constructivo en el tiempo.
- **Presupuesto 5D:** Estimación de costos integrada al modelo BIM, permitiendo un control financiero más preciso y visual.

- **Gestión documental:** Organización y control sistemático de la información del proyecto, incluyendo versiones, nombres de archivos y trazabilidad.
- **Acta de traspaso:** Documento formal que registra el cambio de funciones y responsabilidades entre miembros del equipo.
- **Auditoría de modelos:** Evaluación sistemática del cumplimiento del modelo con los estándares definidos en el BEP, EIR y protocolos técnicos.
- **Matriz de interferencias:** Documento que clasifica, prioriza y asigna responsables a los conflictos detectados en el modelo federado.
- **Model Checker:** Herramienta digital que permite revisar y validar automáticamente el modelo según criterios predefinidos.

Resumen

El presente trabajo de titulación desarrolla la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en la selección de un sistema de fachada para el proyecto NOVA HABITAT, un edificio multifuncional ubicado en Puyo, Ecuador. Desde el rol de BIM Manager, se implementaron procesos de planificación, coordinación y control basados en estándares internacionales (ISO 19650), con el fin de optimizar la gestión de la información y garantizar la sostenibilidad del proyecto. La investigación incluyó la elaboración de un Plan de Ejecución BIM (BEP) y la definición de Requisitos de Intercambio de Información (EIR), lo que permitió integrar herramientas digitales en las dimensiones 4D (tiempo), 5D (costos) y 6D (sostenibilidad). Además, se incorporaron análisis de ciclo de vida de materiales y estrategias pasivas de diseño, priorizando eficiencia energética, confort ambiental y reducción de huella de carbono.

Los resultados demuestran que la implementación de BIM no solo facilita la toma de decisiones técnicas en la etapa de diseño, sino que también asegura una ejecución coordinada y eficiente, alineada con las políticas de transformación digital en la construcción. Con ello, se establece un marco de referencia para proyectos similares en Ecuador y Latinoamérica, evidenciando que la adopción de BIM aporta valor agregado en calidad, sostenibilidad y optimización de recursos.

Palabras clave

Building Information Modeling (BIM), Requisitos de Intercambio de Información (EIR), Gestión de costos 5D, Sostenibilidad 6D, Coordinación interdisciplinar, Estrategias pasivas de diseño

Abstract

This thesis develops the application of Building Information Modeling (BIM) in the selection of a façade system for the NOVA HABITAT project, a multifunctional building located in Puyo, Ecuador. From the role of BIM Manager, planning, coordination, and control processes were implemented based on international standards (ISO 19650), with the aim of optimizing information management and ensuring project sustainability.

The research included the development of a BIM Execution Plan (BEP) and the definition of Exchange Information Requirements (EIR), which enabled the integration of digital tools in the 4D (time), 5D (cost), and 6D (sustainability) dimensions. In addition, life cycle analyses of materials and passive design strategies were incorporated, prioritizing energy efficiency, environmental comfort, and carbon footprint reduction.

The results demonstrate that the implementation of BIM not only facilitates technical decision-making during the design stage but also ensures coordinated and efficient execution, aligned with digital transformation policies in construction. Consequently, this study establishes a reference framework for similar projects in Ecuador and Latin America, highlighting that BIM adoption provides added value in quality, sustainability, and resource optimization.

Keywords:

Building Information Modeling (BIM), Exchange Information Requirements (EIR), 5D Cost Management, 6D Sustainability, Interdisciplinary Coordination, Passive Design Strategies

Tabla de Contenidos

Indice de Ilustraciones	20
Lista de Tablas.....	23
Capítulo 1	1
1. Introducción.....	1
1.1. Descripción del proyecto	1
1.2. Contexto del proyecto.....	2
1.3. Argumentación y alcance	3
1.4. Justificación.....	5
1.5. Problemática	6
CAPÍTULO 2	8
2. Marco teórico.....	8
2.1. BIM como herramienta de gestión integral en proyectos de edificación.	8
2.2. Planificación de proyectos de construcción en entornos BIM.	8
2.3. La importancia de la coordinación interdisciplinaria en entornos BIM.	9
2.4. BIM y sostenibilidad: hacia una construcción más eficiente y responsable.	9
2.5. Metodología.....	10
2.5.1. Objetivo general	10
2.5.2. Objetivos específicos.....	10
2.5.3. Resultados esperados.....	11
CAPÍTULO 3	12
3. BEP: BIM Execution Plan.....	12
3.1. Alcance y enfoque BIM del equipo de trabajo.....	12

3.2.	Implementación de la metodología BIM.....	12
3.3.	Protocolos y documentación.....	12
3.4.	Control de cumplimiento y plazos de entrega	13
3.5.	Seguridad de datos y transparencia	14
3.6.	Alcance de las actividades.....	15
3.6.1.	Seguridad de datos y transparencia	15
3.6.2.	Usos BIM aplicados según el EIR.....	17
3.6.3.	Información del proyecto	19
3.6.4.	Hitos relevantes	19
3.6.5.	Organigrama del equipo de trabajo.	20
3.6.6.	Roles y responsabilidades.....	20
3.6.7.	Niveles de detalle por elemento (LOD).....	22
3.6.8.	Introducción al Plan de Ejecución BIM (BEP)	23
3.6.9.	Referencias	23
3.6.10.	Definiciones.....	25
3.6.11.	Acrónimos	26
4.	Plan de Ejecución BIM.....	28
4.1.	Objetivo General	28
4.2.	Objetivos Específicos	28
4.3.	Información General del Proyecto	30
4.4.	Descripción del proyecto	31
4.5.	Justificación del Enfoque BIM.....	31
4.6.	Herramientas para el desarrollo.....	32
4.7.	Niveles de Desarrollo	32
4.8.	Partes Interesadas	33

4.9.	Contactos y Requisitos de Responsabilidad	34
4.10.	Matriz de Comunicación y Flujo de Información.....	35
4.11.	Flujo general de trabajo	37
4.12.	Etapas del Flujo General de Trabajo en NOVA HABITAT	37
4.13.	Flujo de usos BIM	38
4.14.	Recursos del Equipo	39
4.15.	Recursos del Equipo según Usos BIM	39
4.16.	Flujos de trabajo para diseño de especialidades	41
4.16.1.	Flujo de trabajo modelado arquitectónico	41
		41
4.16.2.	Flujo de trabajo modelado estructural	42
4.16.3.	Flujo de trabajo modelado MEP	43
4.17.	Coordinación de Modelos y Detección de Interferencias e Incompatibilidades 44	
4.18.	Flujo de Coordinación y Clash Detection – NOVA HABITAT	45
4.19.	Clasificación de Interferencias	45
4.20.	Planificación de fases y cronograma	45
4.21.	Fases del Proyecto y Actividades BIM	46
4.22.	Herramientas de Planificación Utilizadas	46
4.23.	Estimación de Cantidades y Costos (BIM 5D).....	47
4.24.	Procedimiento de Estimación de Cantidades y Costos en NOVA HABITAT 47	
4.25.	Criterios de Costeo y Estructura de Datos.....	48
4.26.	Ejemplo de Estructura de Presupuesto 5D – Proyecto NOVA HABITAT	48
4.27.	Parámetros BIM Vinculados (Revit/Presto).....	49

4.28.	Flujo de simulación de programación – 4D	50
		50
4.29.	Flujo de revisión presupuesto – 5D	51
		51
4.30.	Estructura de Desglose del Proyecto	52
4.30.1.	Desglose por Disciplinas y Submodelos	52
4.30.2.	Desglose por Niveles y Zonas	53
4.30.3.	Organización para Coordinación	53
4.30.4.	Estructura de trabajo por disciplina.....	53
4.30.4.1.	Arquitectura (ARQ)	54
4.30.4.2.	Estructuras (EST).....	54
4.30.4.3.	MEP – Instalaciones (MEP-E, MEP-S, MEP-HS).....	54
4.30.4.4.	Coordinación (COO).....	55
4.31.	Requerimientos de Intercambio de Información	55
4.31.1.	Normas de información	57
4.31.2.	Convenciones de nomenclatura.....	57
4.31.3.	Nomenclatura de Archivos	57
	Formato:.....	57
	Ejemplo:.....	57
4.31.4.	Abreviaturas de disciplinas.....	58
4.31.5.	Nomenclatura de vistas en Revit	58
4.31.6.	Códigos designados	58
4.32.	Estrategias de Mejora de Modelos	59
4.33.	Estrategia de federación	59
4.33.1.	Georreferenciación	60

4.33.2.	Organización de archivos	60
4.33.3.	Gestión del tamaño de los archivos	60
	Otras medidas:	61
4.34.	Procedimientos de Colaboración	61
4.35.	Sistema de gestión documental (EDMS).....	61
4.36.	Entorno Común de Datos (CDE).....	62
4.37.	Plataformas y formatos aceptados	62
4.38.	Procedimientos de Producción e Intercambio	63
4.38.1.	Requisitos de formatos	63
4.38.2.	Documentos y entregables por hitos.....	64
4.39.	Coordinación	65
4.39.1.	Tipos de pruebas.....	65
4.39.2.	Clasificación de interferencias	66
4.39.3.	Protocolo de coordinación y calidad	66
4.39.4.	Tolerancias y estándares de revisión	67
4.40.	Auditoría y Control de Calidad	67
4.41.	Model Checker (Revit)	67
4.41.1.	Model Checker Arquitectura	68
4.41.2.	Model Checker Estructura.....	68
4.41.3.	Model Checker MEP	69
4.41.4.	Revisión de interferencias (Navisworks).....	69
4.41.5.	Revisión de vínculos.....	69
4.42.	Informes de auditoría.....	70
4.42.1.	Federación interdisciplinar	70
4.43.	Entregables Finales y Gestión de Información.....	71

4.44.	Protocolo de coordinación	71
4.45.	Etapas del Protocolo	72
4.46.	Flujo de Revisión y Aprobación.....	72
4.47.	Estados de Revisión y Comentarios	72
4.48.	Ubicación de Archivos Revisados dentro del CDE.....	73
4.49.	Prioridades de Modelos	74
4.50.	Diseño de Pruebas de Coordinación.....	74
4.51.	Matriz de Colisiones Detallada	74
4.52.	Tolerancias de Coordinación por Tipo de Elemento.....	75
4.53.	Diseño de pruebas:	75
4.54.	Matriz de interferencias detallada	76
4.55.	Hitos de coordinación.....	76
4.56.	Georreferenciación de modelos.....	77
4.57.	Normas básicas de manejo de intercambio de información	78
4.58.	Matriz de intercambio de información	80
4.59.	Estrategia de organización de archivos	81
4.60.	Estrategia de gestión del tamaño de los archivos	81
4.61.	Cronograma 4D, Presupuesto 5D	82
4.62.	Cronograma 4D	82
4.63.	Presupuesto 5D.....	82
4.64.	Matriz de colisiones.....	83
4.65.	Informe de cumplimiento y control.....	84
4.66.	Firma y Archivo	85
4.67.	Entregables y Gestión de Información Final.....	86
4.67.1.	Entregables Generales del Proyecto	86

4.67.2.	Entregables Específicos según Roles	86
4.67.3.	Entregables según Objetivos del proyecto	87
4.68.	Conclusión.....	87
4.69.	Recomendaciones	88
CAPÍTULO 4		89
5.	Rol Del Líder De Arquitectura En El Proyecto Nova Habitat	89
5.1.	Introducción al Rol	89
5.2.	Desarrollo del Rol.....	90
5.2.1.	Flujo de Trabajo	90
5.2.2.	Criterios Generales de Modelado	90
5.2.3.	Recepción del Anteproyecto y Condicionantes del EIR	91
5.2.4.	Creación y Configuración de la Plantilla Arquitectónica.....	91
5.2.5.	Modelado Disciplinar en Fase de Diseño	91
5.2.6.	Coordinación Multidisciplinar.....	91
5.2.7.	Auditorías BIM y Control de Calidad	92
5.2.8.	Integración 4D–5D–6D y Entregable Final.....	92
5.2.9.	Diagramación del Flujo de Trabajo.....	92
5.3.	Nivel de Desarrollo (LOD) por Elemento	94
5.3.1.	Modelado constructivo y jerárquico	94
5.3.2.	Modelado por capas y materiales reales	95
5.3.3.	LOD y LOI coherentes	96
5.3.4.	Codificación y clasificación	96
5.3.5.	Coordinación con normativa nacional.....	96
5.3.6.	Aplicación en entorno CDE.....	96
5.4.	Criterios Específicos de Modelado de Arquitectura.....	97

5.4.1.	Muros.....	98
5.4.2.	Cielos Rasos	98
5.4.3.	Suelos	98
5.4.4.	Fachadas	99
5.4.5.	Mobiliario Fijo.....	99
5.4.6.	Puertas y Ventanas	99
5.4.7.	Revestimientos	99
5.4.8.	Otros elementos específicos	100
5.5.	Nomenclatura de Objetos y Elementos	100
5.5.1.	Ventajas de la Nomenclatura Estandarizada	101
5.5.2.	Parámetros aplicados	102
5.6.	Plantilla de Modelado de Arquitectura.....	102
5.7.	Parámetros establecidos por el BIM Manager.....	103
5.7.1.	Visualización y estilos preconfigurados	103
5.7.2.	Vistas preconfiguradas	104
5.8.	Navegador de Proyecto.....	105
5.8.1.	Estructura Jerárquica	106
5.8.2.	Convenciones de Nomenclatura y Codificación	107
5.8.3.	Funcionalidad en Coordinación y Auditoría	107
5.9.	Sistema de Clasificación.....	108
5.9.1.	Aplicación de Omniclass	109
5.10.	Nivel de Información (LOIN)	109
5.10.1.	Definición del LOIN según el BEP	110
5.10.2.	Verificación y trazabilidad	110
5.11.	Entorno Común de Datos (CDE).....	111

5.11.1.	Uso de Autodesk Construction Cloud	111
5.12.	Estructura de carpetas y flujos de trabajo	112
5.12.1.	Flujos de información y revisión	113
5.12.2.	Beneficios para la disciplina de arquitectura	114
5.13.	Auditoría y Coordinación del Modelo	114
5.13.1.	Coordinación Disciplina	114
5.13.2.	Herramientas utilizadas	115
5.13.3.	Proceso de coordinación	116
5.13.4.	Tipología de conflictos frecuentes y soluciones adoptadas	116
5.13.5.	Informe de interferencias resueltas	116
5.14.	Entrega de Planos y Documentación Técnica	117
5.14.1.	Tipos de planos entregados	118
5.14.2.	Especificaciones de escala y convenciones gráficas	118
5.15.	Control de versiones y trazabilidad	119
5.16.	Planificación 4D y 5D	120
5.16.1.	Vinculación 4D: cronograma y simulación constructiva	121
5.16.2.	Beneficios obtenidos:	121
5.16.3.	Vinculación 5D: extracción de cantidades y presupuesto	121
5.16.4.	Metodología aplicada:	121
5.16.5.	Indicadores relevantes obtenidos:	122
5.16.6.	Integración BIM 4D–5D en entregables	122
6.	PROPUESTA ARQUITECTÓNICA DE SISTEMA DE FACHADA	123
6.1.	Introducción de la Propuesta	123
6.2.	Justificación de la Propuesta	125
6.3.	Limitaciones detectadas en el diseño original:	126

6.4.	Resultados del análisis climático y energético	126
6.5.	Enlace con los objetivos del EIR.....	127
6.6.	Desarrollo del Estudio Bioclimático del Estado Actual del Proyecto	127
6.6.1.	Descripción climática local y tipología de proyecto	128
6.6.2.	Análisis de confort térmico	128
6.6.3.	Radiación solar, orientación y trayectoria solar	129
6.6.4.	Comportamiento del viento	129
6.7.	Resultados del análisis psicrométrico y zona de confort (ASHRAE 55)	129
6.7.1.	Iluminancia natural: simulaciones en planta y 3D con Revit e Insight	130
6.7.2.	Diagnóstico de deficiencias.....	130
6.8.	IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE FACHADA.....	131
6.9.	Estrategias pasivas adoptadas.....	132
6.9.1.	Control solar	132
6.9.2.	Ventilación cruzada	133
6.9.3.	Mejora de inercia térmica.....	133
6.9.4.	Control de humedad	134
6.10.	Integración técnica en modelo BIM	134
6.10.1.	Comparativa visual del diseño anterior vs rediseño	135
6.11.	Coordinación y Análisis de Interferencias Internas y Externas.....	136
6.11.1.	Validación del rediseño mediante Clash Detection en Navisworks Manage	137
6.11.2.	Principales conflictos identificados y resueltos.....	137
6.11.3.	Registro en actas BIM y reportes de coordinación.....	138
6.12.	Nueva Planificación 4D y 5D.....	138
6.12.1.	Actualización del cronograma 4D	139

6.12.2.	Estimación 5D de impacto económico	140
6.12.3.	Modelado 6D: mantenimiento y vida útil esperada.....	140
6.13.	Presentación y Aceptación de Cambios al Cliente	141
6.14.	Desafíos y Lecciones Aprendidas	143
6.15.	Principales desafíos enfrentados.....	143
6.16.	Soluciones implementadas	144
6.17.	Lecciones aprendidas.....	144
6.18.	Conclusión del Capítulo	145
7.	Conclusiones Generales.....	147
8.	Bibliografía.....	149

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Render referencial del proyecto	2
Ilustración 2 Ubicación del proyecto.....	3
Ilustración 3 Importancia de la metodología BIM	4
Ilustración 4 Anexos de los documentos	18
Ilustración 5: Organigrama del equipo de trabajo	20
Ilustración 6 Herramientas para el desarrollo BIM del proyecto	32
Ilustración 7: Flujo usos BIM.....	38
Ilustración 8: Flujo de trabajo modelado arquitectónico	41
Ilustración 9: Flujo de trabajo modelado estructural.....	42
Ilustración 10: Flujo de trabajo modelado MEP.....	43
Ilustración 11 Informe de interferencias.....	44
Ilustración 12 Programación 4D y 5D vinculadas al modelo federado.....	48
Ilustración 13: Flujo de simulación 4D	50
Ilustración 14: Flujo de revisión 5D.....	51
Ilustración 15 Matriz de intercambio de información	56
Ilustración 16 Documentos base de protocolos	59
Ilustración 17 Informes de coordinación generados interdisciplinarios	65
Ilustración 18 Model checker arquitectura	68
Ilustración 19 Model checker estructura	68
Ilustración 20 Model checker MEP	69
Ilustración 21 Organización del CDE.....	73
Ilustración 22: Matriz de intercambio de información	80
Ilustración 23 Presupuesto 5D	83
Ilustración 24: Matriz de detección de interferencias.....	84

Ilustración 25: Flujo de trabajo arquitectura	93
Ilustración 26: Isometría modelo coordinado	94
Ilustración 27: Detalle multicapa muro de mampostería.....	95
Ilustración 28: Entorno común de datos (ACC)	97
Ilustración 29: Plantilla modelo arquitectónico.....	103
Ilustración 30: Plantillas de vista.....	104
Ilustración 31:Navegador de proyectos	105
Ilustración 32: Nomenclatura de elementos arquitectónicos.....	107
Ilustración 33: Autodesk Construction Cloud	112
Ilustración 34: Flujo de trabajo ACC	113
Ilustración 35: Informe de conflictos arquitectura	115
Ilustración 36: Índice de planos entregados	117
Ilustración 37: Simulación constructiva arquitectónica	120
Ilustración 38: Vinculación con Presto.....	122
Ilustración 39: Render Versión 2.....	123
Ilustración 40: Estudio climatológico en ClimateConsultant.....	125
Ilustración 41: Diagrama psicométrico estrategia de diseño	127
Ilustración 42: Confort climático.....	128
Ilustración 43: Diagrama psicométrico ASHRAE-55	130
Ilustración 44: Análisis de iluminación.....	131
Ilustración 45: Render exterior, interior, corte. Versión 2	131
Ilustración 46: Detalle de alero y quiebra sol, estudio de iluminación Versión 1, Versión 2	132
Ilustración 47: Estrategias de ventilación.....	133
Ilustración 48: Detalle multicapa de tabiquería en fachada, Version 2	134

Ilustración 49: Vista Isométrica exterior, Versión 2	135
Ilustración 50: Presupuesto, Versión 2	139
Ilustración 51: Recuperación del impacto económico inicial.....	140

Lista de Tablas

Tabla 1: Información del proyecto	19
Tabla 2: Hitos relevantes	19
Tabla 3: Niveles de detalle por elemento	22
Tabla 4: Referencias normativas	24
Tabla 5: Términos clave BIM.....	25
Tabla 6: Acrónimos BIM.....	27
Tabla 7: Objetivos específicos BIM.....	29
Tabla 8: Información general del proyecto	30
Tabla 9: Niveles de Desarrollo LOD.....	32
Tabla 10: Partes interesadas (Stakeholder).....	34
Tabla 11: Requisitos de responsabilidad	34
Tabla 12: Matriz de comunicación	36
Tabla 13: Etapas de flujo general de trabajo	37
Tabla 14: Recursos del equipo BIM.....	39
Tabla 15: Flujo de coordinación.....	45
Tabla 16: Clasificación de interferencias.....	45
Tabla 17: Fases del proyecto BIM.....	46
Tabla 18: Proceso de estimación de costos	47
Tabla 19: Estructura de presupuesto.....	49
Tabla 20: Desglose por disciplina:	52
Tabla 21: Desglose por niveles.....	53
Tabla 22: Estructura de trabajo arquitectura	54
Tabla 23: Estructura de trabajo estructuras	54
Tabla 24: Estructura de trabajo MEP	54

Tabla 25: Estructura de trabajo coordinación.....	55
Tabla 26: Normativas de información.....	57
Tabla 27: Códigos de vistas.....	58
Tabla 28: Estrategia de federación	59
Tabla 29: Georreferenciación	60
Tabla 30: Organización de archivos	60
Tabla 31: Gestión del tamaño de archivos	61
Tabla 32: Sistema de gestión documental	62
Tabla 33: Entorno común de datos	62
Tabla 34: Plataformas y formatos aceptados.....	62
Tabla 35: Requisitos de formatos	63
Tabla 36: Entregables por hitos.....	64
Tabla 37: tipo de pruebas	65
Tabla 38: Clasificación de interferencias	66
Tabla 39: Tolerancias de revisión.....	67
Tabla 40: Informes de auditoría	70
Tabla 41: Estados de revisión.....	73
Tabla 42: Prioridades de modelos	74
Tabla 43: Diseño de pruebas BIM.....	74
Tabla 44: Matriz de colisiones	74
Tabla 45: Tolerancias de coordinación.....	75
Tabla 46: Diseño de pruebas	76
Tabla 47: Hitos de coordinación.....	77
Tabla 48: Descripción de requerimiento	81
Tabla 49: Estrategia de organización	81

Tabla 50: Detalle de elementos 4D	82
Tabla 51: Detalle de informe de cumplimiento	85
Tabla 52: Entregables generales	86
Tabla 53: Entregables específicos	86
Tabla 54: Entregables según objetivos	87
Tabla 55: Nomenclatura de elementos arquitectónicos.....	101
Tabla 56: Sistema de clasificación	108
Tabla 57: Sistema de clasificación Omniclass	109
Tabla 58: Definición de LOIN	110
Tabla 59: Estructura de carpetas.....	112
Tabla 60: Resultado de estudio Versión 1	126

Capítulo 1

1. Introducción

La metodología BIM (Building Information Modeling) se ha consolidado como una herramienta clave para la optimización del diseño, planificación y toma de decisiones en proyectos constructivos, permitiendo una gestión precisa de la información desde las fases iniciales. En este contexto, el presente trabajo de titulación aplica dicha metodología para analizar y seleccionar la mejor alternativa de sistema de fachada en el proyecto Edificio Multifuncional NOVA HABITAT, ubicado en la ciudad de Puyo, Ecuador. Este proyecto de uso mixto integra espacios residenciales, comerciales y áreas comunes, por lo que la elección del sistema de envolvente resulta estratégica tanto en términos técnicos como económicos.

1.1. Descripción del proyecto

El proyecto NOVA HABITAT es un desarrollo de uso mixto que combina espacios residenciales, comerciales y de servicios comunitarios en una estructura multifuncional de mediana altura. Se localiza en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, Ecuador, en un entorno urbano consolidado que demanda soluciones arquitectónicas sostenibles y funcionales. Con una superficie total de construcción de 1.485 m², el edificio ha sido concebido bajo un enfoque de eficiencia operativa y aprovechamiento óptimo del suelo urbano, incorporando unidades habitacionales tipo estudio y suite, locales comerciales, áreas de uso común, parqueaderos y espacios técnicos.

La propuesta arquitectónica considera criterios de orientación solar, ventilación cruzada y accesibilidad universal, integrando soluciones pasivas y activas para el confort térmico y acústico. Desde su fase de anteproyecto, la edificación fue modelada utilizando plataformas BIM, lo que permitió una coordinación precisa entre las disciplinas de arquitectura, estructura e instalaciones MEP. Uno de los objetivos principales del

proyecto es la evaluación comparativa de sistemas de fachada con base en parámetros constructivos, económicos, energéticos y de mantenimiento, siendo este el eje central del presente trabajo. La metodología empleada permitió simular el comportamiento técnico de cada solución y cuantificar su impacto en los costos globales del proyecto, lo que garantiza una toma de decisiones informada y alineada con los requerimientos del cliente y las normativas vigentes.



Ilustración 1 Render referencial del proyecto

1.2. Contexto del proyecto

El proyecto NOVA HABITAT se emplaza en la ciudad de Puyo, cantón Pastaza, en la región amazónica del Ecuador. La propuesta se desarrolla en un predio urbano localizado en una intersección estratégica entre las calles, una zona de expansión residencial y comercial con infraestructura vial consolidada y disponibilidad de servicios básicos. La topografía del terreno es predominantemente plana, con una leve pendiente que facilita el drenaje pluvial y permite un diseño eficiente de cimentaciones superficiales. La clasificación del suelo, de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) y las ordenanzas municipales vigentes, es de uso múltiple

(residencial-comercial), con coeficientes de ocupación que permiten una edificación de hasta cinco niveles sobre planta baja.



Ilustración 2 Ubicación del proyecto

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto se ubica en una zona con alto índice de pluviosidad y humedad relativa, lo que exige considerar sistemas constructivos de envolvente que respondan adecuadamente a estas condiciones climáticas, favoreciendo la durabilidad de materiales, el confort higrotérmico interior y la eficiencia energética. Esta ubicación geográfica condiciona directamente la elección del sistema de fachada, ya que se requiere una solución técnica que minimice patologías por humedad, garantice aislamiento acústico, y reduzca el mantenimiento a largo plazo. Por tanto, el análisis contextual se convierte en un insumo determinante para la toma de decisiones dentro del modelo BIM aplicado al diseño y selección de la envolvente del edificio.

1.3. Argumentación y alcance

La implementación de la metodología BIM en el proyecto NOVA HABITAT constituye una estrategia fundamental para garantizar una toma de decisiones informada, coordinada y basada en datos precisos desde la etapa de diseño. En proyectos de uso mixto

localizados en zonas con condiciones climáticas exigentes como Puyo, donde predominan la alta pluviosidad, la humedad relativa y temperaturas constantes, el diseño de la envolvente adquiere un carácter crítico. En este contexto, BIM permite no solo una coordinación eficiente entre disciplinas, sino también la integración de análisis ambientales que aportan criterios de confort y eficiencia al proceso proyectual.

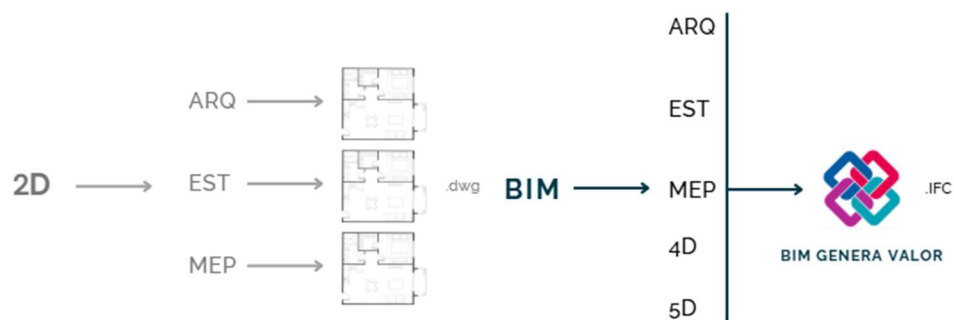


Ilustración 3 Importancia de la metodología BIM

Dentro del alcance de este estudio, se ha empleado el modelo BIM para realizar simulaciones de trayectoria solar, determinando el comportamiento de la radiación a lo largo del año y su impacto en las fachadas. Esto permitió optimizar la orientación y composición de la envolvente, reduciendo ganancias térmicas no deseadas y mejorando el desempeño energético pasivo del edificio. A su vez, se realizaron análisis climatológicos y de iluminación natural utilizando herramientas como Autodesk Insight y plugins especializados, lo cual permitió proponer soluciones constructivas que mejoran la iluminancia de los espacios interiores y reducen la dependencia de iluminación artificial durante el día.

Además, se incorporaron estrategias de confort térmico pasivo ajustadas a la realidad climática de Puyo, como el uso de materiales con inercia térmica adecuada, protección solar, ventilación cruzada controlada y elementos de control higrotérmico en

los sistemas de cerramiento. Estas estrategias fueron evaluadas comparativamente mediante simulaciones dentro del entorno BIM, relacionando aspectos técnicos con criterios de eficiencia energética, sostenibilidad y viabilidad constructiva.

En conjunto, el alcance del proyecto BIM no se limita únicamente al modelado geométrico y coordinación técnica, sino que se extiende a la evaluación multicriterio de alternativas de fachada, vinculando diseño, ambiente, costos y planificación dentro de una plataforma integral que permite entregar soluciones coherentes con los requerimientos del proyecto y los desafíos del entorno

1.4. Justificación

La decisión de implementar la metodología BIM en el proyecto NOVA HABITAT responde a la necesidad de abordar de forma integral y coordinada el diseño y análisis técnico de su sistema de fachada, considerado un elemento constructivo clave en términos de eficiencia energética, confort térmico y desempeño ambiental. En un contexto climático como el de Puyo, caracterizado por una alta humedad relativa, elevada pluviosidad y temperatura constante, la envolvente arquitectónica requiere responder no solo a criterios estéticos y estructurales, sino también a exigencias de protección climática, durabilidad y eficiencia operativa.

El uso de BIM en este proyecto permite modelar, simular y comparar con una alternativa de fachada, integrando datos de geometría, comportamiento térmico, iluminación natural, costos y tiempos de instalación en un entorno colaborativo. Estas capacidades han sido estructuradas conforme a los lineamientos definidos en el EIR (Employer's Information Requirements) del proyecto, el cual establece los objetivos de información, los usos BIM aplicables, el nivel de desarrollo (LOD), los estándares de calidad, y los entregables requeridos. Este documento guía la generación y gestión de la

información técnica durante el ciclo de vida del proyecto, garantizando trazabilidad, cumplimiento normativo y alineación con los intereses del cliente.

La metodología también facilita la detección temprana de conflictos, la estandarización de procesos de modelado, y la automatización de tareas vinculadas al análisis de desempeño, como simulaciones de iluminación natural y eficiencia energética. Gracias a esto, es posible seleccionar un sistema de envolvente que maximice la relación costo-beneficio, minimice el mantenimiento y contribuya a mejorar la calidad ambiental interior del edificio.

En resumen, BIM no solo proporciona una plataforma de coordinación técnica, sino que se convierte en una herramienta estratégica de análisis para tomar decisiones basadas en datos, alineadas al EIR del proyecto y a los objetivos de sostenibilidad, confort y optimización de recursos definidos desde la etapa inicial de diseño.

1.5. Problemática

El proyecto NOVA HABITAT plantea un reto técnico y metodológico vinculado a la selección del sistema de fachada más adecuado para un edificio de uso mixto emplazado en condiciones climáticas particulares, como las de la ciudad de Puyo. El cliente ha establecido desde el inicio del proceso una serie de requerimientos explícitos en el documento EIR, en los que se definen los objetivos generales del proyecto, los entregables digitales, los niveles de desarrollo (LOD), los usos BIM a implementar, y las expectativas de desempeño técnico, ambiental y económico de la envolvente.

Ante estos requerimientos, surge la necesidad de desarrollar un BEP (Plan de Ejecución BIM) que articule de forma estructurada las estrategias de diseño, modelado, coordinación y análisis que permitan dar respuesta a las exigencias planteadas en el EIR. El desafío principal radica en evaluar comparativamente una solución constructiva para la fachada, considerando múltiples variables: eficiencia térmica, durabilidad, costos

directos e indirectos, tiempos de instalación, mantenimiento futuro y comportamiento frente al clima local.

El problema no se limita únicamente a la selección del material o sistema constructivo, sino que implica integrar dicha elección dentro de un proceso BIM que asegure coherencia técnica entre disciplinas, trazabilidad de la información, interoperabilidad entre plataformas, y cumplimiento de normativas y estándares de calidad. Esto exige una gestión eficiente de la información y una coordinación rigurosa entre los actores del proyecto, lo cual refuerza la necesidad de adoptar flujos de trabajo colaborativos, protocolos claros, y plataformas de análisis que permitan evaluar objetivamente el impacto de cada alternativa.

En consecuencia, el presente estudio aborda el problema desde una perspectiva metodológica, proponiendo el uso de BIM como herramienta integral para la evaluación de envolventes arquitectónicas, estructurada a partir del EIR y consolidada mediante la elaboración y aplicación de un BEP específico para el proyecto NOVA HABITAT

CAPÍTULO 2

2. Marco teórico.

2.1. BIM como herramienta de gestión integral en proyectos de edificación.

La metodología BIM ha transformado la manera de crear, diseñar, planificar y ejecutar proyectos de construcción en todo el mundo. A diferencia de los métodos tradicionales, BIM permite centralizar la información técnica, gráfica y documental en un entorno digital colaborativo, facilitando la toma de decisiones, la coordinación interdisciplinaria y el control de los procesos constructivos (Eastman, 2011).

Diversos autores y estudios coinciden en que BIM no debe entenderse únicamente como un software, sino como una metodología integral que abarca personas, procesos y tecnología, y que impacta positivamente en la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos (Smith, 2014; López, 2021). En este sentido, la correcta implementación de BIM en las primeras etapas de un proyecto contribuye a minimizar errores, optimizar recursos y mejorar la calidad de los resultados.

En el caso del proyecto Edificio de uso mixto NOVAHABITAT, se optó por aplicar BIM como eje estratégico desde la fase de planificación, con el objetivo de estructurar la información técnica, coordinar equipos de trabajo y garantizar que las decisiones de diseño y construcción se basen en datos precisos y actualizados.

2.2. Planificación de proyectos de construcción en entornos BIM.

La planificación es una de las fases más críticas en cualquier proyecto constructivo. La falta de coordinación entre disciplinas, los errores de diseño no detectados a tiempo y la escasa trazabilidad de la información son algunas de las causas frecuentes de sobrecostos y retrasos en obra (Morales, 2019).

BIM ofrece una alternativa eficaz para superar estas limitaciones al permitir la planificación virtual del proyecto antes de su ejecución física. La utilización de modelos

3D coordinados y simulaciones 4D permite identificar interferencias, optimizar la secuencia constructiva y anticipar problemáticas que, de otra forma, solo se llegan a verificar en obra.

En el proyecto NOVAHABITAT, esta capacidad de planificación anticipada se potenció mediante la elaboración de documentos clave como el EIR (Requisitos de Información del Cliente) y el BEP (Plan de Ejecución BIM), los cuales definieron los flujos de trabajo, los estándares de calidad y los niveles de detalle requeridos en cada etapa.

2.3. La importancia de la coordinación interdisciplinaria en entornos BIM.

Uno de los principios fundamentales de la metodología BIM es la integración y coordinación efectiva entre las distintas disciplinas involucradas en el proyecto: arquitectura, estructura, instalaciones MEP, entre otras. Esta coordinación se logra a través de modelos federados que permiten visualizar el proyecto de forma integral y detectar posibles interferencias antes de la construcción (Sacks et al., 2018).

La detección temprana de colisiones mediante BIM reduce significativamente los conflictos en obra, optimiza los tiempos de ejecución y mejora la calidad final del proyecto. En NOVAHABITAT, la implementación de procesos de coordinación periódicos, el uso de herramientas como Navisworks Manage y la gestión de información en el Entorno Común de Datos (CDE) son clave para lograr este nivel de integración.

2.4. BIM y sostenibilidad: hacia una construcción más eficiente y responsable.

Más allá de los beneficios técnicos y organizativos, BIM se ha consolidado como una herramienta que contribuye a la sostenibilidad en los proyectos de construcción. Al permitir simular el comportamiento energético, optimizar el uso de materiales y planificar de forma eficiente los procesos constructivos, BIM facilita la toma de decisiones que minimizan el impacto ambiental de las edificaciones (Smith, 2014).

La aplicación de BIM en proyectos de mediana escala en Ecuador no solo mejora la eficiencia técnica, sino que permite incorporar criterios de sostenibilidad de manera práctica y medible. En el caso de NOVAHABITAT, estas estrategias se materializaron en la selección responsable de materiales, el análisis de eficiencia energética y la optimización de procesos constructivos, en coherencia con los objetivos planteados en el EIR y el BEP.

2.5. Metodología

2.5.1. Objetivo general

Aplicar la metodología BIM para analizar y seleccionar la alternativa más eficiente de sistema de fachada para el proyecto, integrando variables técnicas, económicas, climáticas y de confort, en respuesta a los requerimientos definidos en el EIR y conforme a los flujos establecidos en el BEP del proyecto

2.5.2. Objetivos específicos

- Desarrollar modelos BIM multidisciplinarios (Arquitectura, Estructura, MEP) con niveles de detalle progresivos (LOD 300–350) que permitan evaluar el sistema de envolvente en condiciones reales del sitio.
- Aplicar simulaciones de análisis solar, iluminación natural y comportamiento térmico pasivo para determinar el desempeño ambiental de cada alternativa de fachada.
- Vincular los modelos BIM al cronograma de obra (4D) y al presupuesto (5D), permitiendo evaluar el impacto de cada solución en el tiempo y en los costos del proyecto.
- Coordinar los modelos mediante procesos de detección de interferencias (clash detection) y auditoría técnica, garantizando la viabilidad constructiva de la alternativa seleccionada.
- Sistematizar la información generada en el entorno común de datos (CDE), aplicando protocolos definidos en el BEP y asegurando la trazabilidad y calidad de los entregables

2.5.3. Resultados esperados

- Generación de un modelo federado que permita la evaluación comparativa de al menos tres alternativas de sistemas de fachada, considerando parámetros técnicos, estéticos, económicos y de sostenibilidad.
- Elaboración de simulaciones de desempeño ambiental (trayectoria solar, iluminación natural, transferencia térmica) integradas al modelo digital, que justifiquen técnicamente la elección de la alternativa más eficiente.
- Producción de cronogramas simulados y presupuestos detallados vinculados al modelo 5D, con proyecciones de tiempo de instalación y costos por sistema propuesto.
- Definición de criterios técnicos de diseño aplicables a proyectos futuros en contextos similares, promoviendo la implementación de soluciones de envolvente adaptadas a condiciones climáticas ecuatoriales.
- Entrega de documentación técnica estructurada en el CDE, conforme al EIR, que respalde la toma de decisiones del cliente y facilite las fases posteriores de ejecución, operación y mantenimiento del activo

CAPÍTULO 3

3. BEP: BIM Execution Plan.

3.1. Alcance y enfoque BIM del equipo de trabajo.

3.2. Implementación de la metodología BIM

La implementación en el proyecto NOVA HABITAT se enfocó en establecer una estructura de gestión digital que permitiera evaluar técnicamente las alternativas de fachada mediante procesos coordinados, automatizados y trazables. Bajo un enfoque normativo basado en ISO 19650, se organizaron flujos de información, herramientas interoperables y entregables vinculados al análisis de desempeño ambiental, costos y planificación constructiva. Esta aplicación práctica de BIM permitió no solo consolidar los modelos técnicos, sino convertirlos en instrumentos de decisión estratégica orientados a la eficiencia constructiva, sostenibilidad y control de riesgos desde etapas tempranas del proyecto.

3.3. Protocolos y documentación

La correcta implementación de la metodología BIM en el proyecto requirió la definición y aplicación de protocolos normativos que estructuren el flujo de información y aseguren la calidad de los datos generados durante el ciclo de vida del proyecto. Estos protocolos fueron establecidos conforme a los lineamientos del EIR y desarrollados en detalle dentro del BEP, siguiendo estándares internacionales de gestión colaborativa de la información.

Como base normativa, se adoptaron los lineamientos de la ISO 19650, complementados con referencias técnicas específicas como el Manual de Nomenclatura de Documentos de buildingSMART y el Manual de Nomenclatura de Elementos de BIM Learning. Estos documentos proporcionaron una guía sólida para la estructuración de códigos, clasificación de archivos y elementos modelados, garantizando coherencia,

trazabilidad y uniformidad entre disciplinas. La adaptación de estos lineamientos se concretó en los manuales internos de la empresa, en los que se especificaron las convenciones propias del proyecto, asegurando su aplicabilidad al entorno local y las particularidades del edificio multifuncional.

Entre la documentación generada se incluyen: el Plan de Ejecución BIM (BEP), los contratos y asignaciones de roles BIM, el protocolo de nomenclatura para documentos y elementos modelados, el manual gráfico de estilos, y el cronograma de entregables por disciplina. Todo este conjunto fue desarrollado para asegurar el control documental, el cumplimiento de los flujos de revisión, la estandarización del modelado y el orden jerárquico de archivos en el Entorno Común de Datos (CDE), implementado en Autodesk Construction Cloud. Este entorno garantizó la seguridad de la información, la trazabilidad de versiones, y la adecuada transición entre estados de la documentación: WIP, Compartido, Publicado y Archivado.

En conjunto, estos protocolos y documentos han permitido consolidar un proceso de modelado riguroso, coordinado y adaptable, orientado a la toma de decisiones técnica y estratégica sobre el sistema de fachada, conforme a los objetivos establecidos en el EIR

3.4. Control de cumplimiento y plazos de entrega

El control del cumplimiento y de los plazos de entrega en el proyecto se gestionó mediante una planificación estructurada de hitos técnicos definida en el BEP y alineada con los requerimientos del EIR. Para garantizar que los entregables respondan a los niveles de desarrollo (LOD) y calidad requeridos, se estableció un sistema de seguimiento basado en revisiones periódicas, flujos de aprobación y registros en el entorno común de datos (CDE).

Cada disciplina fue responsable de generar y subir sus modelos al entorno WIP de Autodesk Construction Cloud, donde pasaban por un proceso de revisión técnica,

coordinación y validación antes de ser promovidos a los estados de Compartido y Publicado. Este flujo aseguraba que ningún entregable avance sin control de calidad previo, trazabilidad documental y verificación de cumplimiento técnico. Las fechas de entrega, aprobaciones parciales y reportes de revisión se documentaron en actas de coordinación y matrices de seguimiento integradas al cronograma maestro del proyecto.

Se establecieron auditorías de modelo por disciplina, arquitectura, estructura y MEP; verificando aspectos como estructura del modelo, cumplimiento del protocolo de nomenclatura, asignación de parámetros, georreferenciación, uso de familias estándar y consistencia entre vistas, hojas y niveles. Estos controles técnicos se registraron en informes de auditoría respaldados por plantillas internas de revisión, conforme a lo estipulado en el manual de auditoría del proyecto.

Adicionalmente, se aplicaron flujos automatizados de validación en ACC y hojas de control compartidas en tiempo real mediante Google Sheets, lo que permitió al equipo BIM monitorear el avance de entregables, anticipar desviaciones y reprogramar tareas críticas en función de las observaciones generadas. Esta integración entre entorno digital, metodología y gestión documental permitió cumplir con los plazos pactados y mantener altos estándares de calidad técnica en cada fase del modelado

3.5. Seguridad de datos y transparencia

La seguridad de la información y la transparencia en la gestión de datos fueron pilares fundamentales en la implementación BIM del proyecto. Para garantizar la integridad, trazabilidad y control de acceso a los modelos y documentación técnica, se configuró un Entorno Común de Datos (CDE) a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC), en cumplimiento con los principios establecidos por la norma ISO 19650 y los protocolos definidos en el BEP.

Cada integrante del equipo BIM firmó un contrato laboral en el que se estipularon compromisos explícitos de confidencialidad, ética profesional y transparencia en el manejo de la información técnica, enmarcados en los estándares BIM vigentes. Este documento contractual reforzó la responsabilidad individual sobre la gestión de los datos, y su cumplimiento fue considerado un componente obligatorio dentro del esquema de gobernanza digital del proyecto.

En cuanto a la operatividad del CDE, se asignaron permisos de acceso diferenciados según los roles definidos en el organigrama BIM: lectura, edición o aprobación. Estas restricciones garantizan que cada miembro acceda únicamente a la información relevante para su disciplina, protegiendo la integridad del contenido y evitando modificaciones no autorizadas. Además, cada acción dentro de la plataforma queda registrada con trazabilidad completa (usuario, fecha, tipo de modificación), lo que permite un monitoreo constante y verificable del flujo de información.

El sistema gestionó la información en estados jerárquicos (WIP, Compartido, Publicado, Archivado), en los que las transiciones entre fases estuvieron condicionadas a controles de calidad, validaciones formales y cumplimiento de requisitos establecidos en el BEP. A su vez, la plataforma ACC permitió una gestión de incidencias y observaciones en tiempo real, con comentarios geolocalizados sobre el modelo y flujos de aprobación, fortaleciendo la coordinación interdisciplinar y asegurando total visibilidad sobre las decisiones adoptadas en el proceso de selección del sistema de fachada

3.6. Alcance de las actividades

3.6.1. Seguridad de datos y transparencia

El EIR (Employer's Information Requirements) es el documento estratégico que establece las necesidades de información del cliente y los lineamientos que deben guiar la ejecución del proyecto bajo metodología BIM. En el caso del proyecto, este documento

fue determinante para estructurar el modelo de gestión digital y orientar los procesos de diseño, modelado, coordinación y análisis técnico, particularmente en la evaluación del sistema de fachada.

El EIR del proyecto incluyó una serie de componentes esenciales que permitieron al equipo BIM desarrollar un enfoque metodológico alineado con los objetivos del cliente. Entre los elementos definidos se encuentran: descripción básica del proyecto, equipo de trabajo y roles, objetivo general y específicos, usos BIM, plan de entrega de información (IDP), requisitos de información, plantillas de proyecto, nivel de detalle (LOD), nivel de información (LOIN), responsabilidades por disciplina, protocolo de coordinación, estándares de calidad y auditoría, protocolo de nomenclatura, software autorizado, entregables formales y conclusiones de propuesta. Todos estos aspectos fueron posteriormente integrados y desarrollados en el BEP, asegurando su aplicación operativa en el proyecto.

Desde una perspectiva académica, el EIR constituye el punto de partida contractual para la gestión de información en entornos BIM y debe ser lo suficientemente detallado para alinear expectativas, procesos y entregables (Eastman et al., 2011). Asimismo, su desarrollo se realizó conforme a los principios de la norma ISO 19650-1, la cual establece que este documento debe comunicar claramente las condiciones para el uso efectivo de la metodología BIM, la trazabilidad de la información y el cumplimiento de estándares colaborativos (BSI, 2018).

A partir del EIR, se definieron los usos BIM prioritarios para el proyecto: diseño de especialidades, coordinación 3D, planificación 4D, estimación de costos 5D, análisis de iluminación natural, simulaciones térmicas pasivas y generación de documentación técnica interoperable. Estos usos, aplicados estratégicamente al análisis del sistema de

fachada, permitieron desarrollar un flujo de trabajo coherente, colaborativo y altamente técnico.

3.6.2. Usos BIM aplicados según el EIR

Los usos BIM aplicados en el proyecto fueron definidos a partir de los lineamientos establecidos en el EIR y desarrollados detalladamente en el BEP, respondiendo a una estructura metodológica alineada a las mejores prácticas internacionales y al marco normativo de la ISO 19650. Estos usos permitieron estructurar flujos de trabajo eficientes y colaborativos para evaluar de manera técnica y cuantitativa las alternativas de fachada propuestas para el edificio. El EIR contempló los siguientes usos BIM prioritarios:

- **Análisis de requerimientos del programa de arquitectura:** se utilizó BIM como herramienta para validar espacialmente los requerimientos funcionales del cliente y garantizar la coherencia del diseño arquitectónico con las condiciones de sitio y normativa local.
- **Obtención de documentación:** se generaron entregables gráficos y no gráficos (planos, modelos, reportes) a partir de los modelos BIM, asegurando precisión geométrica, consistencia documental y trazabilidad digital.
- **Diseño de especialidades:** se modelaron las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP con niveles de desarrollo progresivos, integrando parámetros técnicos, constructivos y ambientales para facilitar la toma de decisiones.
- **Coordinación 3D:** se ejecutaron procesos de federación y detección de interferencias mediante Navisworks Manage, garantizando la compatibilidad geométrica entre disciplinas y reduciendo riesgos de colisiones en obra.

- **Modelado 4D / Planificación de fases:** se vinculó el modelo federado con cronogramas de obra, simulando la secuencia constructiva de cada alternativa de fachada para evaluar su impacto temporal.
- **Estimación de cantidades y costos (5D):** se integraron herramientas como Cost-It y Presto para extraer cantidades directamente del modelo y realizar presupuestos comparativos de cada solución de envoltente.
- **Revisión de modelos de diseño:** se implementaron procesos de validación continua por disciplina, con revisiones técnicas, auditorías internas y flujos de aprobación documentados en el entorno común de datos (CDE).

Estos usos BIM, definidos con claridad en el EIR, no solo aportaron valor técnico en la etapa de diseño, sino que permitieron una toma de decisiones estratégica, reduciendo incertidumbre y anticipando problemas antes de la ejecución. Como señalan Succar (2009) y Eastman et al. (2011), la correcta definición e implementación de usos BIM es fundamental para lograr eficiencia, trazabilidad y mejora continua en proyectos colaborativos, especialmente cuando se integran análisis multicriterio como los vinculados a envoltentes arquitectónicas.



Ilustración 4 Anexos de los documentos

3.6.3. Información del proyecto

Tabla 1: Información del proyecto

Promotor	INNOBIM
Nombre Del Proyecto	NOVA HABITAT
Ubicación Del Proyecto	Av. Francisco de Orellana y calle Ceslao Marin, Puyo, Ecuador.
Descripción Breve Del Proyecto	Edificio de uso mixto de vivienda y comercio.
Área Del Predio	703.80 m2
Área De Construcción	
Número De Predio	

3.6.4. Hitos relevantes

Tabla 2: Hitos relevantes

HITO	FORMATO	RESPONSABLE
Eir	PDF	Gerente BIM
Pre bep	PDF	Gerente BIM
Bep	PDF	Gerente BIM
Anteproyecto volumétrico	PDF	Coordinador BIM
Plantillas de trabajo	RFA	Coordinador BIM
Modelo arquitectónico	RVT	Líder arquitectura
Modelo estructural	RVT	Líder estructura
Modelo mep	RVT	Líder MEP
Coordinación de interferencias	NWD	Coordinador BIM
Planos arquitectónicos	PDF	Líder arquitectura
Planos estructurales	PDF	Líder estructura
Planos mep	PDF	Líder MEP
Simulación constructiva	NWD	Coordinador BIM
Presupuesto de obra	presto	Gerente/Coordinador BIM

3.6.5. Organigrama del equipo de trabajo.

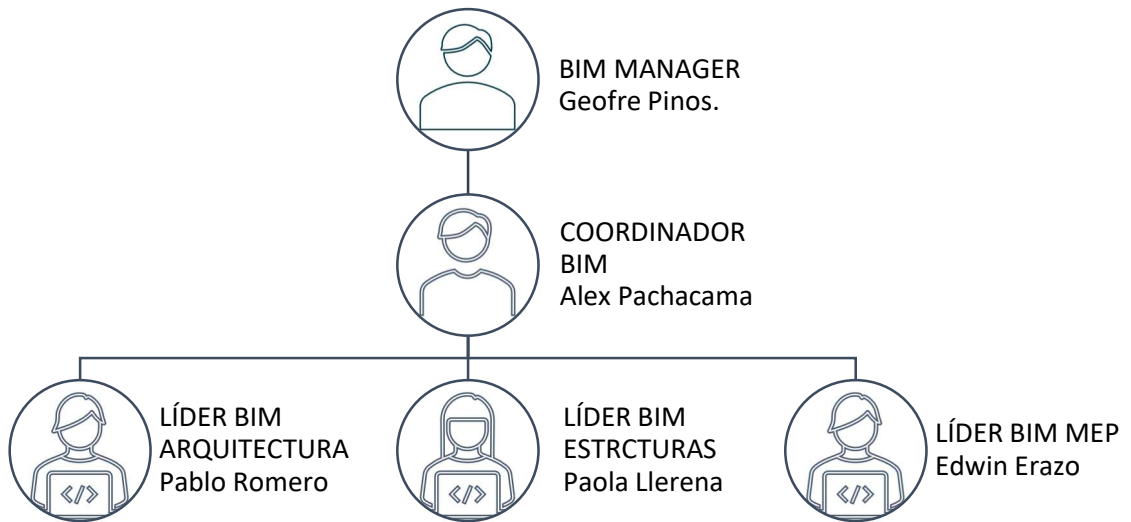


Ilustración 5: Organigrama del equipo de trabajo

3.6.6. Roles y responsabilidades

Gerente BIM

- Coordinación de diseño arquitectónico base
- Supervisar y coordinar todas las actividades relacionadas con BIM en el proyecto.
- Asegurar la integración y colaboración entre todas las disciplinas.
- Gestionar la implementación de BIM y garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Análisis de costos y presupuestación general de la Obra
- Planificación del cronograma de Obra

Coordinador BIM

- Entrega de Plantillas de vista de cada disciplina y libro de estilos.
- Coordinar el flujo de información entre los diferentes equipos y disciplinas.
- Asegurar la correcta implementación de los estándares y protocolos BIM.

- Revisión de calidad de los modelos
- Realizar revisiones periódicas del modelo BIM para identificar y resolver posibles conflictos.
- Verificación de cumplimiento de las normativas de los modelos

Líder arquitectura

- Creación y supervisión del modelo 3D
- Colaborar con los equipos estructurales y MEP para asegurar la coherencia del diseño.
- Participar en la elaboración del libro de estilo de arquitectura y plantillas de vistas de arquitectura
- Resolución de las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

Líder estructura

- Diseñar, analizar y modelar la estructura del edificio, asegurando su estabilidad y seguridad.
- Coordinar con el equipo de arquitectura para integrar los elementos estructurales en el diseño general.
- Participar en la elaboración del protocolo de estilo y plantillas de vistas
- Resolver las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

Líder MEP

- Diseñar, planificar y modelar los sistemas mecánicos, eléctricos e hidrosanitarios del proyecto.
- Asegurar que los sistemas MEP cumplan con las normativas vigentes y no interfieran con otros elementos del proyecto.
- Colaborar con los equipos de arquitectura y estructura para integrar los sistemas MEP en el diseño general.
- Participar en la elaboración del protocolo de estilo y plantillas de vistas
- Desarrollo de los flujos de trabajo de la disciplina
- Resolver las colisiones disciplinares
- Elaboración de la documentación y entregables de acuerdo con lo descrito en el contrato según su disciplina.

3.6.7. Niveles de detalle por elemento (LOD)

Tabla 3: Niveles de detalle por elemento

Usos BIM		Descripción	LOD
1	Análisis de requerimientos del programa de arquitectura	Es el proceso en el cual se pueden plasmar los requerimientos del Cliente, este proceso permitió la toma de decisiones de diseño estructural, arquitectónico y MEP en la cual se determinó la posición de las salas de cine, restaurante, oficinas, baños y patio de comidas. Asimismo, se recomendó la fachada y las mejores opciones de para la cubierta del patio de comidas.	200
2	Obtención de documentación	Generar documentación gráfica y no gráfica que permita el entendimiento claro del proyecto para su construcción mediante el uso del entorno común de datos, en este caso Autocad Construction Cloud	200
3	Diseño de especialidades	Desarrollo de los modelos arquitectónico, estructural y MEP, tomando en cuenta las necesidades del proyecto (aislamiento acústico, iluminación en salas, estructura, sistemas MEP, recolección de aguas lluvia)	300

4	Modelado 4D	Planificación de la fase de construcción tomando en cuenta todas especialidades	300- 350
---	-------------	---	-------------

3.6.8. Introducción al Plan de Ejecución BIM (BEP)

El Plan de Ejecución BIM (BEP) es un documento estratégico que define cómo se implementará la metodología Building Information Modeling (BIM) a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, estableciendo los procesos, responsabilidades, estándares y flujos de información para garantizar una correcta colaboración entre los diferentes actores involucrados. Según la ISO 19650, el BEP es esencial para coordinar la producción y el intercambio de información en entornos colaborativos, asegurando que los requisitos del cliente se cumplan mediante un enfoque sistemático y trazable ([ISO 19650-1, 2018](#)).

En el caso del proyecto, ubicado en Puyo, Ecuador, el BEP se configura como una herramienta clave para garantizar la calidad, sostenibilidad y eficiencia del desarrollo constructivo, integrando estándares internacionales, protocolos de intercambio y herramientas digitales como Revit, BIM 360, Navisworks y Presto. Tal como establece la Guía para la Elaboración del BEP del Gobierno de España, el BEP "debe adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto, estableciendo las condiciones particulares de producción, coordinación y entrega de los modelos BIM". ([Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 9](#)) Para este proyecto, el BEP articula el uso de modelos multidisciplinares, planificación 4D, presupuestación 5D y mantenimiento 6D, asegurando así una visión integral y sustentable en todas las fases del ciclo de vida del edificio.

3.6.9. Referencias

Este apartado establece el marco normativo y técnico en el que se basa la implementación BIM del proyecto Edificio Multifuncional NOVA HABITAT. Incluye normas internacionales, estándares nacionales, guías metodológicas y documentos internos que definen los criterios para el modelado, nomenclatura, coordinación,

auditoría, intercambio y entrega de información. Estas referencias aseguran la coherencia, interoperabilidad, trazabilidad y calidad durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto, y su aplicación es obligatoria para todos los actores involucrados.

Tabla 4: Referencias normativas

Referencia	Descripción
ISO 19650-1, 2 y 3	Normas internacionales para la gestión de la información en entornos BIM. Regulan el ciclo de vida del activo, el entorno común de datos (CDE) y los flujos de trabajo colaborativos.
ISO 9001:2015	Norma de gestión de calidad aplicada al control y aseguramiento de procesos BIM y entregables.
ISO 14001:2015	Norma de gestión ambiental para procesos de diseño y construcción sostenibles.
ISO 45001:2018	Norma para gestión de la seguridad y salud en el trabajo, aplicable al diseño y planificación de obra BIM.
EN 17412-1:2020	Norma europea que define el Nivel de Necesidad de Información (LOIN), clave para estructurar el contenido informativo de los modelos BIM.
BS 1192:2007 + A1:2015	Estándar británico para producción colaborativa de información y codificación de archivos.
AIA G202-2013	Protocolo del Instituto Americano de Arquitectos que establece los usos BIM por fase y roles informativos.
IFC (ISO 16739)	Formato abierto para interoperabilidad entre plataformas BIM y software especializado.
Estrategia Nacional BIM de Colombia (2020–2026)	Marco estratégico latinoamericano que orienta la adopción de BIM en la región.
Manual de Nomenclatura BIM – INNOBIM Studio	Documento interno que define la codificación de archivos, objetos y planos del proyecto según ISO 19650 y buildingSMART.
EIR – Requisitos de Intercambio de Información	Documento contractual del cliente que define los entregables esperados, LOD/LOI, nomenclatura, auditorías y herramientas.
Protocolo BIM y Criterios Generales de Modelado	Documento que regula el uso del CDE, nomenclatura, auditorías, granularidad y criterios de interoperabilidad.
Plan de Ejecución BIM (BEP)	Documento principal que articula los procesos, roles, herramientas, planificación y controles del desarrollo BIM del proyecto.

3.6.10. Definiciones

Este apartado tiene como propósito establecer un glosario común de términos esenciales utilizados en la implementación BIM del proyecto. La claridad conceptual es fundamental para asegurar una comunicación efectiva entre los distintos agentes del proyecto y evitar ambigüedades en la interpretación de procesos, responsabilidades y entregables. Tal como lo establece la Guía para la Elaboración del BEP (2020), “la definición clara y compartida de los términos es uno de los pilares para la colaboración eficaz en entornos BIM” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 6).

A continuación, se presenta una tabla con los términos clave, sus definiciones y su aplicación directa en el proyecto.

Tabla 5: Términos clave BIM

Término	Definición	Aplicación BIM en el Proyecto
BEP (Plan de Ejecución BIM)	Documento que define cómo se implementará BIM en un proyecto, especificando procesos, roles, entregables y herramientas	Guía principal para la gestión colaborativa del modelo BIM en NOVA HABITAT desde diseño hasta operación
EIR (Exchange Information Requirements)	Requisitos del cliente sobre la información que debe generarse, intercambiarse y entregarse en el proyecto	Define los entregables informativos exigidos por el promotor, incluyendo formatos, niveles de detalle y cronograma
LOD (Level of Development)	Nivel de desarrollo del modelo BIM, incluyendo precisión geométrica y atributos no gráficos	Se aplican LOD 300-350 para arquitectura y estructuras, y LOD 300 para MEP, conforme a la fase de diseño constructivo
LOI (Level of Information)	Nivel de información no gráfica que debe contener un objeto BIM	Define los parámetros técnicos, de mantenimiento y clasificación de los elementos modelados.
LOIN (Level of Information Need)	Combinación de LOD + LOI + lógica de entrega según EN 17412	Permite ajustar la carga informativa del modelo según su uso y etapa del proyecto

Modelo Federado	Integración de modelos disciplinares en una sola vista común para coordinación	Permite identificar interferencias y validar consistencia espacial entre ARQ, EST y MEP con Navisworks.
CDE (Common Data Environment)	Entorno común de datos donde se almacena, gestiona y comparte toda la información del proyecto	Implementado con Autodesk Construction Cloud (ACC) para control de versiones, trazabilidad y flujos de revisión
Clash Detection	Proceso automatizado de detección de interferencias entre modelos BIM	Se aplica en Navisworks para validar el modelo federado antes de la entrega y durante revisiones periódicas.
Entregables BIM	Documentos y archivos que constituyen los productos formales del proceso BIM	Incluyen modelos RVT/IFC, planos PDF, reportes NWD, cronogramas 4D y presupuestos 5D, definidos en el IDP.
IDP (Information Delivery Plan)	Plan que define qué información se debe entregar, cuándo y en qué formato	Cronograma contractual de entregables BIM alineado al EIR y al BEP del proyecto.
Interoperabilidad	Capacidad de distintos sistemas y software de compartir e interpretar información sin pérdida de datos	Se asegura mediante formatos abiertos (IFC) y el cumplimiento de normas ISO 16739.
Roles BIM	Funciones y responsabilidades asignadas a cada participante en el proyecto	Incluyen BIM Manager, Coordinador BIM, Líderes disciplinares y modeladores, conforme a la estructura definida por INNOBIM Studio.

3.6.11. Acrónimos

Este apartado recopila los acrónimos y abreviaturas clave utilizados en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y en la documentación técnica del proyecto. Su propósito es estandarizar la terminología para todos los actores involucrados, garantizando claridad y coherencia en los procesos de comunicación, modelado, documentación y gestión de información. Tal como sugiere la Guía para la Elaboración del BEP, la inclusión de una lista de acrónimos facilita la lectura del documento y evita interpretaciones erróneas en entornos colaborativos (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 6).



Tabla 6: Acrónimos BIM

Acrónimo	Significado	Aplicación en el Proyecto
BEP	BIM Execution Plan	Define cómo se implementará BIM en NOVA HABITAT
EIR	Exchange Information Requirements	Documento del cliente con requerimientos informativos
CDE	Common Data Environment	Plataforma centralizada (ACC) para gestión de archivos y modelos
LOD	Level of Development	Nivel de desarrollo geométrico e informativo de un objeto BIM
LOI	Level of Information	Información no gráfica asociada a un objeto
LOIN	Level of Information Need	Especificación combinada de LOD + LOI + lógica de entrega
MIDP	Master Information Delivery Plan	Cronograma maestro de entregas de información
IDP	Information Delivery Plan	Plan específico de entregables por fase
IFC	Industry Foundation Classes	Formato abierto para interoperabilidad entre software BIM
ACC	Autodesk Construction Cloud	Plataforma usada como CDE para control documental
RVT	Revit Project File	Formato nativo del modelo BIM en Autodesk Revit
NWD/ NWC	Navisworks File	Formato de modelos federados y de coordinación
WIP	Work In Progress	Archivos en desarrollo no listos para revisión externa
ISO	International Organization for Standardization	Normas internacionales de gestión de calidad, seguridad y BIM
EPD	Environmental Product Declaration	Certificación ambiental de materiales utilizados
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing	Sistemas electromecánicos modelados en el proyecto
ARQ	Arquitectura	Disciplina del diseño arquitectónico en Revit
EST	Estructura	Disciplina estructural del proyecto
COO	Coordinación	Responsable de federación y revisión interdisciplinaria

4. Plan de Ejecución BIM

La implementación de la metodología BIM en el proyecto, ubicado en Puyo, Ecuador, responde a la necesidad de optimizar la planificación, coordinación y sostenibilidad del desarrollo urbano contemporáneo. Este enfoque busca garantizar la trazabilidad de la información, la eficiencia en los procesos constructivos y la transparencia en la toma de decisiones mediante un entorno digital colaborativo. Tal como lo destaca la Guía para la Elaboración del BEP, “el BEP permite establecer un marco común para que todos los agentes colaboren con objetivos alineados y un lenguaje compartido” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 10).

La visión de este BEP es consolidar una gestión integral de la información desde la fase de diseño hasta la operación del activo, aplicando los principios de interoperabilidad, control de calidad y mejora continua. Con ello, se busca contribuir a la sostenibilidad ambiental, la eficiencia energética y la reducción de errores y sobrecostos durante el ciclo de vida del edificio.

4.1. Objetivo General

Optimizar la gestión de la información del proyecto mediante la implementación de la metodología BIM, garantizando eficiencia, trazabilidad, sostenibilidad y calidad en las fases de diseño, construcción y operación del activo.

4.2. Objetivos Específicos

- Implementar un entorno común de datos (CDE) basado en Autodesk Construction Cloud.
- Federar modelos de arquitectura, estructura y MEP en formato NWD para coordinación y clash detection.
- Aplicar estándares ISO 19650, ISO 9001, 14001 y 45001 en los flujos de trabajo.
- Estandarizar nomenclaturas y codificación según el manual de INNOBIM Studio.
- Generar cronogramas 4D y presupuestos 5D vinculados a los modelos RVT.
- Reducir en un 10% los errores de obra mediante detección de interferencias.

- Aplicar criterios de sostenibilidad en la selección de materiales (certificaciones EPD).
- Fortalecer el trabajo colaborativo interdisciplinar bajo el liderazgo del BIM Manager.

Tabla 7: Objetivos específicos BIM

Objetivo Específico	Usos BIM Relacionados	Descripción	Responsable
Desarrollar un modelo BIM federado conforme a la plantilla de proyecto	Modelado 3D disciplinar Modelado federado	Generación de modelos independientes por disciplina y su integración en un modelo federado coordinado	Coordinador BIM
Implementar un modelo BIM multidisciplinario en un entorno colaborativo	Entorno común de datos (CDE) Gestión documental	Uso de ACC para control de versiones, trazabilidad y flujos de trabajo colaborativo	BIM Manager
Aplicar protocolos de intercambio de información y estándares internacionales	Gestión de entregables Control de calidad	Aplicación del IDP, estándares ISO 19650 y normas internas para organización de información	BIM Manager
Detectar y clasificar interferencias mediante herramientas de clash detection	Detección de interferencias (Clash detection)	Identificación y resolución de conflictos entre disciplinas con Navisworks	Coordinador BIM
Implementar un Plan de Entregas de Información (IDP) para definir plazos y formatos	Planificación de entregas (MIDP/IDP)	Definición de cronogramas de entregables BIM conforme a lo solicitado en el EIR	Coordinador BIM
Reducir en un 10% los errores de obra	Simulación 4D Clash detection	Validación temprana del diseño para evitar reprocesos, omisiones y conflictos en obra	Coordinador BIM + Líderes disciplinares
Generar modelos 5D para gestión de costos y 6D para mantenimiento	Estimación de costos (5D) Mantenimiento y operación (6D)	Vinculación del modelo con presupuestos y planificación de mantenimiento mediante parámetros LOIN	Líder BIM Costos / Coordinador BIM

Fortalecer habilidades de trabajo colaborativo y gestión de información	Capacitación BIM Flujos de revisión	Aplicación de flujos estandarizados en ACC, reuniones semanales y auditorías internas	BIM Manager
--	-------------------------------------	---	-------------

4.3. Información General del Proyecto

El proyecto es un desarrollo multifuncional ubicado en Puyo, Ecuador, diseñado para integrar vivienda, comercio y espacios comunitarios sostenibles. Se trata de un edificio de uso mixto con un área de construcción de 1.485 m², orientado a la optimización energética, funcionalidad arquitectónica y gestión eficiente de recursos mediante la metodología BIM.

Desde su concepción, el proyecto ha adoptado estándares internacionales y estrategias digitales para garantizar la interoperabilidad, trazabilidad y coordinación efectiva entre disciplinas. Esto responde al enfoque colaborativo propuesto por la norma ISO 19650, que establece como prioridad la gestión integral de la información durante todo el ciclo de vida del activo (ISO 19650-1:2018).

Tabla 8: Información general del proyecto

Elemento	Detalle
Nombre del Proyecto	Edificio Multifuncional NOVA HABITAT
Ubicación	Puyo, Provincia de Pastaza, Ecuador
Área de construcción	1.485 m ²
Tipo de proyecto	Uso mixto: residencial + comercial
Promotor	INNOBIM Studio Cía. Ltda.
Plataforma de desarrollo BIM	Autodesk Revit + Navisworks + Autodesk Construction Cloud (ACC)
Normativa técnica aplicada	ISO 19650-1, 19650-2, ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001
Coordinador BIM	Ing. Alex Pachacama
BIM Manager	Arq. Geofre Pinos

4.4. Descripción del proyecto

El proyecto NOVA HABITAT tiene como propósito principal la implementación de un sistema de fachada innovador, que supere las limitaciones de las soluciones tradicionales en términos de rendimiento térmico, eficiencia energética y sostenibilidad ambiental. Para ello, se adopta la metodología BIM como herramienta estratégica para analizar, comparar y coordinar alternativas constructivas desde etapas tempranas de diseño.

La metodología BIM permite integrar variables ambientales, constructivas y operativas en un entorno digital que facilita la toma de decisiones informadas sobre el comportamiento de la envolvente, optimizando su desempeño a lo largo del ciclo de vida del edificio. La fachada del proyecto no solo será un componente arquitectónico, sino un sistema técnico que responde a condiciones climáticas locales, control solar, ventilación cruzada y reducción de la demanda energética del edificio.

Este enfoque integral posiciona al proyecto como una referencia en el uso de BIM para soluciones pasivas de eficiencia energética en entornos urbanos de clima húmedo tropical, alineado con estándares internacionales de sostenibilidad y las mejores prácticas de diseño bioclimático.

4.5. Justificación del Enfoque BIM

La adopción de BIM en NOVA HABITAT responde a la necesidad de integrar de forma eficiente el diseño arquitectónico, la estructura y las instalaciones (MEP), minimizando errores de obra, optimizando costos y facilitando la sostenibilidad ambiental. Se busca establecer un precedente en el uso de tecnologías digitales en la región amazónica ecuatoriana, fortaleciendo la toma de decisiones basadas en datos verificables.

4.6. Herramientas para el desarrollo

Autodesk Revit

Modelado disciplinario (arquitectura, estructura y MEP). Uso de plantillas institucionales con estilos, nomenclatura y filtros predefinidos.



Navisworks Manage

Coordinación y federación de modelos. Detección y clasificación de interferencias. Generación de reportes de colisiones según prioridad y disciplina.



Presto

Extracción de cantidades y control de presupuesto (BIM 5D). Conexión con modelos para planificación de costos.



Teams

Comunicación y medio por el cual se dan las reuniones del equipo de trabajo de INNOBIM.



Insight (Revit)

Simulaciones energéticas preliminares. Evaluación de desempeño de fachada y confort térmico en el contexto amazónico



Autodesk Construction Cloud (ACC)

Plataforma para almacenamiento, revisión y control de versiones. Gestión de archivos estandarizada por codificación y roles.



Ilustración 6 Herramientas para el desarrollo BIM del proyecto

4.7. Niveles de Desarrollo

Los niveles de desarrollo (LOD – Level of Development) establecen el grado de precisión geométrica y de información no gráfica que debe tener un elemento dentro del modelo BIM, en función de su uso y etapa del proyecto. Esta clasificación es clave para la planificación progresiva de entregables y la toma de decisiones informadas.

Según la Guía para la Elaboración del BEP del MITMA, “la definición de niveles de desarrollo garantiza que cada disciplina sepa exactamente qué información debe modelar en cada fase del proyecto, evitando sobrecargas o ambigüedades” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 16). A su vez, organizaciones como BIM Forum (2019) estandarizan estos niveles bajo la nomenclatura LOD 100 a LOD 500, ampliamente utilizada a nivel internacional.

Tabla 9: Niveles de Desarrollo LOD

Nivel	Definición General	Aplicación en el Proyecto NOVA HABITAT
LOD 100 – Conceptual	Representación gráfica genérica con información básica de masas y ubicación. No apta para análisis detallado.	Se utiliza en los estudios preliminares de volumetría y análisis de ocupación del lote.

LOD 200 – Esquemático	Elementos modelados con geometría aproximada, identificables por categoría y ubicación. Contiene propiedades genéricas.	Aplicado en la etapa de diseño anteproyecto para definir zonas de fachada, áreas funcionales y sistemas generales.
LOD 300 – Desarrollo Detallado	Geometría precisa y parametrizada. Elementos definidos dimensionalmente y coordinados espacialmente.	Nivel mínimo exigido para arquitectura, estructura y MEP durante la etapa de diseño constructivo. Base para detección de interferencias y modelos federados.
LOD 350 – Coordinación	Elementos con detalles de conexiones, interacción entre disciplinas y soporte físico representado.	Se aplica en componentes de fachada que requieren coordinación precisa con estructura y MEP (anclajes, vanos técnicos, juntas).
LOD 400 – Fabricación	Geometría lista para producción o prefabricación. Contiene detalles específicos de montaje.	Aplicable en soluciones de fachada industrializada o sistemas prefabricados si se selecciona esta alternativa.
LOD 500 – As-Built / Gestión	Representa fielmente el activo construido. Incluye datos reales de instalación, fabricante, mantenimiento y operación.	Será implementado al final del proyecto como modelo de operación 6D, con datos de la envolvente, equipamientos e instalaciones.

4.8. Partes Interesadas

En el contexto de un proyecto BIM, las partes interesadas (stakeholders) son todas aquellas personas, grupos u organizaciones que pueden afectar, verse afectadas o percibirse como afectadas por las decisiones, actividades o resultados del proyecto. Según el PMBOK_Guide del PMI, la adecuada identificación y gestión de stakeholders es esencial para el éxito del proyecto, ya que su influencia puede determinar la viabilidad técnica, económica y operativa de los entregables (PMI, 2021).

En la metodología BIM, las partes interesadas no solo se definen por su rol contractual o financiero, sino también por su participación en la producción, validación, uso y operación de los modelos. La norma ISO 19650 y la Guía para la Elaboración del BEP destacan la importancia de una comunicación clara, estructuras de responsabilidad

definidas y un entorno colaborativo para alinear intereses diversos en torno a objetivos comunes (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 7).

Tabla 10: Partes interesadas (Stakeholder)

Categoría	Stakeholder	Rol Principal	Responsabilidad en BIM
Cliente / Promotor	UISEK / Elmer Muñoz	Mandante del proyecto	Define el EIR, valida entregables, toma decisiones
BIM Manager	Arq. Geofre Pinos	Gestión integral BIM	Coordina la ejecución BIM conforme al BEP y estándares ISO
Coordinador BIM	Ing. Alex Pachacama	Coordinación interdisciplinaria	Supervisa integración de modelos y detección de interferencias
Diseñadores disciplinares	Líderes ARQ, EST, MEP	Producción de modelos	Desarrollan y actualizan modelos conforme a LOD/LOIN y protocolos
Modeladores BIM	Equipo técnico de cada disciplina	Desarrollo de contenido	Modelan elementos según parámetros definidos y entregables

4.9. Contactos y Requisitos de Responsabilidad

El presente apartado define los principales responsables de la ejecución BIM del proyecto, detallando su rol, empresa asignada, funciones específicas dentro del proceso colaborativo y datos de contacto. Esta información asegura trazabilidad, comunicación eficiente y cumplimiento de las responsabilidades descritas en este BEP y el EIR del proyecto.

Tabla 11: Requisitos de responsabilidad

Empresa	Cargo	Descripción del Cargo	Nombre Responsable	Teléfono
UISEK	Cliente	Mandante del proyecto. Supervisa cumplimiento del EIR y valida entregables.	Elmer Muñoz	

INNOBIM Studio	BIM Manager	- Coordinación general de la ejecución BIM. - Implementación del BEP y estándares ISO. - Control de entregables y cumplimiento del EIR. - Supervisión del CDE y gestión documental. - Reporte a la dirección del proyecto.	Arq. Geofre Isaac Pinos Zapata	0996773164
INNOBIM Studio	Coordinador BIM	- Integración de modelos disciplinares. - Planificación del cronograma BIM. - Revisión de calidad de modelos. - Generación de reportes de interferencias. - Coordinación entre los líderes de disciplina.	Ing. Alex Pachacama	0998967877
INNOBIM Studio	Líder Arquitectura	- Desarrollo del modelo 3D arquitectónico. - Participación en protocolos de estilo. - Resolución de interferencias disciplinares. - Elaboración de entregables de arquitectura.	Arq. Pablo Alejandro Romero Hallo	0996400164
INNOBIM Studio	Líder Estructuras	- Desarrollo del modelo estructural 3D. - Participación en plantillas y protocolos. - Coordinación con arquitectura y MEP. - Generación de entregables estructurales.	Ing. Paola Maritsa Llerena Bonilla	0987087236
INNOBIM Studio	Líder MEP	- Desarrollo de modelos eléctricos, sanitarios y HVAC. - Revisión y resolución de interferencias. - Producción de entregables técnicos MEP.	Ing. Edwin Stalyn Erazo	0996101339

4.10. Matriz de Comunicación y Flujo de Información

Una comunicación efectiva y estructurada entre las partes interesadas es fundamental para garantizar el éxito de un proyecto BIM. Según la ISO 19650-2, "la gestión de la información requiere definir claramente los flujos de intercambio, revisión y validación de datos entre roles responsables" (ISO, 2018). Por su parte, el PMI enfatiza que "la gestión de las comunicaciones del proyecto asegura que la información correcta llegue a las personas adecuadas en el momento oportuno" (PMI, 2021).

En el proyecto, se implementa un entorno común de datos (CDE) basado en Autodesk Construction Cloud (ACC) que centraliza los flujos de trabajo colaborativos, revisiones y aprobaciones. La siguiente matriz establece los canales, frecuencia, medios y responsables clave para la coordinación y control informativo.

Tabla 12: Matriz de comunicación

Actividad	Emisor	Receptor	Medio	Frecuencia	Propósito
Reunión de coordinación BIM	BIM Manager	Todos los líderes disciplinares	Microsoft Teams / Presencial	Semanal	Revisión de avances, interferencias y planificación
Entrega de modelos WIP	Líder disciplinar	Coordinador BIM	ACC (WIP Folder)	Quincenal	Compartir avances internos para revisión previa
Revisión de interferencias	Coordinador BIM	Líderes ARQ / EST / MEP	Navisworks clash report (PDF/NWD)	Quincenal	Detectar, clasificar y asignar resolución a conflictos
Aprobación de entregables	Coordinador BIM	BIM Manager / Cliente	ACC (Folder Compartido)	Según hitos IDP	Validar modelos antes de entrega oficial
Comunicación de incidencias	Cualquier miembro del equipo	Coordinador BIM	ACC / Email	Inmediata	Reportar errores críticos, colisiones o riesgos
Actualización del cronograma BIM	Coordinador BIM	Todos los responsables	ACC / Excel compartido	Mensual	Visualizar planificación de entregables e hitos
Comunicación con autoridades locales	Representante del cliente	Entidades reguladoras	Email / Oficio	Según requerimientos	Presentar documentación técnica y tramitar licencias

Emisión de reportes de control	BIM Manager	Dirección de proyecto	Informe PDF / Presentación	Mensual	Evaluar cumplimiento del BEP, EIR y KPI BIM
---------------------------------------	-------------	-----------------------	----------------------------	---------	---

4.11. Flujo general de trabajo

El flujo general de trabajo en un entorno BIM se define como la secuencia lógica y coordinada de actividades que regulan la producción, validación, integración y entrega de modelos y documentación técnica entre todos los agentes del proyecto. Esta organización es fundamental para garantizar la trazabilidad, calidad y eficiencia en la gestión de la información digital.

4.12. Etapas del Flujo General de Trabajo en NOVA HABITAT

Tabla 13: Etapas de flujo general de trabajo

Etapas	Descripción	Herramienta/Medio	Responsables
1. Generación de modelos WIP	Cada disciplina desarrolla sus modelos en estado de trabajo interno (Work in Progress).	Revit / ACC – Carpeta S0	Líderes de disciplina
2. Revisión interna y control de calidad	Se aplican auditorías automáticas y manuales al modelo según checklist del BEP.	Revit + Solibri / ACC	Coordinador BIM
3. Integración de modelos en federado	Modelos disciplinarios se integran en Navisworks para clash detection y validación espacial.	Navisworks Manage / NWD	Coordinador BIM
4. Revisión de interferencias	Detección y clasificación de colisiones según tipología y responsable.	Navisworks + Reporte PDF	Coordinador BIM / Líderes de disciplina
5. Resolución de interferencias	Los líderes de cada disciplina ajustan sus modelos según el reporte aprobado.	Revit / ACC	Líderes ARQ, EST, MEP
6. Aprobación y entrega de modelos compartidos	Modelos actualizados se cargan al entorno compartido para revisión del cliente.	ACC – Carpeta S1 a S4	Coordinador BIM / BIM Manager
7. Validación por el cliente	El cliente o supervisor valida los modelos y entregables para aprobación oficial.	ACC – Carpeta S6 / Informe PDF	Cliente / BIM Manager
8. Entrega final y archivado	Los modelos aprobados se entregan formalmente y se almacenan en el entorno archivado.	ACC – Carpeta As-Built (S7)	BIM Manager / Coordinador BIM

4.13. Flujo de usos BIM

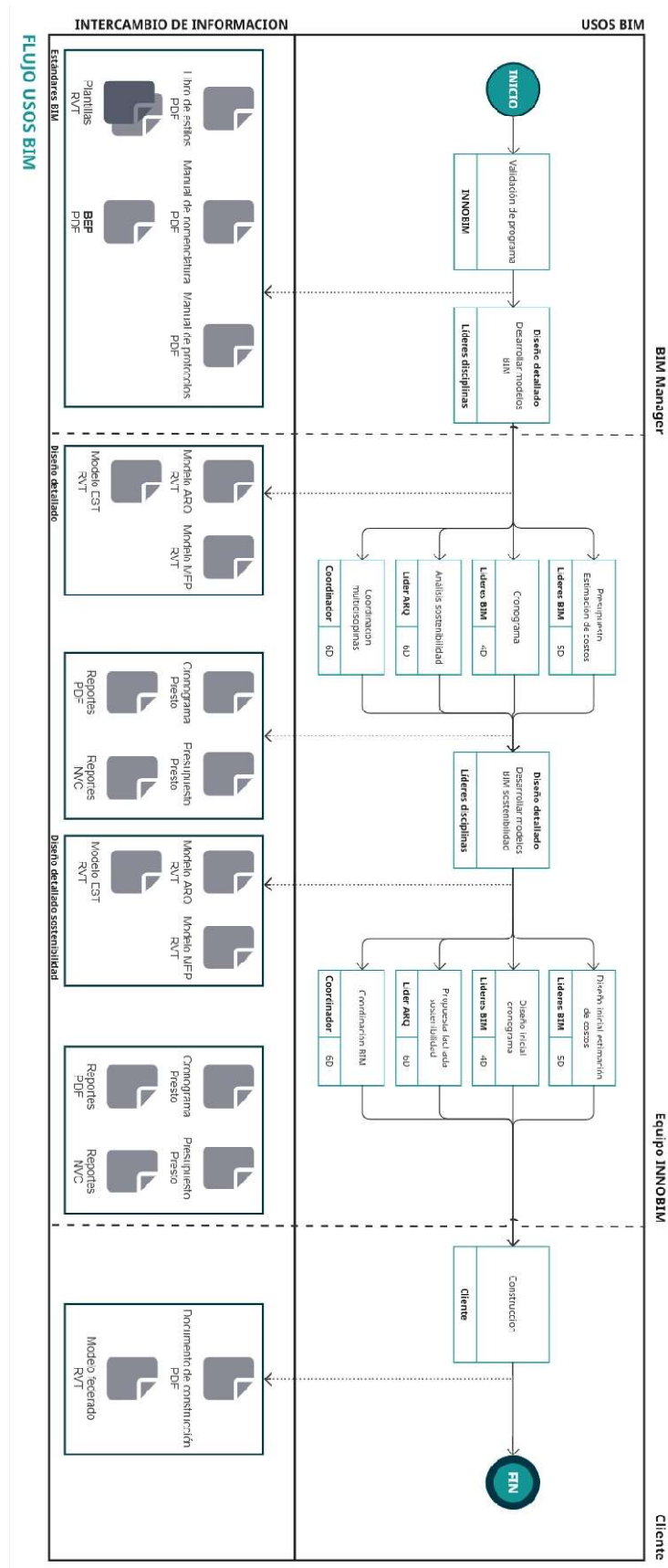


Ilustración 7: Flujo usos BIM

4.14. Recursos del Equipo

La correcta asignación de recursos humanos y técnicos es fundamental para garantizar la implementación efectiva de los **usos BIM** definidos en el proyecto. Cada uso BIM requiere perfiles específicos con competencias técnicas, responsabilidades claramente definidas y herramientas adecuadas. Según la *Guía para la Elaboración del BEP* (MITMA, 2020), “la identificación de los recursos necesarios para cada uso BIM permite optimizar la planificación, evitar sobrecargas y asegurar la calidad del proceso colaborativo” (p. 13).

A continuación, se presenta una tabla que relaciona cada uso BIM con los recursos del equipo de trabajo asignados en NOVA HABITAT.

4.15. Recursos del Equipo según Usos BIM

Tabla 14: Recursos del equipo BIM

Uso BIM Aplicado	Responsable(s)	Rol BIM	Recurso Humano o Técnico	Herramientas / Plataformas
Modelado 3D disciplinar	Pablo Romero(ARQ) Paola Llerena (EST) Edwin Erazo (MEP)	Líder BIM de disciplina	Modeladores Revit por disciplina	Autodesk Revit
Modelo federado	Alex Pachacama	Coordinador BIM	Equipo de coordinación y QA/QC	Navisworks Manage
Clash Detection	Alex Pachacama	Coordinador BIM	Analista de colisiones	Navisworks + Reporte NWD
Estimación de Costos 5D	Geofre Pinos	BIM Manager	Especialista en presupuesto vinculado a BIM	Presto / Cost-It / Excel
Programación 4D	Coordinador BIM	Coordinador BIM	Modelador con experiencia en secuencias temporales	Navisworks Simulate / ACC
Simulación energética / Sostenibilidad 6D	BIM Manager + MEP	Consultor ambiental o MEP	Especialista en análisis energético y materiales	Autodesk Insight / Excel / EPD



Gestión documental y CDE	Geofre Pinos + Pablo Romero (Consultor)	BIM Manager	Administrador de plataforma CDE	Autodesk Construction Cloud (ACC)
Gestión de entregables e IDP	Alex Pachacama	Coordinador BIM	Líderes disciplinares + QA/QC	ACC + Matriz Excel
Protocolos de nomenclatura y estilo	Todos los líderes BIM	Coordinador + Modeladores	Manual de nomenclatura institucional	Manual NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001

4.16. Flujos de trabajo para diseño de especialidades

4.16.1. Flujo de trabajo modelado arquitectónico

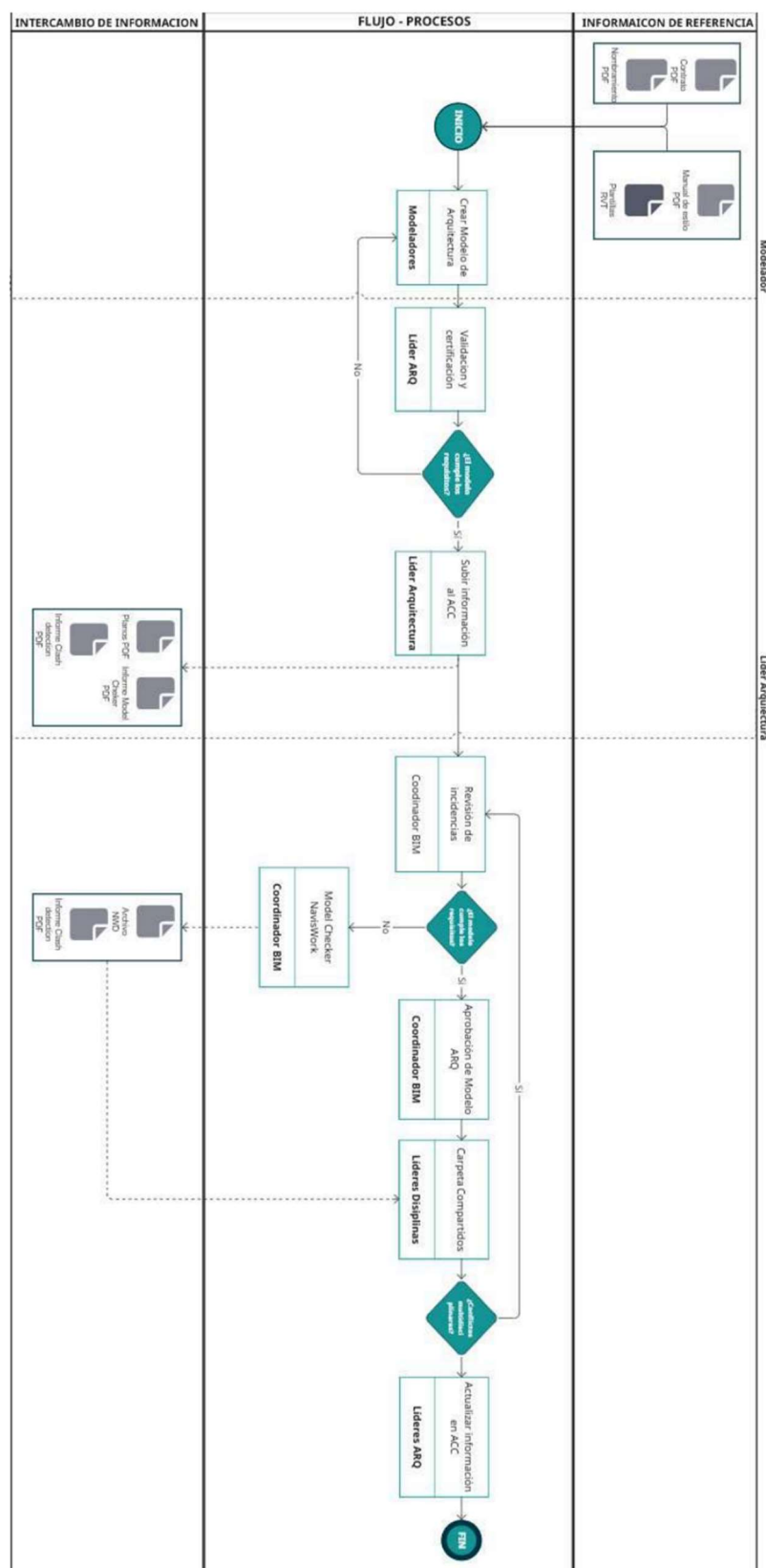


Ilustración 8: Flujo de trabajo modelado arquitectónico

4.16.2. Flujo de trabajo modelado estructural

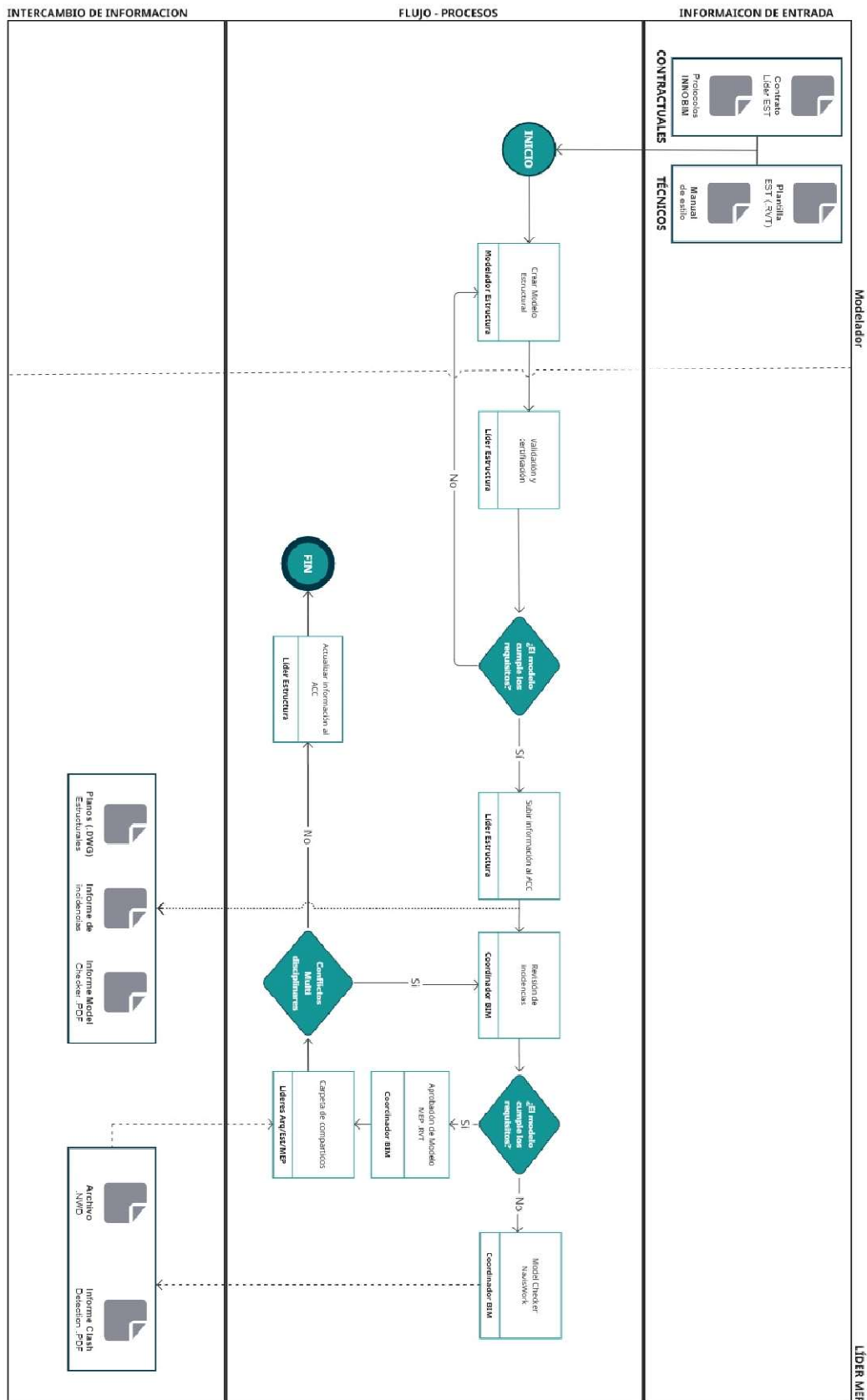


Ilustración 9: Flujo de trabajo modelado estructural

4.16.3. Flujo de trabajo modelado MEP

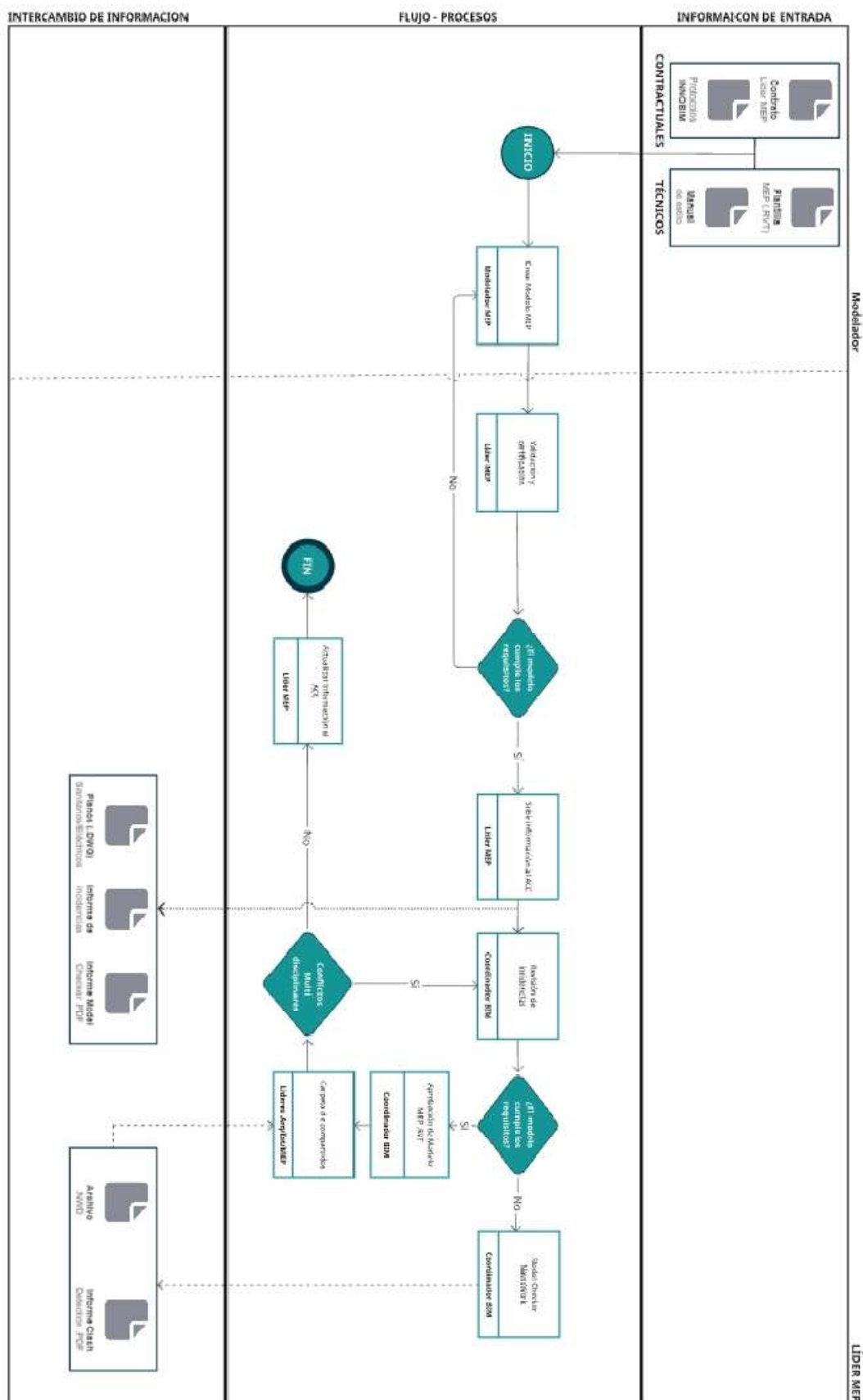


Ilustración 10: Flujo de trabajo modelado MEP

4.17. Coordinación de Modelos y Detección de Interferencias e

Incompatibilidades

La coordinación de modelos BIM y la detección de interferencias son procesos fundamentales para asegurar la coherencia técnica, la compatibilidad entre disciplinas y la reducción de errores constructivos. Según la Guía BEP del MITMA, “la coordinación BIM debe contemplar procedimientos claros para la federación de modelos, identificación de colisiones, asignación de responsabilidades y validación de soluciones adoptadas” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 14).

En el proyecto, la coordinación se realizará a través de la integración periódica de los modelos disciplinares (ARQ, EST, MEP) en un modelo federado, utilizando herramientas de revisión y análisis espacial como Navisworks Manage. Los resultados del proceso de clash detection se documentarán mediante reportes automáticos y serán discutidos en reuniones semanales de coordinación.

AUTODESK®
NAVISWORKS®

Informe de conflictos

(A)-ARQ Cielo Raso vs ARQ Paredes Ext								Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
								0.025m	4	0	0	4	0	0	Estático	Aceptar

								Elemento 1				Elemento 2			
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	
	Conflicto1	Revisado	G-1 : ARQ-P01-PLANTA-PB	Estático	2025/6/26 03:31	Lider ARQ	x:9975933.792, y:502387.250, z:16.271	ID de elemento: 640097	ARQ-P06-PLANTA DE TERRAZA-N +13.74	Enlucido - Blanco	Sólido	ID de elemento: 840170	ARQ-P06-PLANTA DE TERRAZA-N +13.74	Pladur Estruct	
	Conflicto2	Revisado	H-2 : ARQ-P01-PLANTA-PB	Estático	2025/6/26 03:31	Lider ARQ	x:9975938.566, y:502385.072, z:13.261	ID de elemento: 639197	ARQ-P05-PLANTA ALTA 3-N +10.68	Enlucido - Blanco	Sólido	ID de elemento: 838141	ARQ-P05-PLANTA ALTA 3-N +10.68	Pladur Estruct	
	Conflicto3	Revisado	H-2 : ARQ-P01-PLANTA-PB	Estático	2025/6/26 03:31	Lider ARQ	x:9975938.570, y:502385.051, z:10.201	ID de elemento: 639007	ARQ-P04-PLANTA ALTA 2-N +7.62	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 837895	ARQ-P04-PLANTA ALTA 2-N +7.62	Pladur Estruct	
	Conflicto4	Revisado	H-2 : ARQ-P01-PLANTA-PB	Estático	2025/6/26 03:31	Lider ARQ	x:9975938.570, y:502385.051, z:7.141	ID de elemento: 755370	ARQ-P03-PLANTA ALTA 1-N +4.56	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 836496	ARQ-P03-PLANTA ALTA 1-N +4.56	Pladur Estruct	

Ilustración 11 Informe de interferencias

4.18. Flujo de Coordinación y Clash Detection – NOVA HABITAT

Tabla 15: Flujo de coordinación

Etapa	Actividad	Responsable	Herramienta / Medio	Frecuencia
1	Subida de modelos WIP a ACC (S0)	Líderes de disciplina	Revit / ACC	Semanal
2	Federación de modelos (NWD)	Coordinador BIM	Navisworks Manage	Quincenal
3	Clash detection automática	Coordinador BIM	Navisworks Manage	Quincenal
4	Clasificación de interferencias	Coordinador BIM	Clash Matrix	Quincenal
5	Revisión y resolución colaborativa	Líderes ARQ, EST, MEP	Revit / ACC / Navisworks	Semanal
6	Validación de modelos coordinados	BIM Manager / Coordinador BIM	Informe PDF / NWD validado	Según entregables (IDP)

4.19. Clasificación de Interferencias

Tabla 16: Clasificación de interferencias

Tipo de Interferencia	Descripción	Grado de Impacto
Crítica (Tipo 1)	Impide ejecución de obra o genera riesgo de colapso funcional	Alta
Moderada (Tipo 2)	Requiere rediseño menor pero no detiene obra	Media
Leve (Tipo 3)	No afecta funcionalidad; se resuelve en detalle constructivo	Baja

4.20. Planificación de fases y cronograma

La planificación por fases es una herramienta fundamental para organizar de manera estructurada el desarrollo progresivo de los modelos BIM, la entrega de información y la coordinación interdisciplinar. Según la Guía BEP del MITMA, “el cronograma debe reflejar los hitos informativos relevantes del proyecto, alineando entregables con las fases de diseño, construcción y operación” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 15).

En el caso del proyecto, el cronograma BIM ha sido estructurado en función del Plan Maestro de Entregas (MIDP/IDP) y se articula en torno a cinco fases principales: planificación, diseño, coordinación, validación y operación. Estas fases están interrelacionadas con los usos BIM definidos y los niveles de desarrollo (LOD) aplicables en cada etapa.

4.21. Fases del Proyecto y Actividades BIM

Tabla 17: Fases del proyecto BIM

Fase	Periodo	Actividad BIM Principal	LODs Aplicados	Responsables
1. Planificación	Mayo-2025	Definición del EIR, BEP, protocolo y plantilla de nomenclatura	LOD 100-200	BIM Manager
2. Diseño Preliminar	Junio-2025	Modelado inicial ARQ-EST-MEP, volumetría, revisión ambiental	LOD 200	Líderes de disciplina
3. Diseño Detallado	Julio-2025	Modelos disciplinares con desarrollo técnico y funcional	LOD 300-350	Líderes + Coordinador BIM
4. Coordinación y Clash Detection	Julio-2025	Integración de modelos, detección y resolución de interferencias	LOD 350	Coordinador BIM
5. Validación y Entrega	Agosto-2025	Revisión por el cliente, entregables formales, cronograma 4D y presupuesto 5D	LOD 350-400	BIM Manager / Cliente

4.22. Herramientas de Planificación Utilizadas

- Matriz IDP/MIDP: Define quién entrega qué, cuándo y en qué formato.
- Microsoft Excel / Project: Seguimiento de tiempos y secuencia de entregables.
- Navisworks Simulate: Simulación de construcción 4D para vincular modelo con tiempos.
- Autodesk Construction Cloud (ACC): Control documental, revisiones y aprobaciones.
- Reuniones semanales: Validación de avances e identificación de desvíos.

4.23. Estimación de Cantidades y Costos (BIM 5D)

La estimación de cantidades y costos es uno de los usos más estratégicos del modelo BIM, ya que permite vincular la información geométrica y paramétrica del modelo con el análisis económico del proyecto. Este proceso, conocido como BIM 5D, mejora la precisión de los presupuestos, reduce errores por descoordinación entre diseño y costos, y facilita la toma de decisiones financieras informadas.

Según la Guía BEP del MITMA, “la integración de la dimensión 5D en el modelo BIM permite automatizar el proceso de extracción de mediciones y su vinculación con bases de precios, favoreciendo la trazabilidad del presupuesto y la transparencia del proyecto” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 16). A su vez, la norma ISO 19650-2 recomienda que esta información se estructure según clasificaciones reconocidas y niveles de información acordados (LOIN).

4.24. Procedimiento de Estimación de Cantidades y Costos en NOVA

HABITAT

Tabla 18: Proceso de estimación de costos

Etapa	Actividad	Responsable	Herramienta	Observaciones
1	Definición de parámetros LOIN	BIM Manager + Líderes disciplinares	Manual LOIN / BEP	Según uso: fase, propósito, unidad
2	Asignación de parámetros de medición	Modeladores BIM	Revit	Campos personalizados: tipo, unidad, rendimiento
3	Extracción de cantidades del modelo	Especialista 5D	Revit + Cost-It / Excel	Generación de cuadros de medición
4	Vinculación con base de precios	Especialista 5D / Coordinador BIM	Presto 5D	Asignación de costos unitarios (Base INEC, mercado local)
5	Generación de presupuesto dinámico	Especialista 5D	Presto / Excel	Presupuesto editable según avance de diseño

6	Revisión y validación	BIM Manager / Cliente	Reporte PDF / ACC	Aprobación de partidas clave por el cliente
---	-----------------------	-----------------------	-------------------	---

4.25. Criterios de Costeo y Estructura de Datos

- Clasificación de partidas: Unifomat II / CSI MasterFormat / códigos internos según fase.
- Costos directos: materiales, mano de obra, equipos.
- Costos indirectos: logística, imprevistos, gestión BIM.
- Estructura por elemento constructivo (muros, cubiertas, carpintería, instalaciones).
- Separación por fase constructiva y ubicación (subniveles o zonas).
- Integración de criterios de sostenibilidad: selección de materiales con certificaciones EPD y análisis de ciclo de vida (LCA).



Ilustración 12 Programación 4D y 5D vinculadas al modelo federado

4.26. Ejemplo de Estructura de Presupuesto 5D – Proyecto NOVA HABITAT

La siguiente tabla muestra un desglose típico de costos BIM 5D estructurado por elemento constructivo, vinculado a parámetros del modelo y clasificado según **Unifomat II** y **LOIN**. Esta estructura permite una estimación dinámica y trazable desde Revit hacia Presto/Cost-It.

Tabla 19: Estructura de presupuesto

Código	Elemento Constructivo	Descripción / Tipología	Unidad	Cantidad (BIM)	Costo Unitario	Costo Total	Fuente
A1010	Muros Estructurales	Hormigón armado 200 mm + acero A500	m ³	125.60	145.00 USD	18,212.00 USD	Base INEC / Local
A2010	Cerramiento Fachada	Panel compuesto aluminio + aislamiento + subestructura	m ²	230.00	165.00 USD	37,950.00 USD	Proveedor / catálogo
B1020	Puertas Exteriores	Aluminio con rotura de puente térmico	u	12	380.00 USD	4,560.00 USD	Lista proveedor
B2020	Ventanas	Doble vidrio bajo emisivo 6mm / ALU	m ²	88.50	240.00 USD	21,240.00 USD	Manual técnico BIM
D3010	Instalación Eléctrica	Canalización + cableado + tomacorrientes	m ² (área útil)	950.00	35.00 USD	33,250.00 USD	Referencia local
G2050	Urbanismo / Jardinería	Césped natural y riego por goteo	m ²	110.00	18.00 USD	1,980.00 USD	Manual de paisajismo

4.27. Parámetros BIM Vinculados (Revit/Presto)

- CódigoUnifomat: Código de clasificación (ej. A1010).
- TipoElemento: Tipo de muro, ventana, puerta, etc.
- UnidadMedida: m², m³, unidad, ml.
- Rendimiento: Factor de producción estimado.
- ProveedorReferencial: Fuente de datos económicos o comerciales.
- ID Presupuesto: Vínculo con tabla en Presto o Excel.

4.28. Flujo de simulación de programación – 4D

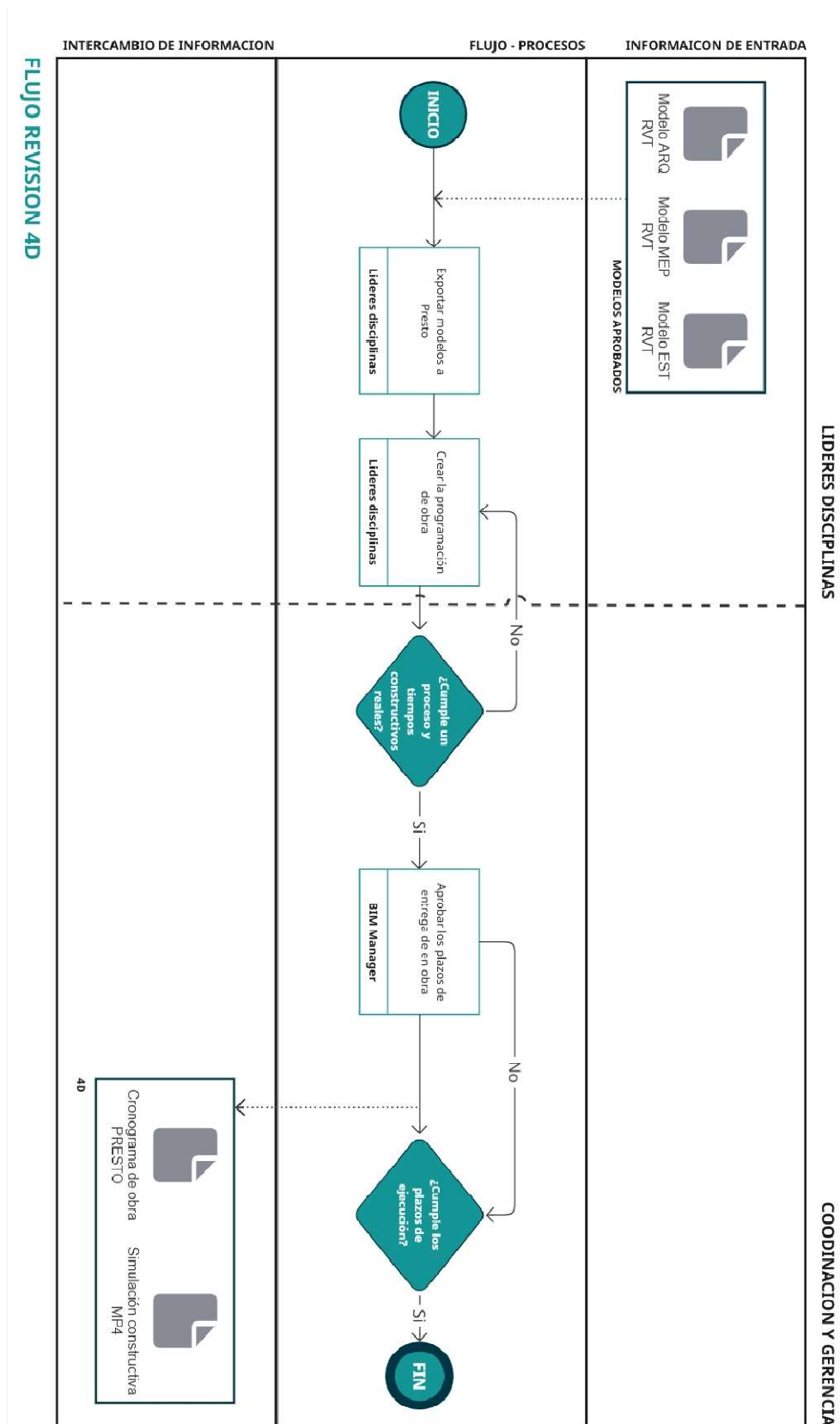


Ilustración 13: Flujo de simulación 4D

4.29. Flujo de revisión presupuesto – 5D

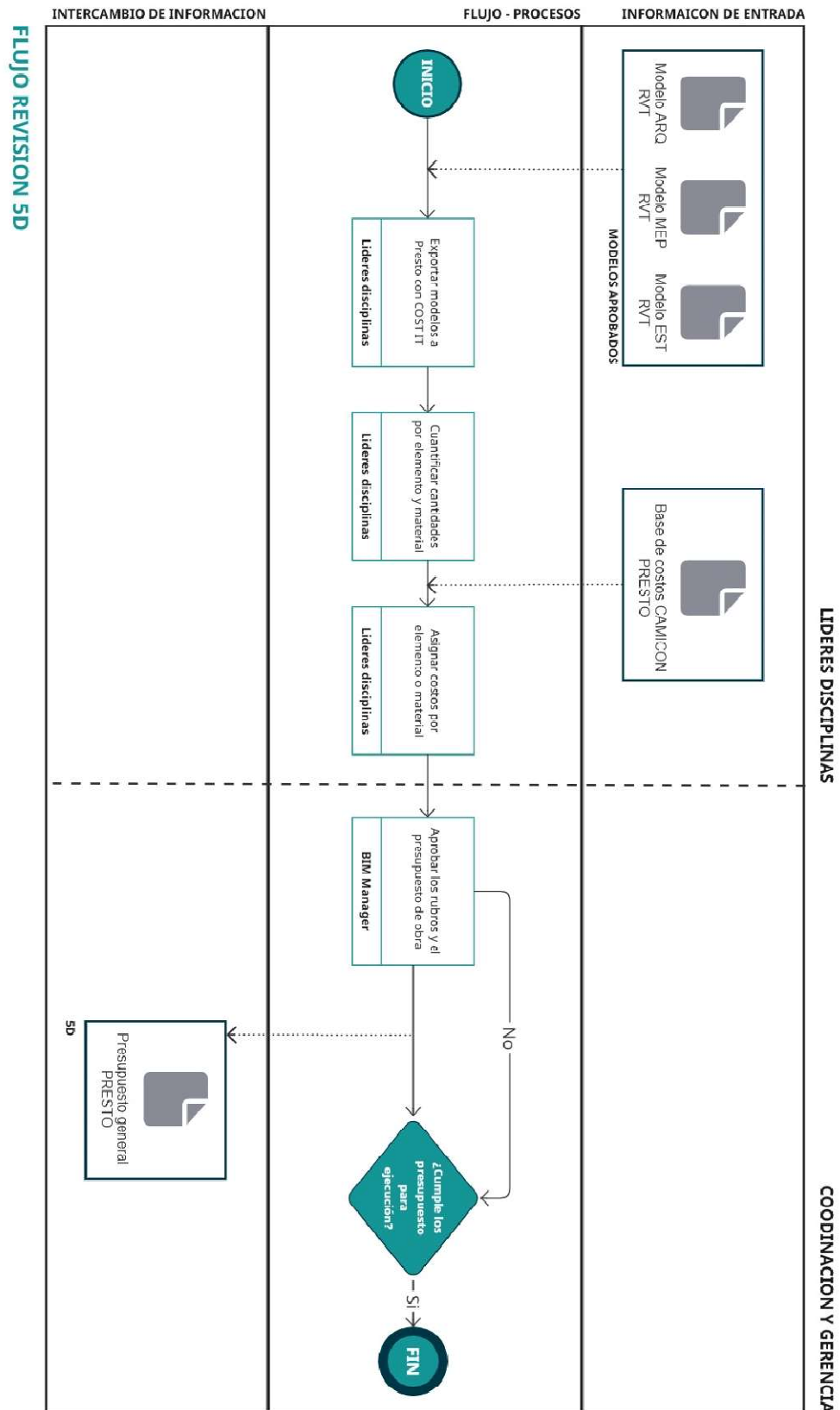


Ilustración 14: Flujo de revisión 5D

4.30. Estructura de Desglose del Proyecto

La estructura de desglose del proyecto (EDP) define la forma en que se divide, organiza y coordina el desarrollo de modelos BIM según disciplinas, fases, niveles y áreas funcionales. Este desglose es fundamental para establecer una jerarquía clara de información, facilitar la colaboración entre equipos y permitir el control modular del avance del modelo.

Según la Guía BEP, “la descomposición del proyecto en submodelos permite que diferentes agentes trabajen simultáneamente sobre elementos distintos del proyecto, mejorando la eficiencia y el control” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 17).

4.30.1. Desglose por Disciplinas y Submodelos

Tabla 20: Desglose por disciplina:

Disciplina	Código	Submodelo	Descripción
Arquitectura	ARQ	ARQ-01	Modelo general arquitectónico (muros, puertas, ventanas, techos, acabados)
Arquitectura	ARQ	ARQ-02	Mobiliario fijo y elementos de diseño interior
Estructuras	EST	EST-01	Elementos estructurales de concreto armado
Estructuras	EST	EST-02	Fundaciones, vigas, losas, columnas
MEP – Eléctrico	MEP-E	MEP-E-01	Alimentadores, tableros, ductos, iluminación
MEP – Sanitario	MEP-S	MEP-S-01	Red de agua potable y aguas servidas
MEP – Climatización	MEP-HVAC	MEP-HVAC-01	Equipos, ductos y rejillas de ventilación
Coordinación BIM	COO	COO-01	Modelo federado coordinado (NWD)
Gestión documental	MNG	MNG-01	Documentación técnica, nomenclatura, protocolos
Fachadas	ARQ + MEP	FCH-01	Submodelo especializado para análisis y solución de sistema de fachada

4.30.2. Desglose por Niveles y Zonas

Tabla 21: Desglose por niveles

Nivel / Zona	Código	Descripción
Sótano	S01	Infraestructura y redes técnicas bajo rasante
Planta Baja	PB	Accesos, circulación principal, comercio
Planta Tipo	P01, P02	Vivienda – áreas habitacionales repetitivas
Terraza técnica	RT	Equipos de climatización y mantenimiento
Zona 1	Z01	Área frontal del terreno – acceso peatonal
Zona 2	Z02	Área posterior – espacio verde y servicio

4.30.3. Organización para Coordinación

- **Submodelos separados por disciplina** cargados y vinculados en un **modelo federado** coordinado (Navisworks).
- **Organización de vistas** según plantilla institucional: plantas, cortes, fachadas, detalles.
- Uso de **worksets y fases** en Revit para controlar visibilidad, tiempo y responsabilidad.
- Aplicación de **plantillas de vista y filtros por categoría** para revisión y documentación.

4.30.4. Estructura de trabajo por disciplina

Cada disciplina participante en el desarrollo del proyecto BIM debe estructurar su trabajo de forma ordenada, interoperable y trazable, de acuerdo con los criterios definidos en el BEP. Esta estructura organiza los modelos, vistas, familias, archivos y entregables según plantillas de trabajo estandarizadas, nomenclatura institucional y responsabilidades asignadas.

Según la Guía BEP, “la estructuración del modelo BIM por disciplina debe garantizar que la información generada sea coherente, coordinada y fácilmente integrable con el resto de los modelos del proyecto” (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2020, p. 17). Cada equipo debe trabajar sobre su submodelo específico,

manteniendo integridad geométrica, compatibilidad de parámetros y codificación alineada al Manual de Nomenclatura BIM.

4.30.4.1. Arquitectura (ARQ)

Tabla 22: Estructura de trabajo arquitectura

Elemento	Detalle
Submodelos	ARQ-01 (modelado general) / ARQ-02 (mobiliario y acabados)
Estructura de vistas	Plantas arquitectónicas, cortes, fachadas, detalles constructivos, planos de acabados
Clasificación de elementos	Muros, pisos, puertas, ventanas, cubiertas, componentes
Worksets	Fachadas, estructura arquitectónica, mobiliario, entorno
Plantillas aplicadas	Vista general, detalle técnico, impresión PDF
LOD/LOIN objetivo	LOD 200–350 / Información de material, área, acabado, EPD

4.30.4.2. Estructuras (EST)

Tabla 23: Estructura de trabajo estructuras

Elemento	Detalle
Submodelos	EST-01 (estructura general), EST-02 (cimentación y conexiones)
Estructura de vistas	Planos estructurales, detalles de conexión, cortes técnicos
Clasificación	Vigas, columnas, losas, zapatas, acero, concreto
Worksets	Fundaciones, estructuras horizontales y verticales
LOD/LOIN objetivo	LOD 300–350 / Propiedades estructurales, secciones, cuantificación

4.30.4.3. MEP – Instalaciones (MEP-E, MEP-S, MEP-HS)

Tabla 24: Estructura de trabajo MEP

Elemento	Detalle
Submodelos	MEP-E (eléctrico), MEP-S (sanitario), MEP-HVAC (climatización)
Estructura de vistas	Diagramas de red, plantas de instalaciones, isometrías
Clasificación	Canalizaciones, luminarias, redes de agua, rejillas HVAC, tableros
Worksets	Por sistema (eléctrico, sanitario, ventilación) y por planta
LOD/LOIN objetivo	LOD 300–350 / Diámetro, caudal, carga térmica, eficiencia energética

4.30.4.4. Coordinación (COO)

Tabla 25: Estructura de trabajo coordinación

Elemento	Detalle
Submodelo	COO-01: Modelo federado (Navisworks NWD)
Estructura	Planificación de interferencias, checklist de coordinación
Flujo	Integración de modelos, clash detection, revisión y validación
Herramientas	Navisworks Manage, BIM 360, Excel de colisiones

- Cada disciplina es responsable del desarrollo, revisión y entrega de sus modelos, con control de versiones mediante el CDE (Autodesk Construction Cloud).
- Se mantiene una estructura común de carpetas, vistas y plantillas para facilitar la interoperabilidad.
- Los modelos deben estar georreferenciados y coordinados en origen compartido, según lo indicado en el BEP.

4.31. Requerimientos de Intercambio de Información

Los Requerimientos de Intercambio de Información (EIR) definen los criterios técnicos y operativos para la generación, organización, entrega y validación de los modelos y documentos del proyecto BIM. Este conjunto de lineamientos es obligatorio para todos los actores y disciplinas involucradas y busca garantizar la coherencia, interoperabilidad y trazabilidad de la información durante el ciclo de vida del activo.

Según la ISO 19650-2, el EIR debe contemplar aspectos relacionados con las normas de información, formatos, nomenclatura, niveles de detalle, frecuencia de entregas y calidad esperada, entre otros (ISO, 2018). En el caso de NOVA HABITAT,

estos requerimientos han sido adaptados a partir del documento oficial NHBT-INB-FP-XX-EIR-MNG-001-EIR-S0-01 y se detallan a continuación.

Matriz de intercambio de información Basada en ISO 19650-2: Arquitectura, Estructura y MEP – Fase de Diseño y Construcción												
Nº	Fase del Proyecto	Uso BIM	Disciplina	Información a entregar	Responsable	Receptor	Formato	Frecuencia (hitos de coordinación)	Nivel de Información (LOI)	Exclusiones	Justificación de las exclusiones	Uso BIM previsto
1	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	Arquitectura	Modelo arquitectónico básico (contorno, envolvente)	Lider ARQ	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOI 100	Sin mobiliario tipo ni detalles de acabados	Información conceptual	Validación conceptual, coordinación preliminar
2	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	Estructura	Ejes estructurales, columnas, vigas principales	Lider ESI	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOI 100	Sin armaduras ni análisis estructural	Información conceptual	Coordinación espacial con arquitectura
3	Diseño Preliminar	Modelado 3D inicial	MEP	Tronco de tuberías principales (agua, electricidad, climatización)	Lider MEP	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOD 200 / LOI 100	Sin conexiones ni diagramas unifluir	Información conceptual	Análisis de interferencias preliminares
4	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	Arquitectura	Modelo con familias, acabados, carpintería, muro interior	Lider ARQ	Coordinador BIM, cliente	RVT, IFC	Quincenal	LOD 350 / LOI 200	Sin mobiliario ni mobiliario decorativo	Coordinación espacial	Coordinación avanzada, validación con cliente
5	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	Estructura	Armaduras, fundaciones, placas, anclajes	Lider ESI	Coordinador BIM	RVT, IFC, DWG	Quincenal	LOD 300 / LOI 200	Sin detalles de montaje o soldaduras	Coordinación espacial	Análisis estructural, coordinación constructiva
6	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	MEP	Redes completas con especificaciones técnicas y artefactos	Lider MEP	Coordinador BIM	RVT, IFC	Quincenal	LOD 300 / LOI 200	Sin acuerdos de instalación ni balances térmicos	Coordinación espacial	Modelado federado, análisis de interferencias
7	Coordinación Final Diseño	CDI de detección modelo federado	Todas	Modelo federado, reportes de interferencias	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	NWD, PDF	Mensual	LOD 300 / LOI 200	Sin simulaciones constructivas	Modelo de planificación visual	Validación técnica, cierre de diseño
8	Evaluación técnica finalizada	Análisis comparativo de alternativas	Arquitectura	Estudio de alternativas sistema de fachada con criterios técnico/económicos	Lider ARQ, Coordinador BIM	Cliente / Promotor	PDF, Excel, RVT	Por hito de decisión	LOD 350 / LOI 200	Sin detalles constructivos finales	Evaluación de la alternativa	Selección técnica y económica de fachadas
9	Documentación para obra	Documentación ejecutiva, cómputos métricos	Todas	Plano constructivos, cómputos métricos	Coordinadores disciplinares	Constructor, dirección obra	RVT, NWC, Excel	Final de diseño	LOD 350 / LOI 300	Sin simulaciones de rendimiento	Documentación constructiva sin simulaciones	Generación de cantidades, planificación 4D / 5D BIMA
10	Planificación	Modelo federado como producto final	Todas	Modelo federado final con integración de arquitectura, estructura y MEP para planificación	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, NWD, PDF	Final de planificación	LOD 350 / LOI 300	Sin simulaciones de procesos constructivos detallados	Modelo completo	Simulación de construcción, detección de cuellos de botella, validación final de coordinación
11	Cronograma de obra	Modelo 4D	Todas	Modelo con parámetros de tiempo vinculados por elemento (cronograma 4D)	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, Excel, PPS	Por hito de contratación	LOD 350 / LOI 350	Sin análisis de proveedores ni costos indirectos	Cronograma vinculado	Cómputos métricos, control de presupuesto, estimación de costos
12	Estimación de costos y presupuesto	Modelo 5D	Todas	Modelo con parámetros de costos vinculados por elemento (presupuesto 5D)	Coordinador BIM, gestor de costos	Cliente / Dirección técnica	RVT, Excel, PPS	Por hito de contratación	LOD 350 / LOI 350	Sin análisis de contratistas	Presupuesto general	Cómputos métricos, control de presupuesto, estimación de costos

Ilustración 15 Matriz de intercambio de información

4.31.1. Normas de información

Las siguientes normas y guías técnicas regulan la producción, intercambio y validación de la información:

Tabla 26: Normativas de información

Norma / Guía	Contenido Aplicado
ISO 19650-1 y 2	Gestión de la información en entorno colaborativo (EIR, BEP, MIDP, CDE)
ISO 16739 (IFC)	Interoperabilidad de modelos en formatos abiertos
EN 17412-1:2020	Definición de niveles de información requeridos (LOIN)
LOD Specification (BIMForum)	Nivel de desarrollo geométrico y no gráfico
BS 1192 + A1	Codificación, control de versiones y organización de archivos
Manual de Nomenclatura NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001	Estructura de archivos, abreviaturas, códigos por vista, plano, elemento y familia
ISO 9001 / ISO 14001 / ISO 45001	Control de calidad, sostenibilidad y gestión de seguridad integrada en procesos BIM

4.31.2. Convenciones de nomenclatura

Para garantizar la organización estandarizada de los archivos, vistas, familias y entregables, se aplican las siguientes convenciones, conforme al manual institucional:

4.31.3. Nomenclatura de Archivos

Formato:

NHBT-INB-FP-XX-[DISC]-[TIPO]- NIVEL]- Descripcion-[[VERSIÓN]

Ejemplo:

NHBT-INB-FP-AR-PLN-Levantamiento-P01-A1

- Proyecto NOVA HABITAT,
- Disciplina ARQ,
- plano de planta nivel 1,
- Versión A1

4.31.4. Abreviaturas de disciplinas

Disciplina	Código
Arquitectura	ARQ
Estructura	EST
MEP Eléctrico	MEP-E
MEP Sanitario	MEP-S
MEP Hidrosanitario	MEP-HS
Coordinación BIM	COO
Gestión	MNG

4.31.5. Nomenclatura de vistas en Revit

Tipo de Vista	Código
Planta Arquitectónica	PLA
Corte Longitudinal	CLL
Fachada Principal	FCP
Detalle Constructivo	DET
3D General	V3D

4.31.6. Códigos designados

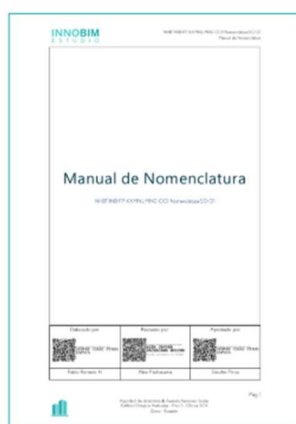
Se establecen códigos específicos para identificar el uso, nivel, y fase de cada vista o plano, permitiendo rastrear su función dentro del proyecto:

Tabla 27: Códigos de vistas

Código de Vista	Uso Principal	Aplicación
PLA-P01	Planta nivel 1	Documentación gráfica – arquitectura
CLL-E01	Corte estructural eje 1	Coordinación estructural
DET-MEP01	Detalle HVAC – red principal	Validación técnica de instalaciones
V3D-ARQ-COORD	Vista 3D de coordinación	Clash detection y presentación
PLN-EXT	Plano exterior completo	Entrega PDF final a cliente
S6-FC-AR-PLN-PB	Carpeta CDE Entrega Final (S6), Fachada, ARQ, Planta Baja	Identificación en ACC

4.32. Estrategias de Mejora de Modelos

Las estrategias de mejora de modelos BIM tienen como finalidad asegurar su calidad, eficiencia operativa, trazabilidad y adaptabilidad para su uso en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto. Estas estrategias contemplan tanto aspectos técnicos (coherencia geométrica, precisión, interoperabilidad), como de gestión (estructura de archivos, flujos de coordinación, rendimiento del modelo).



MANUAL DE NOMENCLATURA

NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001-Nomenclatura-S0-01



LIBRO DE ESTILOS

NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001-Estilos-S0-01



MANUAL DE PROTOCOLO

NHBT-INB-FD-XX-INF-MNG-001-Protocolo-S0-01

Ilustración 16 Documentos base de protocolos

4.33. Estrategia de federación

La federación de modelos es el proceso de integración de los submodelos disciplinares en un único modelo central coordinado. Este modelo federado permite detectar interferencias, validar coherencia espacial y generar entregables coordinados para construcción o revisión.

Tabla 28: Estrategia de federación

Elemento	Detalle
Herramienta de federación	Autodesk Navisworks Manage
Frecuencia	Quincenal (revisión previa a entregas)
Responsable	Coordinador BIM

Submodelos federados	ARQ, EST, MEP (HVAC, eléctrico, sanitario), Fachada
Resultado	Archivo NWD con reporte de interferencias y checklist de coordinación

4.33.1. Georreferenciación

La georreferenciación garantiza que todos los modelos estén alineados a un mismo sistema de coordenadas real, evitando desplazamientos entre disciplinas y facilitando la vinculación con datos topográficos, GIS o análisis ambientales.

Tabla 29: Georreferenciación

Sistema de coordenadas	WGS84 / UTM 17S
Punto base compartido	Centro de la planta baja – eje A1
Herramienta aplicada	Revit (Shared Coordinates) / Revisión en Navisworks
Aplicación	Compatibilidad con plataformas GIS, análisis solar, interferencias reales

4.33.2. Organización de archivos

La organización de archivos sigue un sistema estandarizado para facilitar su identificación, control de versiones y trazabilidad en el entorno común de datos (CDE – ACC).

Tabla 30: Organización de archivos

Formato de nomenclatura	NHBT-INB-FP-XX-[DISC]-[TIPO]-[NIVEL]-[VERSIÓN]
Estructura de carpetas en ACC	S0: WIP / S1: Coordinación / S4: Validación / S6: Entrega / S7: As-Built
Control de versiones	Revisión automática por ACC y manual en matriz de entregas
Plantillas aplicadas	Por disciplina y tipo de entregable (plano, modelo, informe)

Fuente: *Manual de Nomenclatura NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001*

4.33.3. Gestión del tamaño de los archivos

El control del tamaño de los archivos es fundamental para garantizar el rendimiento del modelo, la estabilidad de la plataforma y la eficiencia en las sesiones colaborativas. Se establecen límites y prácticas recomendadas:

Tabla 31: Gestión del tamaño de archivos

Disciplina	Tamaño máximo recomendado por archivo (RVT)	Prácticas de optimización
Arquitectura	≤ 200 MB	Uso de worksets, limpieza periódica, vistas duplicadas
Estructura	≤ 150 MB	Uso de familias livianas, niveles organizados
MEP (cada sistema)	≤ 180 MB	Dividir por disciplina (HVAC, sanitario, eléctrico)
Modelo federado (NWD)	≤ 300 MB	Solo geometría necesaria + datos clave

Otras medidas:

- Limpieza con herramientas como Purge, Audit, Compact.
- Eliminar vínculos obsoletos, vistas no utilizadas y familias redundantes.
- Evitar modelado excesivo de detalles en etapas tempranas (LOD progresivo).

4.34. Procedimientos de Colaboración

Los procedimientos de colaboración definen la forma en que los distintos actores del proyecto BIM interactúan para compartir, revisar, validar y gestionar la información de manera segura y estructurada. Estos procesos deben estar basados en flujos de trabajo estandarizados, roles bien definidos y el uso de un entorno digital común.

Según la ISO 19650-2, “la gestión de la información debe apoyarse en un entorno común de datos (CDE) y una herramienta de gestión documental que garantice trazabilidad, control de versiones, seguridad y transparencia” (ISO, 2018). La Guía BEP también enfatiza que una buena colaboración depende del uso correcto de plataformas y convenciones homogéneas (MITMA, 2020, p. 18)

4.35. Sistema de gestión documental (EDMS)

Para este proyecto, se adopta como EDMS la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC), que permite almacenar, controlar, revisar y compartir archivos de forma estructurada en la nube.

Tabla 32: Sistema de gestión documental

Funcionalidad	Aplicación en ACC
Gestión de usuarios y permisos	Control de acceso por disciplina, rol y fase
Versionado automático	Registro cronológico de revisiones con historial
Revisión y comentarios	Marcado en PDF/3D, asignación de tareas, verificación
Auditoría	Registro de actividad, flujo de aprobación
Integración con Revit/Navisworks	Publicación directa desde el software de modelado

4.36. Entorno Común de Datos (CDE)

El CDE está estructurado según las recomendaciones de la ISO 19650, en carpetas con estados de información claramente diferenciados:

Tabla 33: Entorno común de datos

Estado	Nombre / Código	Uso	Acceso
Trabajo en progreso	S0 - WIP (Work In Progress)	Modelos en desarrollo interno por disciplina	Solo equipo modelador
Compartido para coordinación	S1 - Shared	Modelos compartidos entre disciplinas para federación y clash detection	Coordinador BIM y líderes disciplinares
Validado para revisión del cliente	S4 - Review	Modelos listos para revisión y validación	BIM Manager y cliente
Publicado / Entregado	S6 - Published	Entregables oficiales del proyecto (PDF, IFC, NWD)	Cliente y autoridades
Archivado / Histórico	S7 - Archive	Copias de seguridad y versiones finales	BIM Manager

Cada carpeta está organizada por disciplina, tipo de documento, fase y fecha. Los archivos se nombran según el sistema oficial de nomenclatura (ver capítulo 4.2).

4.37. Plataformas y formatos aceptados

Tabla 34: Plataformas y formatos aceptados

Tipo	Plataforma / Software	Formatos aceptados
Modelado	Autodesk Revit	RVT
Coordinación	Autodesk Navisworks	NWD / NWC

Gestión documental	Autodesk Construction Cloud (ACC)	RVT, PDF, DWG, XLSX, IFC, NWD
Visualización web	ACC / BIM 360 Docs / Revit Viewer	PDF, RVT, NWD
Formato abierto interoperable	IFC – ISO 16739	IFC 2x3 / IFC 4
Presupuestos y cuantificación 5D	Presto / Cost-It	XLSX, BC3
Simulación 4D	Navisworks Simulate	NWD / XML vinculado con cronograma
Informes técnicos	MS Excel / Word / Power BI	PDF / XLSX / DOCX / PBIX

4.38. Procedimientos de Producción e Intercambio

Este capítulo define los lineamientos técnicos para la elaboración, validación y entrega de información entre los diferentes actores del proyecto, asegurando la coherencia entre disciplinas, el cumplimiento de los requisitos contractuales (EIR) y la trazabilidad de los modelos y documentos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Según la Guía BEP, “el intercambio de información debe estar regulado por procedimientos normalizados, formatos interoperables y un sistema de codificación que permita identificar de forma inequívoca cada entrega” (MITMA, 2020, p. 20).

4.38.1. Requisitos de formatos

Los formatos aceptados en el proyecto se clasifican según el tipo de uso, disciplina y fase. Estos garantizan la interoperabilidad entre plataformas, la compatibilidad para revisión, y el cumplimiento con normas como ISO 16739 (IFC).

Tabla 35: Requisitos de formatos

Tipo de Información	Formato Principal	Uso / Plataforma	Observaciones
Modelo BIM nativo	RVT (Revit)	Desarrollo disciplinar	Archivo fuente editable
Modelo coordinado	NWD / NWC	Coordinación y federación (Navisworks)	Revisión de interferencias

Documentación gráfica	PDF (A1/A3)	Entregables técnicos	Planos firmados digitalmente
Cuantificación y Costos	XLSX / BC3	Cost-It, Presto	Presupuesto vinculado a modelos
Documentos de texto	DOCX / PDF	Informes y actas	Actas, matrices de validación, minutas
Formato interoperable	IFC 2x3 / IFC 4	Revisión por cliente o software externo	Aprobado según ISO 16739
Cronograma BIM 4D	XML / NWD	Planificación temporal	Vinculado desde Navisworks
Datos de auditoría	XLSX / PDF	Control de calidad	Checklist, reportes de colisiones, seguimiento de incidencias

4.38.2. Documentos y entregables por hitos

Los entregables se agrupan según los hitos del cronograma BIM (ver capítulo 2.13) y son organizados en el CDE según la estructura S0–S7. Cada hito debe cumplir con los niveles LOD/LOIN y formatos definidos, además de pasar por revisión previa y validación.

Tabla 36: Entregables por hitos

Hito	Entregables Principales	Formato / Nivel LOD	Responsables
Diseño Preliminar	Modelo ARQ + concepto fachada	RVT / PDF / IFC / LOD 200	Líder ARQ / BIM Manager
Diseño Detallado	Modelos ARQ, EST, MEP + fachada	RVT / NWD / PDF / LOD 300–350	Todos los líderes disciplinarios
Coordinación BIM	Modelo federado + reporte de interferencias	NWD / Clash Report (PDF)	Coordinador BIM
Entrega cliente revisión	Entregables gráficos + presupuesto 5D + cronograma 4D	PDF / XLSX / NWD / LOD 350	BIM Manager
Entrega final	Modelos validados + planos + presupuesto aprobado	IFC / PDF / XLSX / DOCX	BIM Manager / Cliente
Modelo As-Built	Modelo real construido + parámetros 6D	RVT / IFC / PDF / LOD 500	Coordinador BIM / Constructora

Documentación técnica	Manuales, fichas técnicas, matrices de validación	PDF / XLSX	Coordinador BIM / QA
-----------------------	---	------------	----------------------

4.39. Coordinación

La coordinación de modelos BIM tiene como objetivo garantizar la compatibilidad entre disciplinas, la detección y resolución oportuna de interferencias, y la validación del cumplimiento de los estándares definidos. Estos procesos son clave para evitar errores en obra, minimizar retrabajos y asegurar la calidad de los entregables.

Según la Guía BEP, “la coordinación BIM no debe limitarse a la revisión geométrica, sino también abarcar aspectos informativos y de calidad para una entrega fiable y útil” (MITMA, 2020, p. 21).

ARQ - EST - MEP

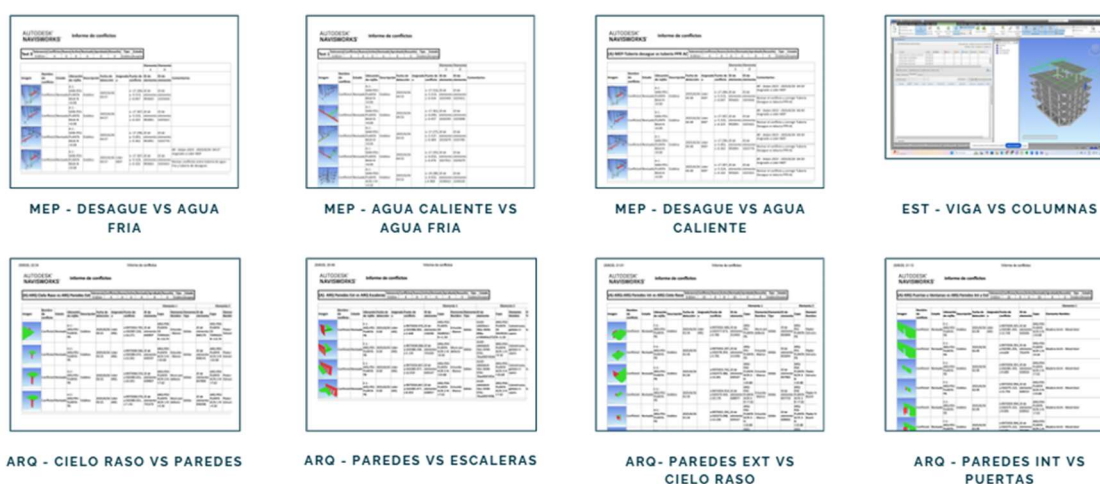


Ilustración 17 Informes de coordinación generados interdisciplinarios

4.39.1. Tipos de pruebas

Las pruebas aplicadas durante el proceso de coordinación se dividen en pruebas geométricas, informativas y funcionales:

Tabla 37: tipo de pruebas

Tipo de Prueba	Objetivo	Herramienta	Frecuencia
Visual	Verificar alineación, modelado correcto y ubicación de elementos	Revit, Navisworks	Semanal

Clash Detection	Identificar interferencias entre disciplinas	Navisworks Manage	Quincenal
Validación de parámetros	Verificar consistencia de datos LOIN (materiales, ID, codificación)	Excel / ACC	Quincenal
Revisión normativa	Evaluar cumplimiento de normas locales (espacios mínimos, rutas)	Checklists / manual técnico	Según hito
Revisión de entregables	Validar cumplimiento con el IDP en forma y contenido	ACC / PDF Reviewer	Por hito contractual

4.39.2. Clasificación de interferencias

Para el análisis y resolución de conflictos se utilizará una tipología de interferencias basada en su gravedad y prioridad de resolución:

Tabla 38: Clasificación de interferencias

Tipo	Descripción	Impacto	Resolución esperada
Tipo 1 – Crítica	Impide la ejecución de obra o representa un conflicto funcional grave	Alta	Inmediata
Tipo 2 – Moderada	Requiere rediseño o coordinación, pero no detiene la obra	Media	Antes de la próxima entrega
Tipo 3 – Leve	Errores menores sin consecuencias funcionales	Baja	Al consolidar entregables

4.39.3. Protocolo de coordinación y calidad

El proceso de coordinación sigue una secuencia definida que incluye:

- Carga de modelos WIP en ACC por cada disciplina (S0).
- Federación quincenal de los modelos en Navisworks.
- Generación automática de colisiones por zonas, niveles y sistemas.
- Reporte de interferencias clasificado por tipo y responsable.
- Asignación de tareas correctivas vía ACC.
- Revisión cruzada de solución antes de nueva federación.
- Checklists de revisión técnica e informativa antes de cada entrega.

La revisión incluye también aspectos informativos: presencia de parámetros clave (material, código, clasificación), uso de familias aprobadas y limpieza de vistas.

4.39.4. Tolerancias y estándares de revisión

Se establecen tolerancias geométricas mínimas aceptables para evitar interferencias innecesarias y asegurar precisión constructiva.

Tabla 39: Tolerancias de revisión

Elemento	Tolerancia Aceptada	Referencia
Conducto vs. Viga / Forjado	≥ 50 mm de separación	Revisión BIM MEP
Ductos vs. Tuberías paralelas	≥ 25 mm entre ejes	Manual interno
Muros y columnas contiguas	≤ 5 mm de diferencia	Modelado ARQ / EST
Alineación de niveles	Máx. 10 mm de desviación vertical	Coordenadas compartidas
Colisiones informativas	0 – todos los elementos deben tener parámetros obligatorios completos	LOIN institucional

4.40. Auditoría y Control de Calidad

El control de calidad es una parte esencial del flujo BIM, ya que asegura que los modelos entregados cumplan con los requisitos técnicos, normativos e informativos establecidos en el BEP y el EIR. La auditoría debe realizarse de forma periódica y automatizada, complementada con revisiones manuales que validen tanto la geometría como los datos asociados a los elementos modelados.

Según la Guía BEP, “las auditorías deben ser planificadas como parte del proceso de control de calidad, evaluando parámetros como la estructura del modelo, la codificación, la nomenclatura, el uso de plantillas y la consistencia con los entregables definidos” (MITMA, 2020, p. 22).

4.41. Model Checker (Revit)

Se utilizarán herramientas integradas o complementarias a Revit como la herramienta de interoperabilidad Model-Checker para la auditoría interna de los modelos por disciplina.

4.41.1. Model Checker Arquitectura

Autodesk Model Checker para Revit



Título Revit Model Best Practices for Revit 2025
Fecha lunes, 15 de abril de 2024
Autor Autodesk
Descripción Series of checks to review modeling best practices and integrity

ARQ

NHBT-INB-FP-ZZ-3D-EST-001

100%

Resumen de chequeos 106 chequeos, 12 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 55, 39 no ejecutado
Fecha del informe jueves, 31 de julio de 2025 - 19:53:51
Revit FilePath C:\Users\geofr\DC\ACCDocs\ACC\MGBIM_25-1\Project Files\INNOBIM_ESTUDIO\01-WIP\03 - ESTRUCTURAS\01 - MODELO\NHBT-INB-FP-ZZ-3D-EST-001.rvt
Archivo Checkset <https://interoperability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2025.xml>

Ilustración 18 Model checker arquitectura

4.41.2. Model Checker Estructura

Autodesk Model Checker para Revit



Título Revit Model Best Practices for Revit 2025
Fecha lunes, 15 de abril de 2024
Autor Autodesk
Descripción Series of checks to review modeling best practices and integrity

NHBT-INB-FP-ZZ-3D-EST-001

100%

Resumen de chequeos 106 chequeos, 12 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 55, 39 no ejecutado
Fecha del informe jueves, 31 de julio de 2025 - 19:53:51
Revit FilePath C:\Users\geofr\DC\ACCDocs\ACC\MGBIM_25-1\Project Files\INNOBIM_ESTUDIO\01-WIP\03 - ESTRUCTURAS\01 - MODELO\NHBT-INB-FP-ZZ-3D-EST-001.rvt
Archivo Checkset <https://interoperability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2025.xml>

Ilustración 19 Model checker estructura

4.41.3. Model Checker MEP

Autodesk Model Checker para Revit



Título Revit Model Best Practices for Revit 2025
Fecha lunes, 15 de abril de 2024
Autor Autodesk
Descripción Series of checks to review modeling best practices and integrity

NHBT-INB-FP-3D-MEP-001-Rub Mep-San-SO-01

100%

Resumen de chequeos 106 chequeos, 9 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 49, 48 no ejecutado
Fecha del informe jueves, 31 de julio de 2025 - 22:04:34
Revit FilePath C:\Users\Stalyn 2023\Downloads\NHBT-INB-FP-3D-MEP-001-Rub Mep-San-SO-01.rvt
Archivo Checkset <https://interoperability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2025.xml>

Ilustración 20 Model checker MEP

Objetivo	Verificar consistencia geométrica y paramétrica de los modelos disciplinarios
Parámetros auditados	Nombre de tipo, ID, materiales, clasificación, LOD, LOIN
Revisión automatizada	Scripts Dynamo, plugins Model Checker for Revit
Frecuencia	Quincenal antes de cada federación

4.41.4. Revisión de interferencias (Navisworks)

El proceso de detección de colisiones será auditado con Navisworks Manage, permitiendo clasificar interferencias por tipo, disciplina y severidad.

Herramienta	Navisworks Manage – Clash Detective
Resultados	Listado de interferencias, filtros por nivel, sistema, tipo
Coordinador BIM	Responsable del análisis y reporte
Documentación	Clash Matrix en Excel + Reporte PDF

4.41.5. Revisión de vínculos

Todos los modelos deben cumplir con la estructura de vínculos definidos en el BEP. Se realizará una validación de:

- Ubicación correcta de archivos vinculados

- Coordenadas compartidas activas
- No duplicación de vínculos
- Actualización periódica de referencias

Esta revisión se realiza directamente en Revit, con checklist por parte del Coordinador BIM y validación del BIM Manager en entregas clave.

4.42. Informes de auditoría

Se generará un informe de auditoría por cada fase de coordinación y entrega, documentando:

Tabla 40: Informes de auditoría

Contenido del Informe	Formato
Resumen de revisión de parámetros (Revit)	PDF / XLSX
Listado de interferencias por tipo	Excel (Clash Matrix)
Observaciones y recomendaciones	DOCX
Capturas de errores críticos	PDF o imagen
Validación de estructura de carpetas y nomenclatura	Checklist BEP

Todos los informes se alojan en el CDE (ACC) en la carpeta S4 – Revisión y son aprobados por el BIM Manager antes de cualquier entrega oficial.

4.42.1. Federación interdisciplinar

El modelo federado será evaluado en términos de:

- Consistencia geométrica entre disciplinas
- Ausencia de colisiones críticas sin resolver
- Correcta estructura por niveles, zonas y fases
- Verificación de cumplimiento con entregables del IDP

Herramienta	Navisworks Manage + Visor ACC
Frecuencia	Cada ciclo de coordinación
Responsable	Coordinador BIM + Líderes de disciplina
Resultado esperado	Modelo federado NWD limpio, con tolerancias aceptadas

4.43. Entregables Finales y Gestión de Información

Este capítulo reúne las condiciones técnicas y organizativas para la entrega formal de modelos y documentación, asegurando que la información producida durante el ciclo de vida del proyecto BIM sea verificable, trazable, reutilizable y conforme a los requisitos definidos por el cliente en el EIR.

La entrega final debe contemplar tanto los modelos digitales como la documentación asociada, los reportes de auditoría y los elementos informativos clave como cronogramas 4D y presupuestos 5D. Todo ello debe gestionarse bajo criterios de control de calidad, interoperabilidad y estructura coherente de archivos.

4.44. Protocolo de coordinación

El objetivo principal del protocolo de coordinación en el proyecto es establecer una metodología clara, estructurada y colaborativa para la validación técnica de los modelos disciplinarios que componen el entorno BIM del proyecto. Esta coordinación se realiza mediante un proceso iterativo de revisión, retroalimentación y aprobación, que garantiza que cada modelo cumpla con los estándares geométricos, informativos y normativos definidos en el BEP y el EIR, antes de ser integrado al modelo federado.

El protocolo no solo busca detectar y corregir interferencias entre disciplinas, sino también asegurar la trazabilidad documental, el control de versiones, y el alineamiento de la información compartida dentro del entorno común de datos (CDE, Autodesk Construction Cloud). A través de flujos de aprobación digital, el sistema permite verificar la calidad de los modelos en términos de:

- Geometría adecuada y correcta ubicación espacial
- Cumplimiento de los parámetros obligatorios (LOIN)
- Estructura de vistas, niveles, vínculos y familias autorizadas
- Coherencia con los entregables y cronogramas establecidos (IDP/MIDP)
- Documentación asociada para validación del cliente

Asimismo, este protocolo establece responsabilidades por parte de los líderes disciplinares, del Coordinador Manager en cada fase de revisión, fomentando un entorno colaborativo basado en la transparencia, la mejora continua y la detección temprana de errores. De esta manera, el protocolo de coordinación se convierte en un componente clave para garantizar la calidad técnica del modelo federado y la confiabilidad de la información BIM para la toma de decisiones y la planificación constructiva.

- Validación de federación final sin colisiones críticas.
- Checklist de cumplimiento del BEP y del IDP.
- Coordinación documentada entre disciplinas (revisión por pares).
- Confirmación de niveles LOD/LOIN alcanzados según fase.
- Firma de conformidad técnica por el Coordinador BIM y BIM Manager.

4.45. Etapas del Protocolo

- I. Revisión interna del modelo disciplinar por parte del líder de cada disciplina.
- II. Subida del modelo al entorno común de datos (ACC) en la carpeta correspondiente del estado S0 - WIP.
- III. Activación del flujo de aprobación en ACC, creado por el BIM Manager, para que el Coordinador BIM revise el modelo.
- IV. Emisión del dictamen de revisión en uno de los siguientes estados:
 - Aprobado
 - Aprobado con comentarios
 - Rechazado
- V. Si el modelo es aprobado, el Coordinador BIM lo mueve a la carpeta S1 - Shared / Referencias para su uso en coordinación.

4.46. Flujo de Revisión y Aprobación

En el módulo de revisión de ACC, el BIM Manager define flujos de aprobación de una sola etapa, permitiendo a los revisores (Coordinador BIM o BIM Manager) emitir sus evaluaciones con comentarios y registrar trazabilidad.

4.47. Estados de Revisión y Comentarios

Los revisores podrán seleccionar el estado de revisión desde el panel de ACC y añadir comentarios contextualizados:

Tabla 41: Estados de revisión

Estado	Descripción
Aprobado	Cumple con los requisitos definidos en el BEP. Listo para federación.
Aprobado con comentarios	Puede ser federado, pero requiere ajustes menores.
Rechazado	No cumple con parámetros críticos. Debe ser corregido y reenviado.

4.48. Ubicación de Archivos Revisados dentro del CDE

Una vez aprobado, el archivo es movido por el Coordinador BIM a la siguiente ruta dentro de ACC:

02-INNOBIM/

└─ 00 INFORMACIÓN DEL PROYECTO/

└─ 01-WIP/

└─ 00-REFERENCIAS/

└─ 01-ARQ/

└─ 02-REFERENCIA/

└─ 04-RVT/

Entorno Común de Datos (CDE) - Autodesk Construction Cloud (ACC).

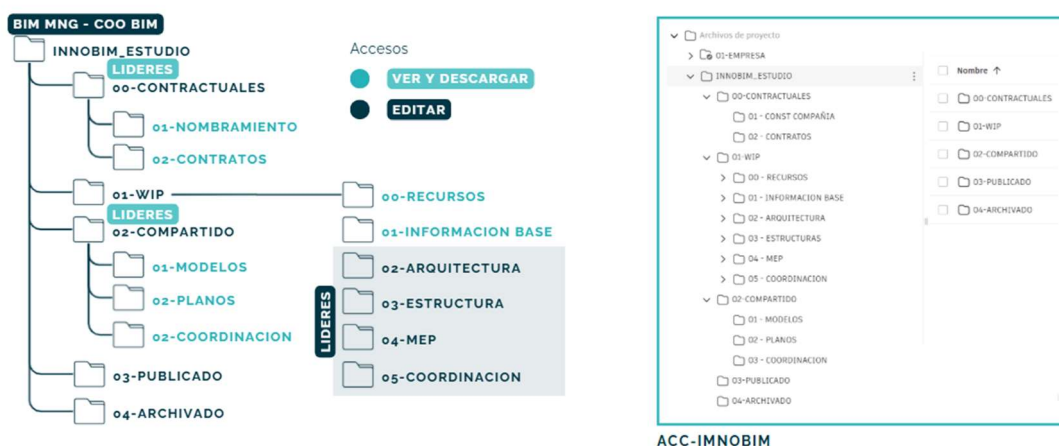


Ilustración 21 Organización del CDE

4.49. Prioridades de Modelos

Según los lineamientos establecidos, el desarrollo de modelos debe responder a una secuencia de madurez disciplinar, para asegurar una base estable antes de iniciar procesos dependientes como coordinación o interferencias. Las prioridades son:

Tabla 42: Prioridades de modelos

Disciplina	Condición de avance mínima para liberar modelado
Arquitectura (ARQ)	Inicia el modelado base (LOD 200–300)
Estructuras (EST)	Se habilita cuando ARQ esté al 60% con niveles definidos
MEP (todas)	Solo puede iniciar con ARQ + EST al 60–80% coordinado (LOD 300 mínimo)
Coordinación (COO)	Inicia tras primera federación de ARQ + EST (al menos)

4.50. Diseño de Pruebas de Coordinación

Se definen tres niveles de pruebas BIM:

Tabla 43: Diseño de pruebas BIM

Tipo de Prueba	Objetivo	Frecuencia	Herramienta
Visual (modelo disciplinar)	Verificar geometría, vistas, vínculos, nomenclatura	Semanal	Revit
Clash Detection	Detectar interferencias entre disciplinas	Quincenal	Navisworks Manage
Validación informativa	Verificar parámetros obligatorios (LOIN)	Quincenal	ACC + Excel Model Checker

4.51. Matriz de Colisiones Detallada

La siguiente matriz permite clasificar interferencias detectadas durante la coordinación, con base en severidad, tipo, responsables y plazos de corrección:

Tabla 44: Matriz de colisiones

Código	Tipo de Colisión	Disciplinas Involucradas	Impacto	Responsable de corrección	Plazo Máximo de Solución
C1	Ducto atraviesa viga estructural	MEP – EST	Crítico	Líder MEP / Coordinador BIM	2 días

C2	Puerta bloqueada por tubería	ARQ – MEP	Moderado	Líder ARQ	4 días
C3	Solape de luminaria y falso techo	MEP-E – ARQ	Leve	Modelador MEP	5 días
C4	Red sanitaria fuera de pendiente mínima	MEP-S	Crítico	Líder MEP-S	2 días
C5	Nivel de proyecto mal alineado entre disciplinas	ARQ – EST – MEP	Crítico	Coordinador BIM	1 día

4.52. Tolerancias de Coordinación por Tipo de Elemento

Establecidas para evitar interferencias innecesarias y mantener criterios realistas de revisión:

Tabla 45: Tolerancias de coordinación

Elemento	Tolerancia aceptada	Criterio / Justificación
Ductos vs. Vigas	≥ 50 mm	Revisión estructural funcional
Bandejas vs. Tuberías paralelas	≥ 25 mm entre ejes	Espacio de mantenimiento
Equipos MEP vs. muros	≥ 30 mm	Espacio libre para montaje
Superposición de modelos	0 mm (coincidencia total en origen)	Georreferenciación precisa
Ausencia de parámetros clave	No permitido	Validación informativa obligatoria

4.53. Diseño de pruebas:

El diseño de pruebas BIM establece los procedimientos, herramientas y criterios que se utilizarán para **verificar y validar** los modelos disciplinarios antes de cada entrega o federación. Este sistema incluye tres niveles de revisión: geométrica, informativa y normativa, y es responsabilidad compartida entre los líderes de disciplina, el Coordinador BIM y el BIM Manager.

Tabla 46: Diseño de pruebas

Tipo de Prueba	Descripción	Herramienta / Medio	Frecuencia	Responsable
1. Revisión Visual	Verificación manual de geometría, vistas, vínculos, niveles y nomenclatura	Revit (vista 3D, cortes)	Semanal	Líder de disciplina
2. Clash Detection	Revisión de interferencias entre modelos disciplinarios	Navisworks Manage	Quincenal	Coordinador BIM
3. Validación Informativa	Revisión de parámetros obligatorios, nombres, clasificaciones, unidades	Excel + Model Checker for Revit	Quincenal	Coordinador BIM / QA
4. Prueba de Coordinación Vertical	Alineación de niveles, elevaciones, grids y puntos de origen	Revit / Navisworks	En cada federación	Coordinador BIM
5. Auditoría de Vínculos	Verificación de vínculos activos, actualizados y sin errores	Revit	Antes de cada entrega	Coordinador BIM
6. Revisión Normativa	Cumplimiento de espacios, pendientes mínimas, alturas libres, normativas locales	Checklist técnico	Por fase	Consultor técnico / QA

4.54. Matriz de interferencias detallada

Esta matriz permite clasificar, registrar, asignar y hacer seguimiento de cada interferencia detectada durante los procesos de federación y coordinación del modelo BIM. Cada colisión es documentada con su tipo, ubicación, disciplinas involucradas, responsable de corrección y estado de resolución.

4.55. Hitos de coordinación

Los hitos de coordinación representan los momentos clave dentro del proceso BIM en los cuales se evalúan los modelos integrados, se emiten reportes de colisiones, se aprueban avances técnicos y se liberan entregables para su uso en fases posteriores (presupuesto, planificación, construcción, etc.).

Cada hito requiere la ejecución de actividades de federación, revisión de interferencias, generación de matrices de colisiones y validación formal del cumplimiento de los requerimientos del BEP y EIR

Tabla 47: Hitos de coordinación

Hito	Fecha Estimada	Actividades Clave	Requisitos BIM	Responsables
H1 – Primer Modelo Coordinado ARQ + EST	15/julio/2025	Federación inicial entre arquitectura y estructura	LOD 300 / Coordinación vertical	Coordinador BIM + Líderes ARQ y EST
H2 – Coordinación ARQ + EST + MEP (1ª iteración)	25/julio/2025	Clash detection tridisciplinar inicial	LOD 300	Coordinador BIM + Todos los líderes disciplinares
H3 – Entrega de Informe de Colisiones N°1	27/julio/2025	Matriz detallada de interferencias + tareas asignadas	Reporte en ACC + Clash Matrix	Coordinador BIM
H4 – Revisión de Resoluciones y 2ª Federación	03/agosto/2025	Revisión de tareas resueltas + nueva federación	LOD 350 preliminar	Coordinador BIM + BIM Manager
H5 – Aprobación para Entrega Técnica Cliente	08/agosto/2025	Validación de entregables gráficos + modelo federado	LOD 350 aprobado / validación ACC	BIM Manager + Cliente
H6 – Coordinación Final / Preconstrucción	25/agosto/2025	Modelo final federado libre de colisiones críticas	LOD 400 / checklist completo	Coordinador BIM + QA
H7 – Entrega As-Built Coordinado	Según construcción	Validación de modelo construido con ajustes en campo	LOD 500 / georreferenciado / informativo completo	BIM Manager + Constructora

4.56. Georreferenciación de modelos

La georreferenciación de los modelos es un aspecto esencial en la gestión de proyectos BIM, ya que permite asegurar la coherencia espacial entre disciplinas, la interoperabilidad con sistemas GIS y la compatibilidad con herramientas de análisis

ambiental y planificación territorial. En el proyecto, todos los modelos deben estar vinculados a un sistema de coordenadas compartidas y realistas, específicamente UTM Zona 17 Sur / WGS84, definido como sistema oficial de referencia geoespacial.

Esta georreferenciación se aplicará directamente desde Autodesk Revit, mediante el uso del punto base compartido, que ha sido previamente establecido en el centro de la planta baja del edificio (eje A1). A su vez, se validará esta configuración utilizando Navisworks Manage durante la federación de modelos, comprobando la correcta alineación de los submodelos y la ausencia de desplazamientos o rotaciones indebidas.

La correcta ubicación del modelo garantiza que todas las disciplinas modelen en el mismo sistema de referencia, evitando errores en la documentación, en la planificación de obra, y facilitando el análisis solar, el estudio de asoleamiento y la integración con sistemas de consulta urbana o catastro digital. Esta condición también es crítica para futuras fases de mantenimiento y operación, especialmente si se vincula el modelo a herramientas de gestión de activos urbanos o plataformas de Smart Cities.

El cumplimiento de este requerimiento será verificado en cada fase de revisión por el Coordinador BIM, utilizando los visores de Revit y Navisworks, así como mediante el checklist de auditoría interna de modelos. Todo modelo que no esté correctamente georreferenciado será devuelto para su ajuste antes de ser aprobado para federación.

4.57. Normas básicas de manejo de intercambio de información

El intercambio de información en el entorno BIM del proyecto, debe realizarse bajo criterios rigurosos que aseguren la trazabilidad, el control de calidad y la organización estandarizada de los archivos. Para tal fin, se aplican las normas internas de codificación y estructura de archivos definidas en el manual institucional de nomenclatura (*NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001*), el cual establece cómo deben

nombrarse los documentos y modelos según disciplina, tipo, nivel y versión. Esta codificación permite identificar cada archivo de forma unívoca, facilitando su clasificación en el Entorno Común de Datos (CDE).

Todos los archivos que ingresen al proceso colaborativo deben estar sujetos a un control de versiones automático gestionado desde Autodesk Construction Cloud (ACC). A su vez, cada versión será auditada manualmente mediante planillas de control que verifican la estructura del modelo, los parámetros esenciales, los vínculos activos, la nomenclatura de vistas y la calidad gráfica de los entregables.

Es obligatorio que solo se intercambien archivos que hayan sido previamente validados mediante los flujos de aprobación definidos en el BEP (ver punto 10.1). Esto implica que todo archivo —ya sea modelo RVT, plano PDF, archivo IFC o matriz Excel— debe haber pasado por revisión técnica y cumplir con los requerimientos establecidos en el EIR.

Además, cada archivo debe ser revisado en términos de contenido gráfico y paramétrico, evaluando aspectos como: estructura de vistas, uso de familias aprobadas, cumplimiento del LOIN por fase, presencia de metadatos obligatorios y relaciones correctas entre vínculos. Este enfoque garantiza que la información sea coherente, útil y segura en todas las etapas del proyecto, desde diseño hasta operación.

4.58. Matriz de intercambio de información

Matriz de intercambio de información Basada en ISO 19590-2: Arquitectura, Estructura y MEP – Fase de Diseño y Construcción												
Nº	Fase del Proyecto	Uso BIM	Disciplina	Información a entregar	Responsable	Receptor	Formato	Frecuencia y tipo de coordinación	Nivel de Información (LOI)	Ejecuciones	Justificación de las edificaciones	Uso BIM por
1	Diseño Preliminar	Modelado 3D en cel	Arquitectura	Modelo arquitectónico básico (estructura, fachada, elevación, columnas, vigas)	Líder AEC	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOI 200 / LOI 100	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
2	Diseño Preliminar	Modelado 3D en cel	Fontanería	Tratamiento de agua, tuberías, válvulas	Líder FST	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOI 200 / LOI 100	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
3	Diseño Preliminar	Modelado 3D en cel	MEP	Tratamiento de gases, electricidad, climatización	Líder MEP	Coordinador BIM	RVT, PDF	Una vez por etapa	LOI 200 / LOI 100	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
4	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	Arquitectura	Modelo con fachada, acabados, carpintería, muros interiores	Líder AEC	Coordinador BIM, cliente	RVT, IFC	Cultural	LOI 350 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
5	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	Estructura	Armaduras, fundaciones, pilas, anclajes	Líder ESI	Coordinador BIM	RVT, IFC, DWG	Cultural	LOI 300 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
6	Diseño de Detalle	Modelado 3D detallado	MEP	Redes completas con especificaciones técnicas y materiales	Líder MEP	Coordinador BIM	RVT, IFC	Cultural	LOI 300 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
7	Coordinador Final Diseño	Citas de reunión, modelo basado en datos	Todas	Modelo federado, copia de interacción por cliente y proveedor	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	NWC, PDF	Interacción	LOI 300 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
8	Ejecución técnica final	Análisis comparativo de alternativas	Arquitectura	Estudio de alternativas sistema de fachada por cliente y proveedor	Líder AEC, Coordinador BIM	Cliente / Proveedor	PDF, Excel, RVT	Interacción	LOI 350 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
9	Documentación para obra	Documentación de ejecución, computos métricos	Todas	Modelo federado final con integración de estructura, carpintería y MEP	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, NWC, PDF	Interacción	LOI 350 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
10	Realización	Modelo federado como producto final	Todas	Modelo federado final con integración de estructura, carpintería y MEP	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, NWC, PDF	Interacción	LOI 350 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
11	Coordinación de obra	Modelo 4D	Todas	Modelo federado final con integración de estructura, carpintería y MEP	Coordinador BIM	Cliente / Dirección técnica	RVT, NWC, PDF	Interacción	LOI 350 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual
12	Entrega de obra y presupuesto	Modelo 5D	Todas	Modelo federado final con integración de estructura, carpintería y MEP	Coordinador BIM, gestor de obra	Cliente / Dirección técnica	RVT, NWC, PDF	Interacción	LOI 350 / LOI 200	sin mobiliario ni detalles	Información conceptual	Validación conceptual

Ilustración 22: Matriz de intercambio de información

Tabla 48: Descripción de requerimiento

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN APLICADA EN NOVA HABITAT
Idioma	Español
Sistema de medición	Sistema Métrico Internacional
Largo	Metros (m) con 2 cifras decimales
Área	Metros cuadrados (m ²) con 2 cifras decimales
Volumen	Metros cúbicos (m ³) con 2 cifras decimales
Ángulo	Grados (°) con 2 cifras decimales
Pendientes	Porcentaje (%)
Revisiones del proyecto	Autodesk Revit 2024 + Entorno común de datos (Autodesk Construction Cloud)
Coordinación de modelos	Navisworks Manage 2024
Gestión documental	Autodesk Desktop Connector
Auditoría de modelos	Autodesk Model Checker for Revit 2024
Comunicación (texto e imágenes)	Autodesk Construction Cloud / mensajería integrada
Reuniones / videocomunicación	Google Meets – Universidad Internacional SEK (UISek)
Entorno Común de Datos (CDE)	Autodesk Construction Cloud (ACC)

4.59. Estrategia de organización de archivos

Tabla 49: Estrategia de organización

Ubicación	Contenido
S0 – WIP	Modelos en desarrollo por disciplina
S1 – Shared	Modelos compartidos para coordinación
S4 – Revisión	Modelos revisados por el coordinador y listos para aprobación
S6 – Entrega	Entregables formales (modelos IFC, PDF, NWD, informes)
S7 – Archivo	Documentación histórica, modelos As-Built

4.60. Estrategia de gestión del tamaño de los archivos

Tamaño límite por submodelo disciplinar:

- ARQ: ≤ 200 MB
- EST: ≤ 150 MB

- MEP: ≤ 180 MB por sistema

Prácticas:

- Limpieza de vistas no utilizadas.
- Compresión y purgado semanal.
- Revisión de familias cargadas y archivos vinculados.
- División en submodelos si se supera el umbral definido.

4.61. Cronograma 4D, Presupuesto 5D

En el proyecto, se implementan las dimensiones 4D (tiempo) y 5D (costos) del modelo BIM para fortalecer la planificación constructiva, la toma de decisiones financieras y el control de avances. Estas dimensiones permiten simular el proceso constructivo en tiempo real y generar presupuestos precisos y trazables desde el modelo digital.

4.62. Cronograma 4D

El modelo BIM será vinculado a un cronograma de obra para visualizar la secuencia constructiva en forma animada y verificar la viabilidad de plazos.

Tabla 50: Detalle de elementos 4D

Elemento	Detalle
Formato	NWD (Navisworks) + XML del cronograma
Herramientas	Autodesk Navisworks Simulate / Manage
Origen del cronograma	Planificación base en MS Project o Excel
Frecuencia de revisión	Mensual (coordinado con los hitos IDP)
Visualización	Por zonas, fases, disciplinas, o sistema constructivo
Objetivo	Validar secuencia lógica, detectar solapes, mejorar logística de obra

4.63. Presupuesto 5D

La estimación de costos estará integrada al modelo mediante extracción automática de cantidades y vinculación a una base de precios actualizada, con estructura conforme a codificación propia del manual de nomenclatura



Rubro	Nombre de proyecto	1	24 017.66	24 017.66	00024	1	3 881.51	3 881.51
00019	MEP-PSI PLANTA BAJA N+10.00	1	887.34	887.34	00024	1	3 881.51	3 881.51
0007420	Tipo de tubería - Tubería desague sanitario MEP Inodoro (102 mm)	6.74 m	4.51	30.31	0007420	Tipo de tubería - Tubería desague sanitario MEP Inodoro (102 mm)	26.91 m	4.51
0007371	Tipo de tubería - Tubería agua caliente/fría PPRi MEP Inodoro (20 mm)	54.40 m	1.26	68.72	0007371	Tipo de tubería - Tubería agua caliente/fría PPRi MEP Inodoro (20 mm)	10.85 m	1.26
13.24	Tubo sin uniones - Tubo no metálico rígido (INCC Serie 40)	53.50 m	1.82	97.12	0007371	Tipo de tubería - Tubería agua caliente/fría PPRi MEP Inodoro (20 mm)	30.00 m	1.26
0007372	Codo de tubo sin uniones MEP Inodoro - Estándar	13.00 u	0.45	5.85	0007372	Codo de tubo sin uniones MEP Inodoro - Estándar	2.90 u	0.45
0007402	Tipo de tubería - Tubería agua fría 2" MEP Inodoro (51 mm)	3.04 m	1.83	5.56	0007372	Tubo con uniones - Tubo metálico eléctrico MEP Inodoro	5.70 u	0.72
0007362	Tee reducción MEP Inodoro - Var	10.00 u	0.61	6.10	0007402	Tipo de tubería - Tubería agua fría 2" MEP Inodoro (51 mm)	32.40 m	1.83
0007363	Codo PPRi MEP Inodoro - Var	40.00 u	0.27	10.80	00025	MEP-PSI PLANTA DE CUBIERTA N+16.00	1	1 271.79
000219	No usar Codo G&E MEP Inodoro - Var	3.00 u	0	0	0007371	Tipo de tubería - Tubería agua caliente/fría PPRi MEP Inodoro (20 mm)	0.00 m	1.26
0007443	Codo San MEP Inodoro - Var	1.00 u	1.39	1.39	0007371	Codo de tubo sin uniones MEP Inodoro - Estándar	2.90 u	0.45
000744	Buje MEP Inodoro - Var	1.00 u	0.51	0.51	0007371	Codo de tubería sin uniones MEP Inodoro - Estándar	4.90 u	0.51
000744	Tee MEP Inodoro - Var	5.00 u	0.85	4.25	0007371	Tubo con uniones - Tubo metálico eléctrico MEP Inodoro	7.00 u	0.72
13.15	Endulza Doble MEP Inodoro - Estándar [Estándar]	7.00 u	27.08	189.54	0007363	Codo PPRi MEP Inodoro - Var	2.00 u	0.27
13.20	Cuadro de control MEP Inodoro - Cuadro de control 225 A MEP Inodoro, 1.	3.00 u	55.25	165.75	0007443	Codo San MEP Inodoro - Var	1.00 u	1.39
13.16	Interrupción de iluminación MEP Inodoro - Interruptor simple MEP Inodoro	7.00 u	12.69	88.83	000744	Buje MEP Inodoro - Var	0.51 u	0.51
00021	MEP-PSI PLANTA ALTA N+14.50	1	4 418.35	4 418.35	13.16	Uniconto MEP Inodoro [Uniconto MEP Inodoro]	1.00 u	54.83
0007420	Tipo de tubería - Tubería desague sanitario MEP Inodoro (102 mm)	12.49 m	4.51	56.33	13.16	Foco empotrado MEP Inodoro [Cuadrado 180 MEP Inodoro / Cuadrado]	82.56 u	1 075.74
0007371	Tipo de tubería - Tubería agua caliente/fría PPRi MEP Inodoro (20 mm)	102.40 m	1.26	128.52				
0007372	Codo de tubo sin uniones MEP Inodoro - Estándar	41.00 u	0.45	18.45				
0007374	Capa de conexiones Tee MEP Inodoro - Estándar	2.00 u	0.91	1.82				
0007374	Capa de conexiones Tee MEP Inodoro - Estándar	04.00 u	0.91	36.54				
0007371	Tubo con uniones - Tubo metálico eléctrico MEP Inodoro	214.24 m	0.72	154.26				
0007402	Tipo de tubería - Tubería agua fría 2" MEP Inodoro (51 mm)	52.46 m	1.83	96.00				
0007362	Tee reducción MEP Inodoro - Var	34.00 u	0.61	20.74				
0007363	Codo PPRi MEP Inodoro - Var	64.00 u	0.27	17.28				
000219	No usar Codo G&E MEP Inodoro - Var	12.00 u	0	0				
0007443	Codo San MEP Inodoro - Var	17.00 u	1.39	23.63				
000744	Buje MEP Inodoro - Var	12.00 u	0.51	6.12				
000744	Tee MEP Inodoro - Var	19.00 u	0.85	16.15				
0007403	Silón 180° de 2" MEP Inodoro - Var	1.00 u	4.85	23.25				
13.59	Ducha MEP Inodoro [Ducha MEP Inodoro]	4.00 u	96.08	384.32				
13.15	Endulza Doble MEP Inodoro - Estándar [Estándar]	27.00 u	27.08	731.16				
13.10	Foco empotrado MEP Inodoro - Cuadrado 180 MEP Inodoro [Cuadrado]	20.00 u	82.56	1 651.44				
13.20	Cuadro de control MEP Inodoro - Cuadro de control 225 A MEP Inodoro, 1.	3.00 u	55.25	165.75				
12.14	Conector lavadora MEP Inodoro [Conector lavadora MEP Inodoro]	3.00 u	21.80	65.40				

5D - PRESUPUESTO

24 017.66 \$

PRESUPUESTO TOTAL DEL
RUBRO DE MEPS



Ilustración 23 Presupuesto 5D

Elemento	Detalle
Formato	Excel (XLSX) / BC3 (intercambio con Presto)
Herramientas	Presto 5D / Cost-It / Revit
Vinculación	Por parámetros del modelo: tipo, material, unidad, rendimiento
Origen de precios	Base INEC / proveedores locales / históricos internos
Objetivo	Automatizar el presupuesto y reducir errores de cuantificación

4.64. Matriz de colisiones

- Archivo Excel con resumen de interferencias detectadas, clasificadas y resueltas.
- Cada interferencia incluye:
 - Tipo (crítica, moderada, leve)
 - Disciplinas involucradas
 - Nivel y ubicación
 - Responsable de resolución
 - Estado: pendiente / resuelta / aprobada
- Adjunta como anexo técnico al informe final de coordinación.

Matriz de deteccion de interferencias	Arquitectura									Estructura				Agua FyC			Electricidad				Fontanería y desagües																									
	Tabiques/Paredes	Suelos	Cubiertas	Falsos techos	Acabados de piso	Acabados de Pared	Acabados de techo/cieloraso	Escaleras y Rampas	Carpinterías (Ventanas y Puertas)	Zapatas/Riostras	Muros	Pilares	Vigas	Losas/Forjados/soleras	Estructura metálica	Tuberías	Valvulería	Equipos	Accesorios	Bandejas	Cableado/tubos	Luminarias	Cuadros	Accesorios	Tuberías	Valvulería	Equipos	Sanitarios																		
Arquitectura																																														
Tabiques/paredes		B	B	A	A		B	A	B		A	A	A	A		A	B	A			B		B			A	A	A	A																	
Suelos	B				B	B		B			B					A	B		A			B				A		B	B																	
Cubiertas	A			B									B			A			B			B	A			A																				
Falsos techos	A					B					A	B				B		C	A			B	A	C		A																				
Acabados de piso	A	C				B		B			B			A		C	B		B			C				B		C	C																	
Acabados de Pared	B	B	B	A	C		C		B		C	C	C	B		C		C	B			B		C		B	C	C	C																	
Acabados de techo/cieloraso	B			B		C					C					C			B			C	A			B																				
Escaleras y Rampas		C			B	B					A		B									C																								
Carpinterías (Ventanas y Puertas)	B	B			B	B					3					A			B			A	C			B																				
Estructuras																																														
Zapatas/Riostras	idem										A	C				B										B																				
Muros											A	B	B	B	C			B		C														C												
Pilares											B	B	A	B	B			A	B	A	B													A	B	B										
Vigas																		C	B		A			A	C		B							A	A											
Losas/Forjados											C	B	B	A										C		B	C							C	C											
Estructura metálica	idem																																													
Agua FyC																																														
Tuberías										idem										A	A	B	A	A		A	C	B	C				A	A	B		A	C	A	A						
Valvulería																					B		C				C		C														B			
Equipos																						B	C				B		B	C	C	C											B		A	C
Accesorios				B																				C		C									B	C										
Electricidad																																														
Bandejas	idem																																													
Cableado/tubos											A			A	A			A				B											A	C	C		A		B							
Luminarias											B	C		B	B			A			B													C				A								
Cuadros											C									C														C				C								
Accesorios											B	C												A																C						
Fontanería y desagües																																														
Tuberías	idem										A	A	B	A	A		A	C	A	A				A		B		A	C	A	A															
Valvulería												B			C				B															A			C		C	C						
Equipos												B	C			B			A		A	C												C				A	C	B	C					
Sanitarios												B												B	C														A	C	C					
																																				C										

Ilustración 24: Matriz de detección de interferencias

4.65. Informe de cumplimiento y control

El Informe de Cumplimiento y Control constituye el documento final de verificación técnica del proyecto, y tiene como objetivo certificar que todos los entregables BIM han sido elaborados y coordinados conforme a lo establecido en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y el Documento de Requisitos de Información (EIR).

Este informe consolida los resultados de auditorías, procesos de coordinación y control de calidad ejecutados durante el ciclo de desarrollo del modelo, validando que cada disciplina haya cumplido con:

- El alcance esperado de desarrollo geométrico (LOD) y de información (LOIN),

- La aplicación de normas de modelado, nomenclatura, estructura de vistas y vínculos,
- La resolución efectiva de colisiones críticas identificadas durante el proceso de federación,
- La correcta georreferenciación de los modelos conforme al sistema UTM 17S / WGS84,
- Y la entrega completa de los formatos requeridos en IFC, PDF, NWD, XLSX y BC3.

Este informe es elaborado y revisado de forma conjunta por el Coordinador BIM y el BIM Manager, quienes certifican mediante firma digital la conformidad de los entregables con lo estipulado en el BEP. La documentación queda oficialmente registrada en la carpeta S6 – Entregas Finales del Entorno Común de Datos (ACC), junto con los modelos federados, presupuestos, cronogramas, actas y reportes de colisiones.

Tabla 51: Detalle de informe de cumplimiento

Sección	Contenido
1. Portada	Nombre del proyecto, código del informe, fecha, firmas
2. Resumen ejecutivo	Alcance de coordinación y entregables incluidos
3. LOD/LOIN por disciplina	Tabla de cumplimiento por modelo y fase
4. Informe de colisiones	Total de colisiones detectadas / resueltas / abiertas
5. Auditoría de georreferenciación	Verificación de coordenadas compartidas y origen
6. Verificación de formatos	Tabla de archivos entregados por formato y versión
7. Anexos	Capturas de revisión, matrices de control, checklist firmados

4.66. Firma y Archivo

- Firmantes responsables:
 - Coordinador BIM: *[Nombre completo]*
 - BIM Manager: *[Nombre completo]*
- Formato del archivo: PDF (firmado digitalmente)

4.67. Entregables y Gestión de Información Final

Todos los entregables generados durante el desarrollo del proyecto deben ser organizados, validados y almacenados de manera sistemática tanto en el Entorno Común de Datos (CDE) como en el repositorio final del cliente. Esto asegura su trazabilidad, revisión y aprobación formal. La entrega final debe seguir las estructuras establecidas en el BEP y cumplir con los requisitos del cliente expresados en el EIR.

El conjunto de entregables se clasifica en tres grandes categorías: generales del proyecto, específicos por rol, y aquellos asociados al proceso académico de titulación. A continuación, se detallan:

4.67.1. Entregables Generales del Proyecto

Tabla 52: Entregables generales

Elemento	Descripción
EIR	Documento con requerimientos técnicos, de gestión y comerciales del cliente
BEP	Plan de Ejecución BIM completo y actualizado
Respuestas a Requisitos	Técnicos, de gestión y comerciales, según lo solicitado
Matriz de Roles (BEP)	Asignación de responsabilidades por disciplina, fase y entregable

4.67.2. Entregables Específicos según Roles

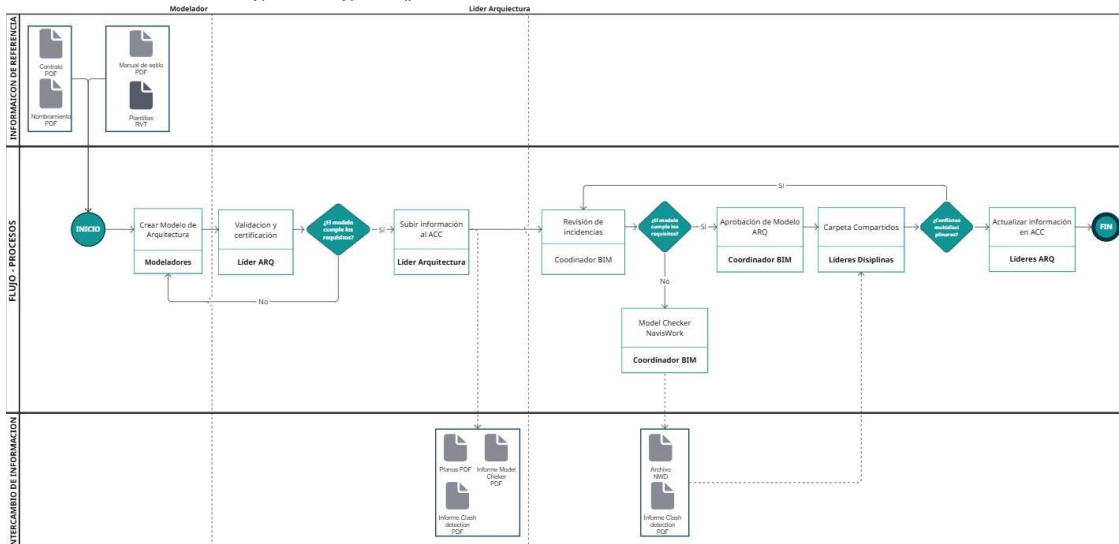
Tabla 53: Entregables específicos

Elemento	Descripción
Manual de estilo	Guía de presentación de vistas, formatos, plantillas y nomenclatura
Modelos disciplinares	Arquitectura, Estructura, MEP, en formato RVT y exportaciones IFC
Modelo Federado	Modelo integrado en formato NWD, sin interferencias críticas
Hitos de Coordinación	Reportes, matrices de colisiones, evidencias de revisión y solución
Análisis de Interferencias	Informes técnicos por disciplina con capturas y descripción

Planificación 4D	Simulación constructiva en Navisworks (NWD + cronograma XML)
Costos 5D	Presupuesto vinculado al modelo, en Excel/BC3 desde Cost-It o Presto

4.67.3. Entregables según Objetivos del proyecto

Tabla 54: Entregables según objetivos



Elemento	Descripción
Documento A4	Informe académico técnico completo
Archivos CDE	Organización final de carpetas del proyecto dentro de ACC
Planimetrías	Conjuntos de planos en PDF, listos para construcción o revisión
Anexos	Documentación complementaria: checklists, auditorías, cronogramas
Modelos	Versión final de los modelos, firmados y validados en IFC / PDF 3D

4.68. Conclusión

El presente Plan de Ejecución BIM (BEP) establece las bases técnicas, organizativas y colaborativas necesarias para la correcta implementación de la metodología BIM en el proyecto. A través de la estructuración detallada de roles, flujos de trabajo, niveles de desarrollo (LOD/LOIN), formatos, plataformas, procesos de coordinación y entregables, se garantiza que toda la información generada sea confiable, trazable, interoperable y útil para la toma de decisiones en todas las fases del ciclo de vida del edificio.

Este documento ha sido diseñado para facilitar una gestión eficiente de los modelos digitales, minimizar riesgos por interferencias, controlar los costos en tiempo real mediante BIM 5D y validar la planificación constructiva mediante simulaciones 4D. Asimismo, su aplicación permitirá integrar criterios de sostenibilidad, eficiencia energética y análisis climático desde etapas tempranas, fortaleciendo el carácter innovador del sistema de fachada propuesto.

4.69. Recomendaciones

Se recomienda aplicar este BEP como documento vivo durante el desarrollo del proyecto, permitiendo su actualización periódica conforme evolucionen los modelos, herramientas, normativas o requerimientos del cliente. Es fundamental mantener la disciplina en el uso del Entorno Común de Datos (ACC), respetar las convenciones de nomenclatura, y ejecutar con rigurosidad los protocolos de revisión y control definidos en este plan.

Asimismo, se sugiere utilizar este BEP como referente metodológico en futuros proyectos de la empresa INNOBIM Studio Cía. Ltda., adaptándolo según las particularidades de cada disciplina, a fin de consolidar una cultura de trabajo colaborativo y tecnológicamente eficiente en entornos BIM.

Finalmente, se invita al equipo a mantener una actitud abierta al aprendizaje continuo, promoviendo el uso crítico y estratégico del BIM no solo como herramienta digital, sino como una metodología para construir mejor, con mayor transparencia, calidad, y visión de largo plazo.

CAPÍTULO 4

5. Rol Del Líder De Arquitectura En El Proyecto Nova Habitat

5.1. Introducción al Rol

En el marco de la metodología BIM, el Líder de Arquitectura asume un papel fundamental como responsable del desarrollo disciplinar del modelo arquitectónico y como eje articulador de las decisiones proyectuales que afectan directamente al diseño, la sostenibilidad, el confort y la imagen arquitectónica del edificio. Este rol no se limita a la generación de geometría, sino que implica la estructuración integral de la información gráfica y no gráfica que será utilizada en todo el ciclo de vida del proyecto.

Dentro del proyecto Edificio de uso mixto NOVAHABITAT, ubicado en la ciudad de Puyo y desarrollado bajo estándares internacionales como la ISO 19650, el Líder de Arquitectura desempeña una función estratégica en la planificación, modelado, coordinación y validación de soluciones arquitectónicas adaptadas al contexto climático amazónico. Su responsabilidad incluye no solo cumplir con los entregables establecidos, sino también asegurar que el diseño responda a criterios de eficiencia energética, viabilidad constructiva y compatibilidad multidisciplinar, siendo coherente con los objetivos definidos en el EIR (Requisitos de Intercambio de Información del Cliente) y los protocolos operativos del BEP (Plan de Ejecución BIM).

La figura del Líder Arquitectura articula las decisiones estéticas, técnicas y funcionales del diseño arquitectónico con las necesidades de coordinación digital y control de calidad definidos por el BIM Manager. Esto se materializa mediante la generación de modelos LOD 300-350 con parámetros LOI 300, alineados al entorno común de datos (CDE) y validados periódicamente con herramientas como Autodesk Model Checker y Navisworks Manage, según lo establecido en el protocolo de auditoría institucional.

Además, su participación en la implementación de protocolos de nomenclatura, estilo, clasificación y codificación garantiza la trazabilidad de los objetos modelados, la interoperabilidad entre plataformas y la eficiencia en los flujos de trabajo colaborativos. En contextos complejos como el del proyecto —donde se requiere optimizar el comportamiento térmico y lumínico de la envolvente—, el Líder de Arquitectura asume también el rol de proponente técnico de estrategias pasivas, validadas mediante simulaciones BIM, que responden tanto a las condiciones climáticas locales como a los objetivos de sostenibilidad definidos en el proyecto.

En resumen, el rol del Líder Arquitectura no solo responde a una estructura jerárquica dentro del equipo BIM, sino que representa una pieza clave en la consolidación de una arquitectura informada, coordinada y sostenible, comprometida con el contexto local y respaldada por tecnología de vanguardia

5.2. Desarrollo del Rol

5.2.1. Flujo de Trabajo

Desde la recepción del anteproyecto hasta la entrega del modelo auditado.

Diagramación y explicaciones del proceso interno aplicado en NOVA HABITAT.

5.2.2. Criterios Generales de Modelado

El flujo de trabajo del Líder de Arquitectura dentro del proyecto se desarrolló de forma estructurada, escalonada y alineada con las fases definidas en el Plan de Ejecución BIM (BEP). Este proceso integró desde la interpretación del anteproyecto hasta la entrega del modelo arquitectónico final auditado, cumpliendo con los niveles de detalle (LOD 300–350) y de información (LOI 300) requeridos por el EIR y validados mediante procesos internos definidos por el BIM Manager.

5.2.3. Recepción del Anteproyecto y Condicionantes del EIR

El proceso se inició con el análisis del anteproyecto arquitectónico conceptual, el cual fue evaluado bajo criterios de viabilidad técnica, coherencia funcional y compatibilidad climática. En esta etapa, el Líder de Arquitectura revisó las condiciones específicas del sitio (ubicación, orientación, topografía, accesos) y las exigencias del cliente contenidas en el EIR, incluyendo metas de sostenibilidad, control solar, ventilación cruzada y optimización de la envolvente.

5.2.4. Creación y Configuración de la Plantilla Arquitectónica

A partir de los parámetros definidos en el BEP y en el Manual de Estilos del proyecto (NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001), se configuró la plantilla base disciplinar en Autodesk Revit, que incluyó:

Parámetros compartidos para clasificación, codificación, fase y estado del objeto.

- Visual Templates por fase, escala y tipo de vista.
- Navegador estructurado con organización por especialidad, nivel y entregable.
- Configuración de vistas de trabajo y vistas de impresión.

5.2.5. Modelado Disciplinar en Fase de Diseño

Con la plantilla establecida, el Líder de Arquitectura desarrolló el modelo LOD 300–350 según los criterios de modelado por elemento definidos en el protocolo NHBT-INB-FD-XX-MNL-COO-001. En esta etapa se integraron:

- Envolvente arquitectónica completa (muros, cubiertas, carpinterías).
- Configuración espacial, mobiliario fijo, acabados e iluminación natural.
- Validación geométrica y tipológica con normativa NEC y código de edificación local.

5.2.6. Coordinación Multidisciplinar

El modelo disciplinar fue entregado al Coordinador BIM para su federación semanal en Navisworks Manage. Durante las reuniones de coordinación, el Líder de

Arquitectura participó activamente en la detección y resolución de interferencias con estructuras y MEP, corrigiendo las colisiones registradas en la plataforma BIM 360 según cronograma.

5.2.7. Auditorías BIM y Control de Calidad

Cada dos semanas se realizaron auditorías del modelo arquitectónico con Autodesk Model Checker, validando la consistencia geométrica, aplicación de nomenclatura, parámetros informativos y cumplimiento del LOD/LOI. Las no conformidades detectadas fueron corregidas por el Líder Arquitectura en un plazo máximo de 72 horas, previo a la validación del modelo para la siguiente fase.

5.2.8. Integración 4D–5D–6D y Entregable Final

Una vez aprobado el modelo final, este fue vinculado al cronograma 4D (Navisworks) y al presupuesto 5D (Cost-It y Presto), permitiendo evaluar el impacto económico del diseño. Además, se parametrizó la información de mantenimiento en formato IFC para la gestión futura 6D. Todo el proceso fue documentado y almacenado en el Entorno Común de Datos (CDE) bajo control del BIM Manager.

5.2.9. Diagramación del Flujo de Trabajo

Este flujo de trabajo evidencia la estructura cíclica e iterativa del rol del Líder de Arquitectura, donde cada fase se retroalimenta del proceso anterior, garantizando un resultado final coordinado, sostenible y técnicamente verificado.

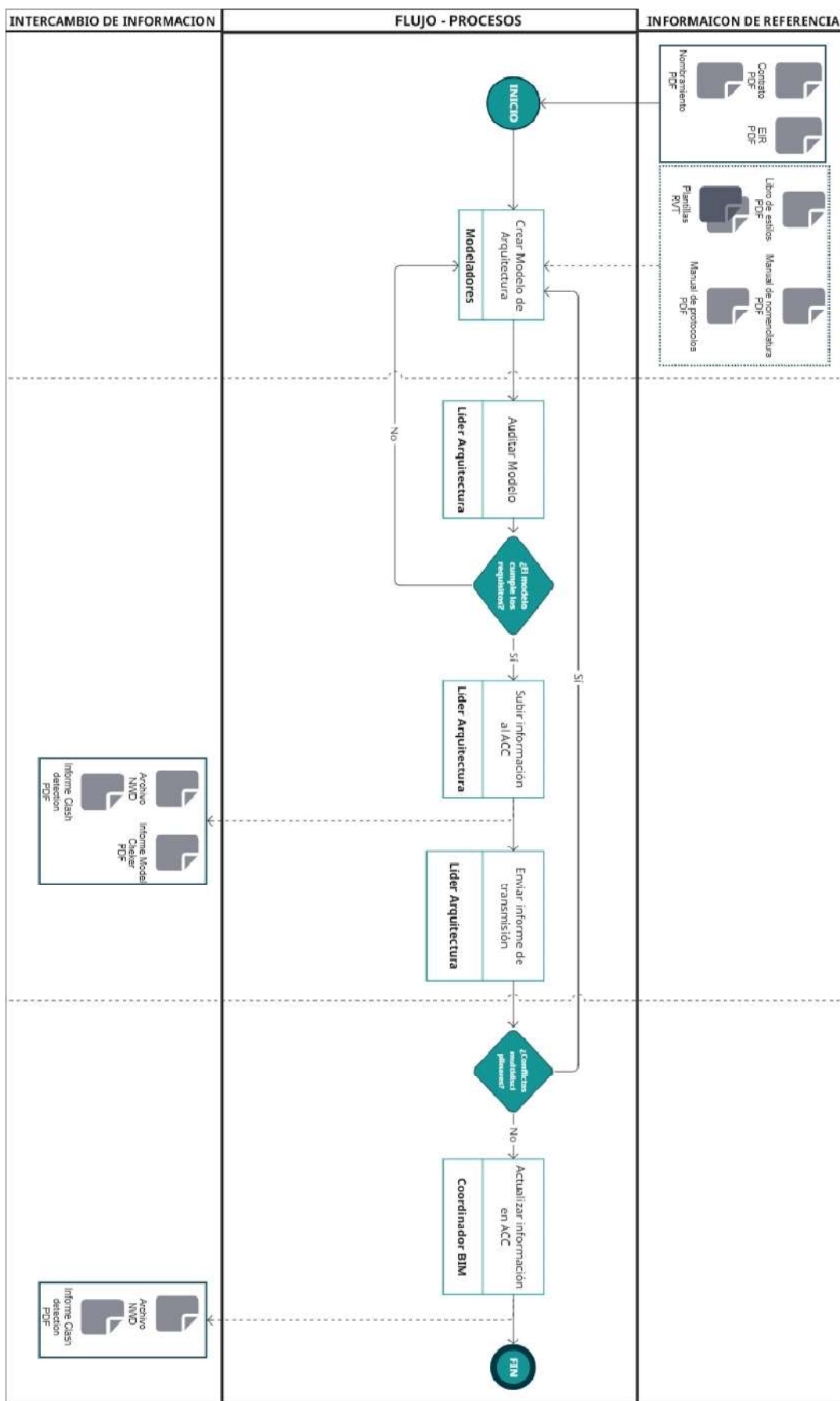


Ilustración 25: Flujo de trabajo arquitectura

5.3. Nivel de Desarrollo (LOD) por Elemento

El principio rector del modelado arquitectónico en el proyecto fue la premisa “se modela como se construye”, en coherencia con las buenas prácticas internacionales y los lineamientos establecidos en la norma ISO 19650. Este enfoque garantiza que la información generada en el modelo digital no sea únicamente representativa, sino también constructiva, precisa y útil para las fases de ejecución, operación y mantenimiento del edificio.

El Líder de Arquitectura, en cumplimiento de su rol disciplinar, aplicó los criterios generales de modelado definidos en el Protocolo de Modelado por Elemento NHBT-INB-FD-XX-MNL-COO-001, el Manual de Nomenclatura NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001 y el Manual de Estilos del Proyecto NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001, los cuales fueron diseñados por el equipo BIM de INNOBIM Studio Cía. Ltda. bajo el marco del Plan de Ejecución BIM (BEP).

5.3.1. Modelado constructivo y jerárquico

Cada componente fue modelado respetando su posición física real, su relación con elementos anfitriones (muros, losas, cubiertas) y su secuencia constructiva, considerando:

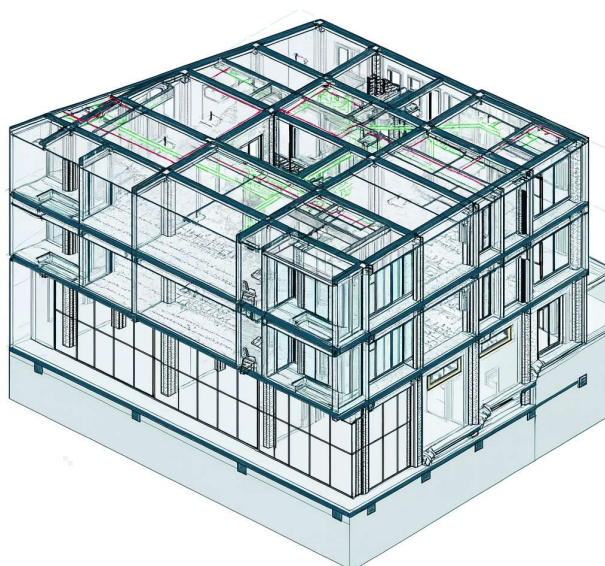


Ilustración 26: Isometría modelo coordinado

- Niveles y ejes estructurales como referencias base.
- Jerarquías de acabados y prioridades de coordinación (ARQ–EST–MEP).
- Relación base-tope entre elementos (muros, columnas, escaleras).

Este criterio evitó errores de interpretación en obra y facilitó la verificación visual y paramétrica en entorno BIM.

5.3.2. Modelado por capas y materiales reales

Se utilizó el sistema de modelado multicapa para elementos como muros, cubiertas, pisos y cielos rasos, especificando capas de:

- Bloques, concreto o mampostería estructural.
- Enlucidos, empastes, pinturas, impermeabilizantes.
- Revestimientos y elementos de fijación según ficha técnica real.

Esto permitió asociar propiedades térmicas, acústicas y de resistencia a cada capa, habilitando simulaciones físicas (Revit + Insight) y extracciones de cantidades más precisas (5D).

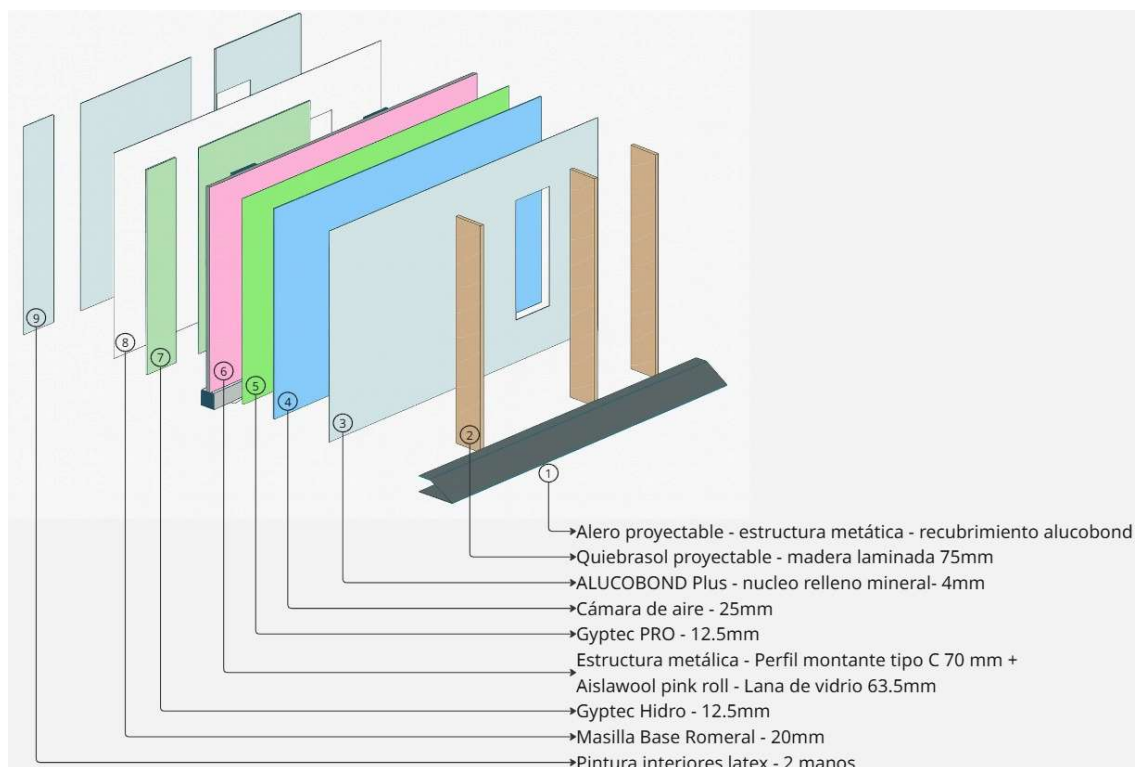


Ilustración 27: Detalle multicapa muro de mampostería

5.3.3. LOD y LOI coherentes

El modelado cumplió con los niveles de desarrollo (LOD) y de información (LOI) establecidos en el BEP:

- LOD 300 para diseño aprobado (dimensión, geometría, ubicación).
- LOD 350 para coordinación e interferencias (relación con otras disciplinas).
- LOI 300 para propiedades físicas, códigos, funciones y enlaces IFC.

Esto permitió cumplir los entregables definidos por fase (Diseño, Coordinación, Documentación y Construcción) y asegurar la interoperabilidad con plataformas 4D y 5D.

5.3.4. Codificación y clasificación

Se aplicaron sistemas de codificación uniforme definidos en el manual corporativo:

- Nomenclatura según disciplina–función–tipo (ej. P-INT-15cm-BLQ+ENL+PINT).
- Clasificación Unifomat y Omniclass en parámetros compartidos.
- Etiquetas visibles e incrustadas para revisión y trazabilidad.

5.3.5. Coordinación con normativa nacional

El modelado respetó las normativas ecuatorianas de construcción, accesibilidad, eficiencia energética y habitabilidad, en combinación con los requerimientos del cliente. Esto aseguró que el diseño arquitectónico modelado fuese técnicamente viable y listo para la emisión de planos y permisos.

5.3.6. Aplicación en entorno CDE

Todo el proceso de modelado se realizó en el entorno común de datos (CDE), en las carpetas WIP y Compartido, bajo el control del Coordinador BIM y el BIM Manager. Las versiones se auditaban en cada hito según el flujo definido en el BEP, garantizando trazabilidad, control de cambios y gobernanza de la información.

Este enfoque metódico y normativo del modelado arquitectónico permitió al Líder de Arquitectura entregar un modelo coherente, auditable y alineado a los objetivos de sostenibilidad, eficiencia y precisión constructiva definidos desde el inicio del proyecto.

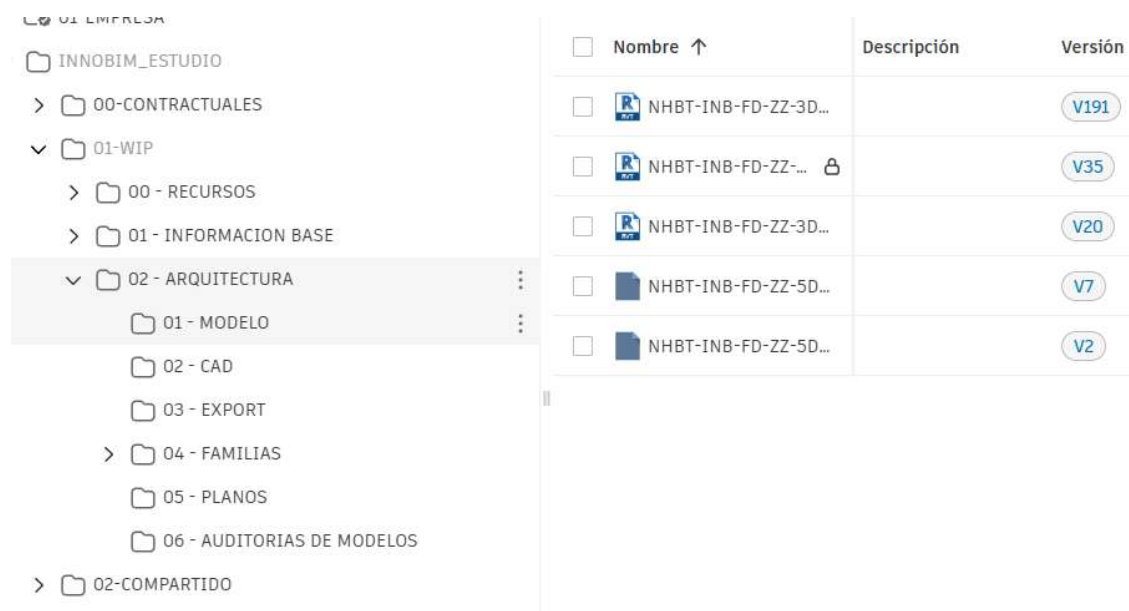


Ilustración 28: Entorno común de datos (ACC)

5.4. Criterios Específicos de Modelado de Arquitectura

El modelado arquitectónico en el proyecto fue guiado por el Protocolo de Modelado por Elemento NHBT-INB-FD-XX-MNL-COO-001, documento que establece con precisión cómo deben ser representados y parametrizados los distintos componentes arquitectónicos dentro del entorno BIM, siguiendo la lógica de construcción real y respetando los principios de interoperabilidad y control de calidad.

Cada categoría de elemento fue modelada no solo con exactitud geométrica, sino también con sus propiedades físicas, constructivas, estéticas y funcionales, garantizando su utilidad para fases posteriores como planificación 4D, presupuestación 5D, mantenimiento 6D y validación energética.

5.4.1. Muros

- Se modelaron con estructura multicapa, diferenciando soporte estructural, aislante térmico, revestimientos y acabados finales.
- La jerarquía de muros (exteriores, interiores, divisorios, sanitarios) fue definida con parámetros compartidos y filtros de vista.
- Los tipos de muro fueron nombrados según la nomenclatura corporativa (ej. MUR-EXT-20CM-ENL-PINT).
- Se incluyó el nivel base y tope, anclaje por niveles y desfases según planos de cimentación y estructura.

5.4.2. Cielos Rasos

- Se modelaron como elementos independientes, suspendidos sobre los espacios interiores, no integrados al modelo estructural.
- Se utilizó el sistema de capas (estructura metálica + placa de gypsum + pintura).
- Su presencia fue condicionada a necesidades acústicas, estéticas o funcionales (ocultamiento de MEP).
- Se etiquetaron mediante parámetros visibles e incrustados.

5.4.3. Suelos

- Se modelaron por zonas funcionales, con materiales reales (cerámica, microcemento, madera).
- Se utilizó la herramienta de suelos compuestos para definir estructura + capa de nivelación + revestimiento.
- Se respetaron pendientes en zonas húmedas y patios, validado mediante planos de nivelación.

5.4.4. Fachadas

- La envolvente arquitectónica fue modelada como una combinación de muros + revestimientos + ventanas paramétricas.
- Se integraron elementos de protección solar como aleros, celosías y balcones, modelados como familias independientes con parámetros LOD/LOI específicos.
- Se verificó la continuidad de la envolvente térmica para simulaciones energéticas en Insight.

5.4.5. Mobiliario Fijo

- Se modelaron únicamente elementos de carácter permanente: closets, muebles de cocina, lavabos integrados.
- Se excluyeron elementos movibles u ornamentales.
- Se utilizaron familias paramétricas optimizadas, con codificación y propiedades de mantenimiento.

5.4.6. Puertas y Ventanas

- Se emplearon familias estándar del proyecto, codificadas según el Manual de Nomenclatura.
- Las puertas incluyeron parámetros de apertura, ancho, altura, función, resistencia al fuego y sentido de apertura.
- Las ventanas fueron modeladas con sistemas de apertura realista y asociadas a la clasificación IFC correspondiente.

5.4.7. Revestimientos

- Se modelaron mediante capas o subelementos, no como componentes separados del muro.
- Se detallaron con materiales reales para extracción 5D.

- En zonas críticas (baños, fachada expuesta), se asignaron tratamientos impermeables y validaciones de resistencia.

5.4.8. Otros elementos específicos

- Se incorporaron aletas, marquesinas, ductos de ventilación pasiva y otros componentes arquitectónicos como familias 2D/3D.
- Todos los elementos fueron auditados por Model Checker para validar cumplimiento de codificación, ubicación y nivel de desarrollo.

La aplicación rigurosa de estos criterios específicos de modelado garantizó que cada elemento arquitectónico representara no solo su forma y ubicación, sino también su comportamiento constructivo, su función dentro del edificio y su interacción con otras disciplinas. Esto contribuyó directamente a mejorar la coordinación multidisciplinaria, facilitar la toma de decisiones y optimizar el desempeño del modelo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

5.5. Nomenclatura de Objetos y Elementos

La estandarización de la información dentro del entorno BIM del proyecto se consolidó mediante la aplicación estricta del Manual de Nomenclatura NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001, documento que define las reglas para la codificación uniforme de todos los objetos y elementos modelados en las distintas disciplinas. Esta estrategia permitió garantizar la trazabilidad, la interoperabilidad y la automatización de procesos como auditoría, extracción de cantidades, vinculación 5D y gestión del modelo en fases posteriores (6D).

El Líder de Arquitectura fue responsable de aplicar dicha nomenclatura en todos los componentes arquitectónicos del modelo, asegurando consistencia con el Plan de Ejecución BIM (BEP) y alineación con los parámetros definidos en la estructura del Entorno Común de Datos (CDE).

Estructura de la Nomenclatura

Cada elemento arquitectónico se identificó mediante una cadena alfanumérica estructurada, compuesta por campos que describen la disciplina, tipo, función, ubicación y número secuencial, con el siguiente formato:

[Disciplina]-[Elemento]-[Función/Condición]-[Código Único]

Ejemplos de nomenclatura aplicada en el modelo arquitectónico de NOVA HABITAT:

Tabla 55: Nomenclatura de elementos arquitectónicos

Categoría	Código	Descripción
Muro exterior portante	ARQ-MUR-EXT-C20-001	Muro arquitectónico, exterior, concreto 20 cm
Muro interior no portante	ARQ-MUR-INT-GYP-002	Muro interior, tabique de gypsum
Piso cerámico	ARQ-PIS-INT-CER-005	Piso interior, cerámica
Puerta de dormitorio	ARQ-PUE-INT-MAD-012	Puerta interior de madera para dormitorio
Ventana corredera fachada este	ARQ-VEN-EXT-ALU-007	Ventana exterior, aluminio, fachada este
Cielo raso suspendido	ARQ-CIE-SUS-GYP-004	Cielo raso suspendido de gypsum
Alero hormigón visto	ARQ-ACC-ALR-HV-001	Accesorio arquitectónico, alero hormigón visto
Claraboya central	ARQ-ILL-CEN-POL-003	Elemento de iluminación cenital, policarbonato

5.5.1. Ventajas de la Nomenclatura Estandarizada

- Interoperabilidad: la nomenclatura permitió exportar modelos a formatos IFC conservando identificadores únicos y comprensibles por otras disciplinas.
- Automatización: se habilitó la generación de tablas de planificación, matrices de validación y reportes de clash detection con identificación rápida y precisa de los elementos.

- Auditoría BIM: el uso de Autodesk Model Checker permitió validar que todos los objetos cumplieran con la estructura de codificación definida.
- Gestión documental: los códigos se reflejaron también en los planos, fichas técnicas, reportes 5D y entregables 6D, garantizando consistencia multiformato.

5.5.2. Parámetros aplicados

Los objetos arquitectónicos contaban con los siguientes parámetros informativos, exigidos por el BEP y el EIR:

- Nombre_código_BIM
- Tipo_familia
- Material_predominante
- Función_elemento
- Nivel_de_información_LOI
- Clasificación_Uniformat/Omniclass
- Estado_federado

Todos estos datos fueron ingresados y auditados durante el proceso de modelado, coordinación y validación final, conforme a las entregas parciales definidas en el Plan de Entregas de Información (IDP).

La correcta implementación del sistema de nomenclatura no solo permitió mantener el orden y la claridad en el modelo arquitectónico, sino que también fortaleció la colaboración interdisciplinar, redujo errores de interpretación y mejoró la calidad de los entregables digitales. Este componente fue clave en la consolidación de un modelo federado robusto y confiable para el proyecto.

5.6. Plantilla de Modelado de Arquitectura

Para garantizar la uniformidad, trazabilidad y eficiencia en el desarrollo del modelo disciplinar, el Líder de Arquitectura trabajó con una plantilla de modelado previamente configurada por el BIM Manager, en cumplimiento de los lineamientos establecidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y el Manual de Estilos NHBT-INB-FP-

XX-MNL-MNG-001. Esta plantilla, utilizada en Autodesk Revit, permitió estandarizar todos los aspectos visuales, informativos y organizativos del modelo arquitectónico desde su fase inicial.



Ilustración 29: Plantilla modelo arquitectónico

5.7. Parámetros establecidos por el BIM Manager

El BIM Manager definió un conjunto de parámetros compartidos y de proyecto, que fueron incorporados a la plantilla para garantizar la correcta codificación, clasificación y extracción de información. Estos incluyeron:

- **Disciplina_BIM:** para identificar la especialidad a la que pertenece cada elemento.
- **Uso_BIM:** orientado a los usos definidos en el BEP (Diseño, Coordinación, 5D, 6D).
- **Fase_proyecto:** para distinguir elementos por fases (Diseño, Documentación, Construcción).
- **Código_BIM:** nomenclatura estructurada de objetos.
- **Clasificación_Uniformat y Clasificación_Omniclass.**
- **Nivel_LOD y Nivel_LOI:** para auditar el desarrollo de cada objeto.

Estos parámetros permitieron automatizar la generación de tablas, controlar los entregables por fase, vincular con plataformas externas (Presto, Navisworks) y mantener la coherencia informativa del modelo arquitectónico.

5.7.1. Visualización y estilos preconfigurados

La plantilla incluyó un conjunto de estilos gráficos y visual templates adaptados a los diferentes tipos de vistas necesarias para modelado, coordinación y documentación:

- Estilos de línea y patrón para muros, losas, carpinterías y mobiliario.

- Rellenos sólidos o tramados para identificar elementos según su función (estructural, arquitectónico, MEP).
- Visual Templates predefinidos para:
 - Vistas de trabajo en planta y sección.
 - Vistas de coordinación con filtros de interferencias.
 - Vistas de impresión según escala y detalle (1:100, 1:50, 1:20).

Además, se incorporaron filtros de color para visualizar elementos sin codificación, con errores de clasificación o pendientes de validación, lo cual facilitó las auditorías internas del modelo antes de cada hito de entrega.

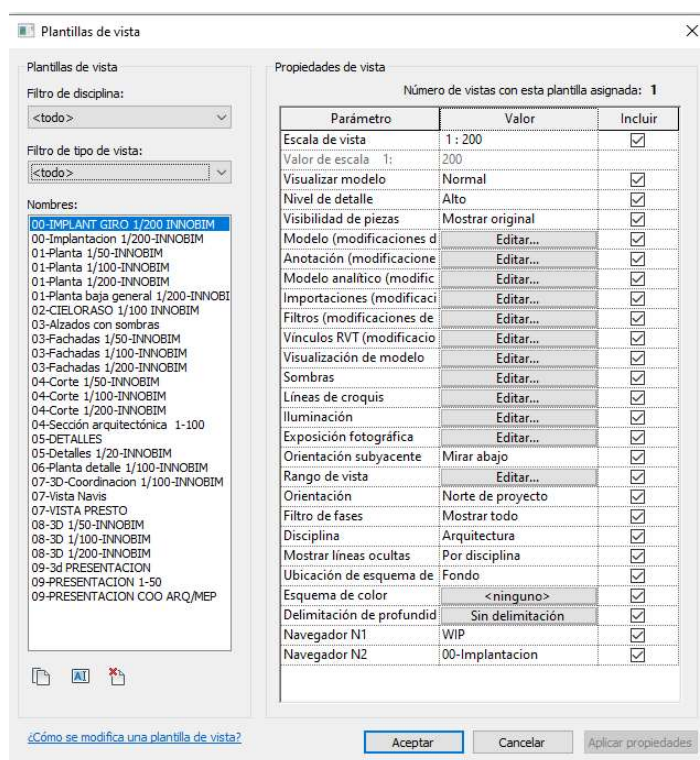


Ilustración 30: Plantillas de vista

5.7.2. Vistas preconfiguradas

La plantilla incluyó un navegador estructurado con vistas predeterminadas por nivel, zona y tipo, lo que permitió al equipo arquitectónico trabajar de manera ordenada y sincronizada:

- Vistas en planta por nivel (PB, P1, P2, P3, terraza).
- Secciones longitudinales y transversales ubicadas según el BEP.
- Vistas 3D ortogonales por sistema (estructura, cerramiento, acabados).

- Planos con carátulas, parámetros automáticos y cajas de referencia.

Estas vistas estaban asociadas a subcarpetas del CDE (WIP y Compartido) y se renombraban automáticamente con la nomenclatura establecida, lo cual evitó duplicidades y errores en las entregas.

En resumen, la plantilla de modelado disciplinar configurada por el BIM Manager fue una herramienta fundamental para mantener la calidad, consistencia y eficiencia del modelo arquitectónico en NOVA HABITAT. Su correcta implementación permitió al Líder de Arquitectura enfocarse en la generación de contenido técnico relevante, sin preocuparse por formatos o estructuras, fortaleciendo así la productividad del equipo y la gobernanza del proyecto BIM.

5.8. Navegador de Proyecto

El Navegador de Proyecto en Autodesk Revit fue configurado como una herramienta de control organizacional clave dentro del modelo disciplinar arquitectónico del proyecto. Su estructura respondió a los lineamientos definidos en el Manual de Estilos

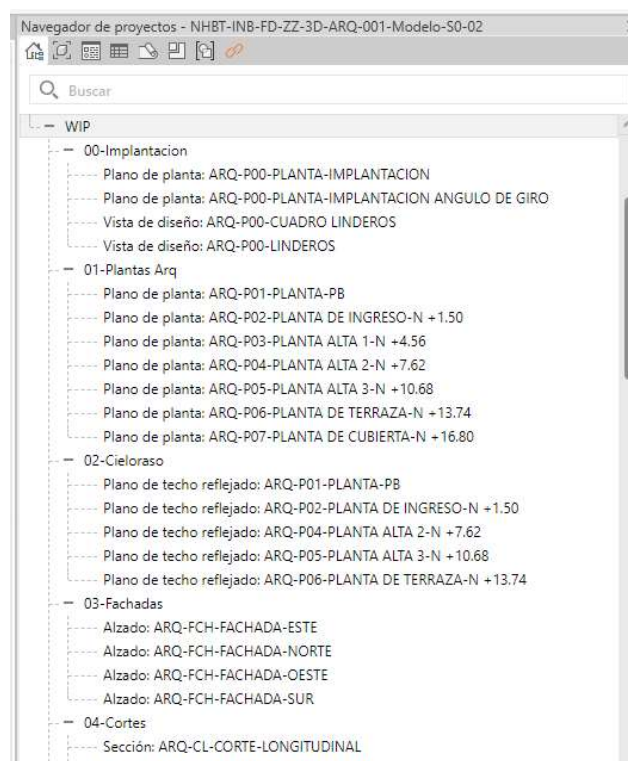


Ilustración 31: Navegador de proyectos

y Estructura del Proyecto NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001, y fue diseñada para facilitar el acceso ordenado a las vistas de trabajo, coordinación, documentación y verificación, alineándose con los flujos establecidos en el BEP y el Entorno Común de Datos (CDE).

5.8.1. Estructura Jerárquica

El navegador se organizó bajo un sistema de carpetas jerárquicas y codificadas por tipo, fase, escala y finalidad. Esta segmentación permitió una navegación intuitiva y eficiente, especialmente durante las sesiones de coordinación interdisciplinar y las auditorías de cumplimiento. La estructura base incluía:

- 1. Vistas de Trabajo ARQ
 - 1.1 Plantas por Nivel (PB, P1, P2, P3, Azotea)
 - 1.2 Secciones Longitudinales y Transversales
 - 1.3 Vistas 3D por sistema (estructura, acabados, carpinterías)
 - 1.4 Vistas de Detalle constructivo
- 2. Vistas de Coordinación
 - 2.1 Clash Detection
 - 2.2 Vistas de colisión ARQ–EST–MEP
 - 2.3 Vistas con filtros de auditoría (sin codificación, sin clasificación)
- 3. Vistas para Documentación
 - 3.1 Planos de planta
 - 3.2 Cortes constructivos
 - 3.3 Elevaciones de fachada
 - 3.4 Detalles técnicos
- 4. Planos en Hoja
 - 4.1 Conjuntos de impresión
 - 4.2 Fichas técnicas y esquemas
 - 4.3 Planillas de componentes arquitectónicos
- 5. Tablas de planificación
 - 5.1 Tablas de puertas y ventanas
 - 5.2 Tablas de materiales y áreas
 - 5.3 Tablas de cumplimiento de parámetros BEP/EIR

5.8.2. Convenciones de Nomenclatura y Codificación

Cada vista y plano fue nombrado siguiendo las convenciones del manual de nomenclatura, lo que permitió su rápida identificación, búsqueda y vinculación en el CDE.

Además, las plantillas de vista preconfiguradas se asignaron automáticamente en función de la carpeta a la que pertenecía cada vista, garantizando coherencia gráfica y visual en toda la documentación del proyecto.

MARCA DE TIPO	COD	CLASE DE PARED	COD	GROSOR	COD	CAPAS	COD	Ref	
PARED-INTERIOR / INTERIOR-10CM -Bloque 10cm+Enlucido +Empaste+Pintura									
CODIGO	P-INT-10cm-BLQ 10cm+ENL+EMP+PINT						SOLO TEXTO		
PARED	P	INTERIOR / INTERIOR	INT	10CM	10cm	Bloque 10cm	BLQ 10cm	7,0105	123
						Enlucido	ENL	7,0204	139
						Empaste	EMP	8,0204	168
						Pintura	PINT	8,0213	177
PARED-INTERIOR / INTERIOR-15CM -Bloque 15cm+Enlucido +Empaste+Pintura									
CODIGO	P-INT-15cm-BLQ 15cm+ENL+EMP+PINT						SOLO TEXTO		
PARED	P	INTERIOR / INTERIOR	INT	15CM	15cm	Bloque 15cm	BLQ 15cm	7,0106	124
						Enlucido	ENL	7,0204	139
						Empaste	EMP	8,0204	168
						Pintura	PINT	8,0213	177

Ilustración 32: Nomenclatura de elementos arquitectónicos

5.8.3. Funcionalidad en Coordinación y Auditoría

El navegador estructurado no solo cumplió una función organizativa, sino que también se convirtió en una herramienta esencial para:

- La validación por parte del Coordinador BIM y el BIM Manager.
- El control de versiones entre carpetas WIP y Compartido.
- La detección de inconsistencias por medio de filtros de vista (elementos sin clasificar, sin código, sin materiales asignados).
- El control del estado de los entregables mediante el uso de parámetros de fase, revisión y aprobación.

En conclusión, el Navegador de Proyecto estructurado fue un componente operativo esencial dentro del modelo arquitectónico. Su correcta configuración permitió optimizar los flujos de trabajo, evitar errores de duplicación, facilitar la auditoría de calidad y fortalecer la interoperabilidad en un entorno colaborativo multidisciplinar.

5.9. Sistema de Clasificación

Uno de los principios fundamentales para garantizar la interoperabilidad, trazabilidad y automatización dentro del entorno BIM del proyecto fue la aplicación de un sistema de clasificación estandarizado. En cumplimiento con lo dispuesto por el Plan de Ejecución BIM (BEP) y el EIR del cliente, el Líder de Arquitectura aplicó de forma consistente las codificaciones Uniformat II y Omniclass, integrándolas a los parámetros de cada elemento modelado. Esto permitió organizar la información por sistemas, elementos funcionales y tipos de objeto, asegurando su compatibilidad con herramientas 4D, 5D y plataformas de Facility Management (6D).

Aplicación de Uniformat II

El sistema Uniformat II fue utilizado como estructura jerárquica principal para clasificar los elementos arquitectónicos según su función constructiva. Cada componente fue asociado a un código Uniformat en el parámetro Clasificación_Uniformat, con el siguiente criterio:

Tabla 56: Sistema de clasificación

Elemento	Código Uniformat	Descripción
Muro exterior portante	B2010	Enclosure Walls
Ventanas exteriores	B2020	Exterior Windows
Puertas interiores	C1020	Interior Doors
Cielos rasos suspendidos	C3030	Ceiling Finishes
Pisos interiores cerámicos	C3020	Floor Finishes
Cubierta ventilada	B3010	Roof Coverings
Mobiliario fijo	D5020	Communications & Security Equip.

Esta clasificación fue esencial para la generación de presupuestos por sistema (5D) y para el análisis de desempeño energético por capas constructivas (Insight/Revit).

5.9.1. Aplicación de Omniclass

Complementariamente, el sistema Omniclass Table 23 (Products) fue utilizado para identificar el tipo de objeto dentro del modelo, especialmente en elementos paramétricos como puertas, ventanas, mobiliario fijo, acabados y accesorios. Este código fue asignado al parámetro Omniclass_Number en cada familia, siguiendo los valores estandarizados:

Tabla 57: Sistema de clasificación Omniclass

Objeto	Código Omniclass	Categoría
Puerta batiente de madera	23-17 11 13	Doors
Ventana corredera aluminio	23-17 11 23	Windows
Celosía móvil	23-27 33 11	Shading Devices
Mueble de cocina empotrado	23-27 31 23	Casework

El uso de Omniclass facilitó la vinculación del modelo con bases de datos de mantenimiento, fichas técnicas y catálogos comerciales, habilitando así el desarrollo de entregables 6D en fases posteriores.

La correcta implementación del sistema de clasificación en NOVA HABITAT fortaleció la estructura lógica e informativa del modelo, facilitando su análisis, validación, interoperabilidad y uso futuro en operación y mantenimiento. Este nivel de orden y precisión fue clave para asegurar el éxito de los entregables BIM exigidos por el cliente y por las normativas internacionales.

5.10. Nivel de Información (LOIN)

El Nivel de Información (LOIN) representa la cantidad y calidad de datos no gráficos asociados a los objetos modelados en un entorno BIM, y constituye uno de los pilares fundamentales para garantizar la utilidad del modelo más allá de su representación visual. En el proyecto, la definición y cumplimiento del LOIN fue una responsabilidad directa del Líder de Arquitectura, en articulación con el BIM Manager, conforme a los

requisitos establecidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y alineado a la norma ISO 19650.

5.10.1. Definición del LOIN según el BEP

El BEP estableció que todos los elementos modelados debían alcanzar un LOIN 300 al cierre de la fase de diseño, lo que implica la incorporación de atributos técnicos, físicos, funcionales, normativos y de mantenimiento básicos para cada objeto arquitectónico, especialmente aquellos que conforman la envolvente, estructura espacial y sistemas pasivos de control ambiental.

Aplicación por tipo de objeto

El Líder de Arquitectura se encargó de asegurar que todos los objetos críticos del modelo arquitectónico incluyeran los atributos definidos, como se detalla a continuación:

Tabla 58: Definición de LOIN

Elemento	Atributos LOIN cargados
Muros exteriores	Tipo de bloque, aislante, espesor, clasificación, resistencia térmica
Ventanas	Tipo de apertura, material de marco, factor solar, transmitancia térmica
Cielos rasos	Tipo de suspensión, absorción acústica, resistencia al fuego
Puertas	Material, tipo de cerradura, ancho libre, resistencia ignífuga
Aleros y celosías	Material, coeficiente de sombra, condiciones de operación
Claraboya central	Tipo de policarbonato, protección UV, función térmica pasiva

Estos parámetros fueron incorporados en el entorno Revit a través de campos compartidos y familias personalizadas, asegurando su persistencia durante la exportación IFC y su integración en procesos 5D (costos), 6D (mantenimiento) y análisis energéticos.

5.10.2. Verificación y trazabilidad

Durante las fases de coordinación y auditoría, los atributos LOIN fueron revisados mediante el uso de:

- Autodesk Model Checker, para validación por reglas.
- Tablas de planificación automáticas, filtradas por familias o categorías.
- Filtros visuales por estado de llenado, que alertaban elementos sin información o con datos incompletos.

Esta metodología aseguró que todos los objetos modelados por la disciplina arquitectónica no solo cumplieran con el LOD gráfico correspondiente, sino que también aportaran información útil, verificable y sostenible al ecosistema BIM del proyecto.

En conclusión, la adecuada definición y aplicación del Nivel de Información (LOIN) permitió que el modelo arquitectónico del proyecto trascendiera su dimensión representativa, convirtiéndose en una base de datos estructurada capaz de alimentar procesos posteriores como presupuestación, análisis energético, planificación constructiva y mantenimiento predictivo. Este enfoque reafirma la importancia del rol del Líder de Arquitectura como garante de la calidad informativa dentro del ciclo de vida BIM.

5.11. Entorno Común de Datos (CDE)

En cumplimiento con la norma ISO 19650, el proyecto implementó un Entorno Común de Datos (CDE) basado en la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC), anteriormente conocida como BIM 360. Este entorno digital centralizado fue clave para garantizar la trazabilidad, accesibilidad, seguridad y colaboración entre las disciplinas participantes en el desarrollo del modelo federado.

El Líder de Arquitectura, en coordinación con el BIM Manager, gestionó y cargó los archivos del modelo disciplinar en las distintas carpetas del CDE, respetando el flujo de trabajo colaborativo establecido en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y el EIR del cliente.

5.11.1. Uso de Autodesk Construction Cloud

La plataforma Autodesk Construction Cloud ofreció:

- Control de versiones automático de modelos y documentos.
- Permisos de acceso jerarquizados por rol (Líder de disciplina, Coordinador BIM, BIM Manager).
- Revisión de modelos en línea sin necesidad de software local.
- Visualización de interferencias y comentarios directamente sobre el modelo federado.
- Registro de auditorías, aprobaciones, y generación de actas digitales.

Esta herramienta permitió al equipo de arquitectura mantener un flujo de trabajo estructurado, transparente y trazable, en tiempo real.

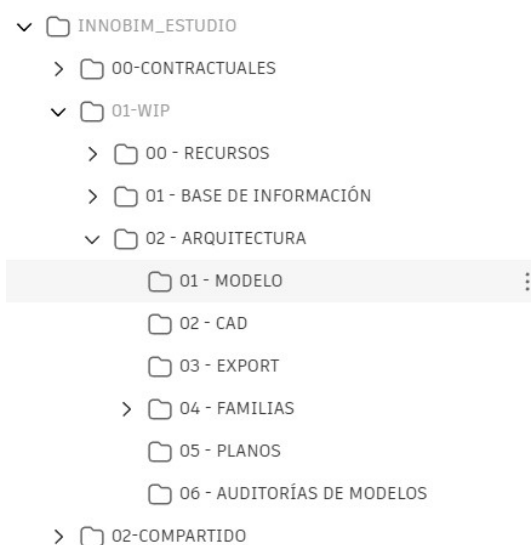


Ilustración 33: Autodesk Construction Cloud

5.12. Estructura de carpetas y flujos de trabajo

El CDE se estructuró en cuatro carpetas principales que representaban las fases de maduración de la información. El modelo arquitectónico circuló progresivamente por estos entornos, conforme cumplía los hitos establecidos en el cronograma y superaba las validaciones técnicas correspondientes:

Tabla 59: Estructura de carpetas

Carpeta	Descripción	Uso por el Líder de Arquitectura
WIP (Work In Progress)	Trabajo en progreso. Archivos en desarrollo exclusivo de la disciplina.	Se subían los modelos preliminares del equipo de arquitectura antes de revisión. Sin acceso de otras disciplinas.

Compartido	Información verificada internamente y lista para coordinación interdisciplinar.	Se cargaban versiones para federación, revisión de colisiones y uso por otras disciplinas.
Publicado	Modelos y entregables aprobados por el BIM Manager. Usados para emisión documental o vinculación con cronograma y presupuesto.	Modelos LOD 300/350 listos para generación de planos, presupuestos 5D y cronograma 4D.
Archivado	Historial de versiones, entregas oficiales, documentación legal o cerrada.	Almacenamiento de entregas formales. Se mantiene integridad y no se permite edición.

5.12.1. Flujos de información y revisión

1. El Líder de Arquitectura subía semanalmente el modelo actualizado a la carpeta WIP, donde se realizaban las primeras autoevaluaciones y validaciones internas.
2. Una vez revisado, el modelo pasaba a Compartido para ser federado por el Coordinador BIM en Navisworks Manage y sometido a sesiones de coordinación.

Flujo de trabajo de aprobación *

ARQ-IB

Resumen

Descripción

Bla bla bla

Revisores y aprobadores ⓘ

Revisión final aprobadores candidatos:

AP Alex Pachacama

Acción al final

Copie los archivos aprobados e incluya las marcas de revisión publicadas en la siguiente carpeta cuando se apruebe algún archivo de la revisión.

Archivos de proyecto/INNOBIM_ESTUDIO...

Nombre de la revisión *

Archivos para revisión * Añadir archivos

Total 1 archivo

Archivos de proyecto/INNOBIM_ESTU... Total: 1 archivo ^

NHBT-INB-FD-ZZ-3D-SOS-001-Asolea... V20

Ilustración 34: Flujo de trabajo ACC

3. Tras resolver las interferencias y superar la auditoría con Autodesk Model Checker, el modelo era autorizado por el BIM Manager y transferido a la carpeta Publicado.
4. Los modelos entregados al cliente o usados como base para la planificación y presupuestación eran luego almacenados como versión definitiva en Archivado.

5.12.2. Beneficios para la disciplina de arquitectura

- Trazabilidad documental: todos los archivos y versiones del modelo arquitectónico quedaban registrados con nombre, fecha, autor y comentarios de revisión.
- Control de calidad: el modelo solo progresaba en el flujo si superaba las revisiones técnicas establecidas por el BEP.
- Colaboración segura: se evitaban interferencias de edición gracias al control de permisos y flujos de publicación secuencial.
- Comunicación efectiva: las observaciones eran documentadas dentro de la plataforma, con notificaciones automáticas al responsable.

La implementación del CDE a través de Autodesk Construction Cloud fue fundamental para sostener un flujo de información organizado, confiable y coordinado en el desarrollo del modelo arquitectónico. Este entorno digital garantizó el cumplimiento de los entregables en tiempo y forma, fortaleciendo la gobernanza del proyecto BIM y optimizando la gestión del activo desde su concepción.

5.13. Auditoría y Coordinación del Modelo

5.13.1. Coordinación Disciplina

La coordinación disciplinar dentro del entorno BIM del proyecto fue un proceso sistemático y recurrente, ejecutado conforme a los lineamientos del Protocolo de Coordinación BIM, el Plan de Ejecución BIM (BEP) y el EIR del cliente. En este marco, el Líder de Arquitectura asumió un papel activo en la revisión, detección y resolución de

conflictos de interferencia entre el modelo arquitectónico y los modelos estructurales (EST) y de instalaciones (MEP), asegurando la integridad del modelo federado.

25/6/25, 20:46

Informe de conflictos

AUTODESK®
NAVISWORKS®

Informe de conflictos

(A)- ARQ Paredes Ext vs ARQ Escaleras	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.025m	4	0	0	4	0	0	Estático	Aceptar

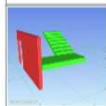
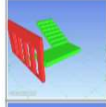
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Ubicación de rejilla	Fecha de detección	Asignado a	Punto de conflicto	ID de elemento	Elemento 1			Elemento 2		
								Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre
	Conflicto1	Revisado	E-1 : ARQ-P01-PLANTA-PB	2025/6/26 0:58	Lider ARQ	x:9975926.976, y:502386.000, z:2.648	ID de elemento: 218296	ARQ-P02-PLANTA DE INGRESO-N +1.50	Enlucido - Blanco	Sólido	GUID: cb929ce1-39ec-4046-898a-e7d9d64a1f10	ARQ-P02-PLANTA DE INGRESO-N +1.50	Calcestruzzo, gettato in opera
	Conflicto2	Revisado	E-1 : ARQ-P01-PLANTA-PB	2025/6/26 0:58	Lider ARQ	x:9975928.068, y:502386.238, z:5.134	ID de elemento: 755320	ARQ-P03-PLANTA ALTA 1-N +4.56	Muro por defecto	Sólido	GUID: a4e0a6c6-5fa1-4590-979c-76aef0974034	ARQ-P03-PLANTA ALTA 1-N +4.56	Calcestruzzo, gettato in opera
	Conflicto3	Revisado	E-1 : ARQ-P01-PLANTA-PB	2025/6/26 0:58	Lider ARQ	x:9975926.847, y:502385.977, z:12.019	ID de elemento: 639147	ARQ-P05-PLANTA ALTA 3-N +10.68	Enlucido - Blanco	Sólido	GUID: a4e0a6c6-5fa1-4590-979c-76aef0974f54	ARQ-P05-PLANTA ALTA 3-N +10.68	Calcestruzzo, gettato in opera
	Conflicto4	Revisado	E-1 : ARQ-P01-PLANTA-PB	2025/6/26 0:58	Lider ARQ	x:9975926.847, y:502385.977, z:8.959	ID de elemento: 638957	ARQ-P04-PLANTA ALTA 2-N +7.62	Enlucido - Blanco	Sólido	GUID: a4e0a6c6-5fa1-4590-979c-76aef0974f9b	ARQ-P04-PLANTA ALTA 2-N +7.62	Calcestruzzo, gettato in opera

Ilustración 35: Informe de conflictos arquitectura

5.13.2. Herramientas utilizadas

Para garantizar una coordinación efectiva, se utilizaron las siguientes herramientas especializadas:

- Autodesk Navisworks Manage: herramienta principal para la federación de modelos disciplinares (en formato NWC/NWD) y la detección de interferencias geométricas mediante el módulo Clash Detective.
- Autodesk Model Checker para Revit: software complementario para la auditoría de cumplimiento de parámetros, codificación, clasificación y consistencia de información (LOD/LOI) dentro del modelo arquitectónico.

Estas herramientas permitieron realizar coordinaciones semanales, según el cronograma establecido por el Coordinador BIM, con participación obligatoria del BIM Manager y todos los líderes disciplinares.

5.13.3. Proceso de coordinación

- Federación del modelo: cada semana, el Coordinador BIM integró los modelos ARQ, EST y MEP en Navisworks, segmentados por niveles, zonas críticas (núcleos húmedos, cubiertas, fachadas) y fases del proyecto.
- Detección de interferencias: mediante el módulo Clash Detective, se ejecutaron pruebas automatizadas (hard y soft clashes), registrando los conflictos entre arquitectura y otras disciplinas.
- Asignación de conflictos: cada interferencia fue asignada al responsable correspondiente (ARQ, EST o MEP) a través de la plataforma Autodesk Construction Cloud (BIM Collaborate), con fecha límite de resolución.
- Resolución y corrección: el Líder de Arquitectura actualizaba el modelo en Revit, resolviendo las interferencias mediante rediseño, reubicación de elementos o ajustes geométricos.
- Validación: los conflictos resueltos eran verificados en la siguiente sesión de coordinación y documentados en actas y reportes PDF/NWD.

5.13.4. Tipología de conflictos frecuentes y soluciones adoptadas

Conflicto	Disciplina involucrada	Solución aplicada
Cruce de ducto con viga de cubierta	ARQ – MEP – EST	Rediseño de falso cielo y reruteo del ducto
Abertura de ventana sobre columna estructural	ARQ – EST	Reubicación de vano y ajuste de módulo
Altura insuficiente en ductos de baño	ARQ – MEP	Incremento de plenum y modificación de pendientes
Solape de tablero eléctrico con muro divisorio	ARQ – MEP	Reubicación de tablero a vano contiguo

5.13.5. Informe de interferencias resueltas

Al finalizar cada ciclo de coordinación, el Coordinador BIM generaba un informe consolidado de interferencias resueltas, el cual incluía:

- Capturas de pantalla con antes/después del conflicto.
- Identificación del responsable de resolución.
- Fecha de corrección y validación.
- Observaciones técnicas.

Este informe era almacenado en la carpeta Publicado > Coordinación BIM del Entorno Común de Datos (CDE) y formaba parte de los entregables auditables definidos en el EIR.

El proceso de coordinación disciplinar permitió consolidar un modelo federado libre de interferencias críticas, asegurando una ejecución más precisa, reducción de errores en obra y cumplimiento de los plazos de entrega. El liderazgo técnico del Líder de Arquitectura en este proceso fue determinante para lograr una arquitectura coherente, compatible y constructivamente viable dentro del ecosistema BIM de NOVA HABITAT.

5.14. Entrega de Planos y Documentación Técnica

La entrega de planos y documentación técnica del modelo arquitectónico para el proyecto constituyó una fase clave dentro del ciclo de maduración de la información BIM. Esta actividad estuvo a cargo del Líder de Arquitectura, en cumplimiento con los requerimientos establecidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP), el EIR del cliente y los manuales institucionales de estilo, nomenclatura y codificación.



ARO-TBL-LISTA PLANOS				
Nombre de plano	Número de plano	Diseñado por	Fecha de emisión del plano	Aprobado por
A0-ARQ-PL-INDICE	A101	Pablo Romero H	04/23/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-PL-PLANTACION	A102	Pablo Romero H	04/23/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-PL-PLANTAS	A103.1	Pablo Romero H	04/23/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-FCH-FACHADAS	A104.1	Pablo Romero H	04/30/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-CL-CORTES	A105.1	Pablo Romero H	04/30/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-DT-DETALLES-CONSTRUCTIVOS	A106.1	Pablo Romero H	04/30/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-DT-DETALLES-CONSTRUCTIVOS	A106.2	Pablo Romero H	04/30/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-PLDT-PLANO-ACABADOS	A107.1	Pablo Romero H	04/30/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-PLDT-PLANO-ACABADOS	A107.2	Pablo Romero H	04/30/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-VISTA-INTERIOR	A108.1	Pablo Romero H	04/30/25	Alex Pachacama
A0-ARQ-VISTA-EXTERIOR	A108.2	Pablo Romero H	04/30/25	Alex Pachacama



UBICACION

Av. Francisco de Chelva y Cerralbo
Matn. Puyo, Ecuador

PROYECTO

Edificio mixto NOVAHABITAT

Predio 52384

CLIENTE

USEK

RESPONSABLE

Arq. Pablo Romero H.

A0-ARQ-PL-INDICE

A101 ARQ

Fecha: 29/06/2025

Escala: 1:15

SELLOS

Ilustración 36: Índice de planos entregados

Los planos fueron generados directamente desde el modelo desarrollado en Autodesk Revit, asegurando consistencia entre lo modelado y lo documentado, lo que redujo errores comunes de desactualización, versiones paralelas o falta de trazabilidad.

5.14.1. Tipos de planos entregados

Los planos arquitectónicos incluyeron, como mínimo, los siguientes conjuntos:

- Plantas generales y por nivel (PB, P1, P2, P3, terraza)
- Cortes longitudinales y transversales
- Elevaciones principales (fachadas)
- Detalles constructivos de muros, pisos, cielos, escaleras y sistemas pasivos
- Planos de acabados y materiales
- Planillas de puertas, ventanas y mobiliario fijo
- Esquemas de ventilación cruzada y control solar
- Diagramas de zonificación y usos del espacio

Cada uno de estos planos formó parte del paquete de entregables de la fase Documentación, y fueron aprobados por el BIM Manager tras superar las auditorías de calidad.

5.14.2. Especificaciones de escala y convenciones gráficas

Los planos fueron generados bajo criterios estandarizados, según el Manual de Estilos del Proyecto, asegurando uniformidad y legibilidad:

Tipo de plano	Escala recomendada
Plantas generales y cortes	1:100
Detalles constructivos	1:20 / 1:10
Planos de acabados	1:50
Fichas de mobiliario	1:25
Zonificación y funcionalidad	1:200

Las simbologías, cotas, etiquetas, referencias, leyendas, sombreados y tramas siguieron los estilos preconfigurados de la plantilla institucional, y fueron aplicados mediante View Templates automáticos.

Estructura y codificación de los planos

Todos los planos generados cumplieron con la nomenclatura establecida en el Manual de Nomenclatura NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001, estructurada del siguiente modo:

Formato general:

[PROY]-[ORG]-[FASE]-[NIVEL]-[TIPO]-[DISC]-[NÚMERO]-
[DESCRIPCIÓN]-[ESTADO]-[REVISIÓN]

Ejemplo:

NHBT-INB-FD-P1-PLN-ARQ-015-Planta_Arquitectónica_P1-S0-R01.pdf

- NHBT: Código del proyecto NOVA HABITAT
- INB: INNOBIM Studio Cía. Ltda.
- FD: Fase de Diseño
- P1: Nivel de planta 1
- PLN: Tipo de plano (Planta)
- ARQ: Disciplina Arquitectura
- 015: Código de plano
- S0: Estado de desarrollo (En proceso)
- R01: Revisión 01

5.15. Control de versiones y trazabilidad

- Los planos fueron exportados en formato .PDF para entrega formal y en .DWG para revisión editable.
- Cada plano fue vinculado al modelo federado y versionado dentro del Entorno Común de Datos (CDE).
- Los cambios entre versiones fueron documentados en hojas de revisión y notificados al cliente mediante actas digitales.

Validación y publicación

- Previo a su publicación, cada conjunto fue validado por el BIM Manager mediante checklist y comparaciones contra el modelo.
- Los planos finales se cargaron en la carpeta Publicado > Arquitectura > Documentación Técnica, como parte del entregable consolidado de fase.

La entrega de planos generados directamente desde el modelo BIM aseguró la fidelidad gráfica y técnica de los documentos, reduciendo retrabajos y errores en obra. Gracias a una estructura de codificación clara y trazable, los documentos arquitectónicos del proyecto cumplieron con los más altos estándares de calidad exigidos en la construcción digital.

5.16. Planificación 4D y 5D

La planificación del proyecto bajo metodología BIM incluyó la vinculación del modelo arquitectónico con el cronograma de obra (4D) y con la estimación de costos (5D), permitiendo simular, visualizar y controlar en tiempo real tanto la secuencia constructiva como el presupuesto estimado. Esta integración fue liderada por el Líder de Arquitectura en estrecha coordinación con el Coordinador BIM y el BIM Manager, cumpliendo los requerimientos definidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y el EIR del cliente.



Ilustración 37: Simulación constructiva arquitectónica

5.16.1. Vinculación 4D: cronograma y simulación constructiva

El modelo arquitectónico LOD 300/350 fue vinculado al cronograma de obra mediante el uso de Autodesk Navisworks Manage, herramienta que permitió generar simulaciones visuales por fases, zonas y especialidades.

Pasos realizados:

- Exportación del modelo arquitectónico desde Revit en formato .NWC.
- Vinculación con el cronograma en Microsoft Project o Primavera, previamente estructurado por el Coordinador BIM.
- Asignación de tareas a elementos arquitectónicos modelados (cimientos, muros, cubiertas, acabados).
- Simulación de la obra por semanas, resaltando secuencias críticas, interferencias temporales o superposiciones.
- Generación de archivos .MP4 y .PDF con el resultado 4D para entregables al cliente.

5.16.2. Beneficios obtenidos:

- Visibilidad anticipada de fases constructivas.
- Identificación de puntos de congestión o retrabajo.
- Toma de decisiones basada en evidencia visual.
- Coordinación entre actividades estructurales, arquitectónicas y MEP.

5.16.3. Vinculación 5D: extracción de cantidades y presupuesto

El modelo arquitectónico también fue procesado para la extracción automatizada de cantidades y la estimación precisa de costos, utilizando la herramienta Cost-It, complementaria a Revit, y el software de presupuestación Presto.

5.16.4. Metodología aplicada:

- Asignación de parámetros específicos de medición (espesor, área, volumen, longitud, material) a los elementos modelados.
- Categorización mediante códigos Uniformat y Omniclass, indispensables para la vinculación con las bases de datos de precios.
- Exportación de cantidades mediante Cost-It a formato .FIEBDC-3 (BC3), compatible con Presto.

- Generación del presupuesto completo en Presto, con partidas clasificadas por especialidad y fase.
- Comparación del presupuesto inicial contra nuevas versiones del modelo, para evaluar impacto económico de cambios proyectuales.

EDT*	Código	NatC**	Resumen	CanPres: Ud	Pres	Resumen	CanPres: Ud	Pres
1	2000011	0	ARQ_Muros	1	40.011,17			
4.1	07.7	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	008.74 m2	10.86	ARQ_NOVAHABITAT	1	363.485.54
	07.7_01	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	ARQ_Suelos	1	253.123.41
	07.7_02	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	ARQ_Muros	1	40.011,17
	07.7_03	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	ARQ_Paneles de muro cortina	1	18.453.99
	07.7_04	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	ARQ_Ventanas	1	3.234.81
	07.7_05	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	ARQ_Puertas	1	19.859.33
	07.7_06	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	ARQ_Escaleras	1	457.60
4.8	09.23	0	PIEL DE VIDRIO CON ACCESORIOS DE ACERO INOXIDABLE	21.73 m2	240.07	Descansillos	1	457.60
4.8	07.6	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	Tramos	1	915.20
	07.6_01	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	Barandillas	1	14.840.98
	07.6_02	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	ARQ_Techos	1	11.797.25
	07.6_03	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0	Modelos genéricos	1	334.20
	07.6_04	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0			
	07.6_05	0	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE PRENSADO ALMANADO 40X2	1.00 m2	0			
2	2000032	0	ARQ_Suelos	1	253.123.41			
2.1	05.14	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA MACIZA E-15 CM, F'C-210 KG/CM	1.297.75 m3	143.04			
	05.14_01	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA MACIZA E-15 CM, F'C-210 KG/CM	1.00 m3	0			
	05.14_02	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA MACIZA E-15 CM, F'C-210 KG/CM	1.00 m3	0			
	05.14_03	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA MACIZA E-15 CM, F'C-210 KG/CM	1.00 m3	0			
	05.14_04	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA MACIZA E-15 CM, F'C-210 KG/CM	1.00 m3	0			
	05.14_05	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA MACIZA E-15 CM, F'C-210 KG/CM	1.00 m3	0			
	05.14_06	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA MACIZA E-15 CM, F'C-210 KG/CM	1.00 m3	0			
	05.14_07	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA MACIZA E-15 CM, F'C-210 KG/CM	1.00 m3	0			
2.8	08.19	0	PORCELANATO NACIONAL EN PISO DE 50X50 CM	107.17 m2	37.49			
	08.19_01	0	PORCELANATO NACIONAL EN PISO DE 50X50 CM 00458	1.00 m2	0			
	08.19_02	0	PORCELANATO NACIONAL EN PISO DE 50X50 CM 00702	1.00 m2	0			
	08.19_03	0	PORCELANATO NACIONAL EN PISO DE 50X50 CM 01008	1.00 m2	0			
2.13	08.17	0	PISO FLOTANTE 8 MM (PROCEDENCIA ALEMAN)	450.00 m2	35.11			
	08.17_01	0	PISO FLOTANTE 8 MM (PROCEDENCIA ALEMAN) 00458	1.00 m2	0			
	08.17_02	0	PISO FLOTANTE 8 MM (PROCEDENCIA ALEMAN) 00702	1.00 m2	0			
	08.17_03	0	PISO FLOTANTE 8 MM (PROCEDENCIA ALEMAN) 01008	1.00 m2	0			
2.17	05.11	0	HORMIGÓN SIMPLE LOSA DE 20 CM, F'C-210 KG/CM2 CON	225.15 m3	221.46			
2.18	8.8	0	CERÁMICA NACIONAL PARA PISOS 30X30 CM	100.00 m2	21.31			
	8.8_01	0	CERÁMICA NACIONAL PARA PISOS 30X30 CM 00000	1.00 m2	0			
	8.8_02	0	CERÁMICA NACIONAL PARA PISOS 30X30 CM 00150	1.00 m2	0			

Ilustración 38: Vinculación con Presto

5.16.5. Indicadores relevantes obtenidos:

- Precisión presupuestaria dentro del rango $\pm 5\%$, según KPI definido en el EIR.
- Reducción de tiempos de medición hasta un 40%.
- Identificación anticipada de partidas críticas o sobredimensionadas.
- Transparencia en la toma de decisiones de diseño con base en impacto económico.

5.16.6. Integración BIM 4D–5D en entregables

La vinculación del modelo con tiempo y costo generó una sinergia BIM avanzada entre disciplinas, evidenciada en:

- Cronograma visual validado por el cliente.
- Reportes comparativos de presupuesto por versión.
- Tableros de control y seguimiento en Power BI (KPIs de avance, interferencias, variación de costos).
- Datos sincronizados en el Entorno Común de Datos (CDE), accesibles para todos los miembros del equipo.

La implementación de los procesos 4D y 5D consolidó la eficiencia técnica, económica y temporal del proyecto. La participación del Líder de Arquitectura en la vinculación del modelo con la planificación y el presupuesto fue clave para anticipar problemas, optimizar decisiones de diseño y garantizar una ejecución alineada con los objetivos de sostenibilidad, calidad y control de costos.

6. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA DE SISTEMA DE FACHADA



Ilustración 39: Render Versión 2

6.1. Introducción de la Propuesta

El sistema de fachada en un edificio no solo define su expresión arquitectónica, sino que también actúa como un filtro esencial frente a las condiciones climáticas del entorno, influyendo directamente en el confort térmico, el consumo energético, la iluminación natural y la durabilidad del activo construido. En el proyecto NOVA HABITAT, ubicado en la ciudad de Puyo (Ecuador), el diseño original de la envolvente fue objeto de revisión técnica como parte de un análisis bioclimático integral, el cual

identificó oportunidades de mejora frente a variables como la radiación solar intensa, la alta humedad, la ventilación cruzada natural y la distribución desigual de iluminancia.

Esta evaluación fue impulsada por el Líder de Arquitectura, quien lideró la formulación de una nueva propuesta de sistema de fachada bajo criterios de sostenibilidad, eficiencia energética, funcionalidad constructiva y compatibilidad con los modelos BIM multidisciplinares. La propuesta se desarrolló dentro del entorno digital colaborativo del proyecto, incorporando análisis climáticos, simulaciones energéticas, revisión de materiales y estudios de interferencias, cumpliendo con los objetivos técnicos y estratégicos definidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y el EIR del cliente.

Desde su etapa conceptual, la metodología BIM permitió integrar datos meteorológicos, físicos y constructivos en el proceso de toma de decisiones, aplicando herramientas como Revit, Insight y Climate Consultant para validar opciones pasivas en función del comportamiento térmico, visual y funcional de la envolvente. De esta forma, se garantizó una selección basada en datos medibles y simulables, y no únicamente en criterios estéticos.

Esta propuesta de rediseño se alinea directamente con los siguientes objetivos establecidos en el EIR:

- Evaluar el comportamiento térmico y energético de la fachada del edificio.
- Priorizar soluciones constructivas adaptadas al contexto tropical húmedo de Puyo.
- Incorporar criterios de sostenibilidad en la selección de materiales, considerando impacto ambiental, durabilidad y mantenimiento.
- Generar entregables verificables y auditables a través del modelo BIM, incluyendo simulaciones 4D y reportes paramétricos.

Asimismo, responde a lo definido en el BEP respecto al uso BIM orientado a la optimización de la envolvente arquitectónica mediante análisis técnico-económicos, integrando procesos 5D y 6D desde la fase de diseño. Este enfoque permitió plantear una

envolvente más eficiente, resiliente y adaptable a largo plazo, fortaleciendo los valores de innovación y responsabilidad ambiental que definen el proyecto.

6.2. Justificación de la Propuesta

La decisión de replantear el sistema de fachada del proyecto surgió de la necesidad de adaptar el diseño arquitectónico a las condiciones climáticas reales de su emplazamiento: la ciudad de Puyo, Ecuador, caracterizada por un clima tropical húmedo, alta nubosidad, intensa radiación solar durante ciertas horas del día, y un elevado porcentaje de humedad relativa promedio (>80%).

El diseño de envolvente originalmente propuesto no contemplaba estrategias específicas para mitigar la ganancia térmica ni potenciar la ventilación cruzada. Las fachadas acristaladas sin protección, junto con muros sin aislamiento térmico y vanos sin control solar pasivo, presentaban limitaciones funcionales que afectaban negativamente al confort interior y al desempeño energético del edificio.

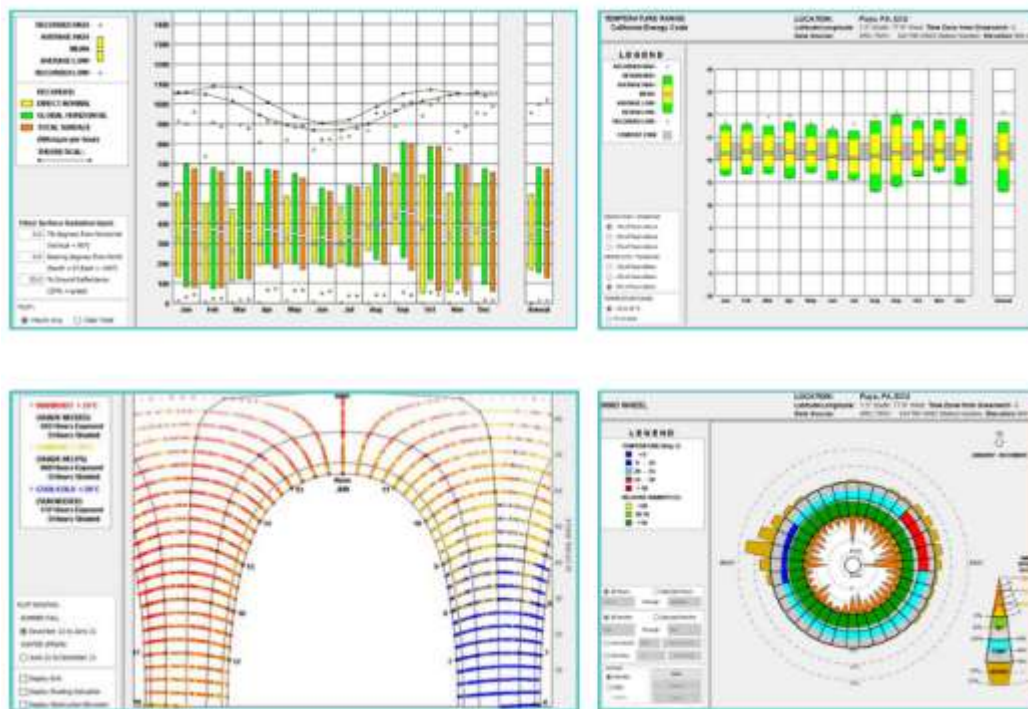


Ilustración 40: Estudio climatológico en ClimateConsultant

6.3. Limitaciones detectadas en el diseño original:

- Exposición directa a radiación solar sin protección horizontal (aleros, celosías o quiebrasoles).
- Ausencia de ventilación cruzada efectiva en zonas como baños, núcleos verticales y espacios intermedios.
- Uso de materiales sin propiedades térmicas optimizadas (muros de bloque sin aislamiento y ventanas sin control solar).
- Distribución ineficiente de vanos, generando zonas de penumbra o sobreiluminación, afectando los KPIs de iluminancia establecidos.

6.4. Resultados del análisis climático y energético

El estudio psicrométrico, realizado con base en datos climáticos locales e interpretado mediante la herramienta Climate Consultant, demostró que más del 80% del año se encuentra fuera de la zona de confort térmico definida por la norma ASHRAE 55-2017. Esto indicó la necesidad urgente de implementar estrategias pasivas de ventilación, control solar y masa térmica para reducir la dependencia de sistemas mecánicos y garantizar la habitabilidad.

Asimismo, las simulaciones de iluminancia natural realizadas en Revit e Insight arrojaron resultados dispares:

Estos resultados motivaron el rediseño de la envolvente con una distribución estratégica de vanos, incorporación de aleros, uso de climatización pasiva (chimeneas térmicas, claraboyas, ventilación cruzada), y selección de materiales con propiedades aislantes adecuadas al entorno tropical.

Tabla 60: Resultado de estudio Versión 1

Fecha y Hora	Versión	Cumplimiento Fachada Este	Zonas Interiores Centrales	Uso Luz Artificial (Día)
21/06 9:00	Original	⚠ Parcial	● No	Alta
21/06 15:00	Original	● No	● No	Alta
21/09 9:00	Original	⚠ Parcial	● No	Alta

21/09 15:00	Original	● No	● No	Alta
21/12 9:00	Original	△ Parcial	● No	Alta
21/12 15:00	Original	● No	● No	Alta

6.5. Enlace con los objetivos del EIR

Este planteamiento se alinea con los objetivos estratégicos definidos en el EIR, particularmente:

- Optimizar el sistema envolvente en función del análisis climático real y los estándares de confort térmico y lumínico.
- Reducir el consumo energético operativo del edificio, evaluando el impacto económico a través de procesos BIM 5D (presupuesto) y 6D (mantenimiento).
- Incorporar soluciones sostenibles y constructivamente viables, modeladas y validadas en entorno BIM para garantizar su compatibilidad con el resto de las disciplinas.

El nuevo enfoque representa un avance hacia una arquitectura más resiliente, eficiente y consciente del entorno, demostrando el valor del rol del Líder de Arquitectura en la toma de decisiones estratégicas fundamentadas en datos.

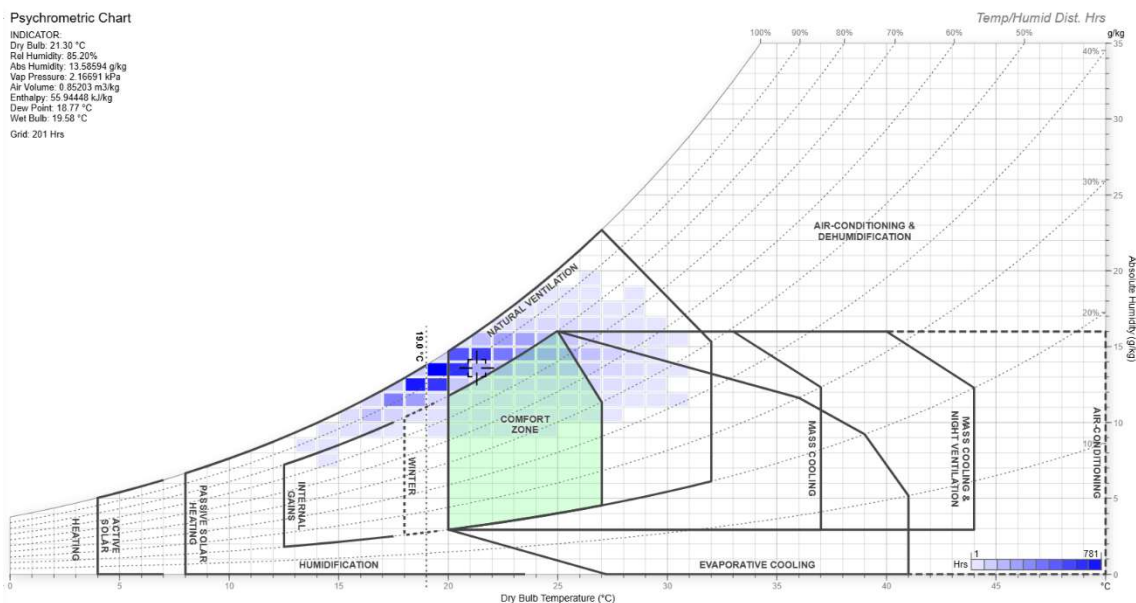


Ilustración 41: Diagrama psicrométrico estrategia de diseño

6.6. Desarrollo del Estudio Bioclimático del Estado Actual del Proyecto

El análisis bioclimático del proyecto, desarrollado en el marco de la revisión técnica de su sistema de fachada, permitió evaluar con precisión el grado de adecuación

del diseño original frente a las condiciones climáticas del entorno. El estudio se sustentó en el uso de herramientas de simulación digital, modelos BIM y bases de datos climáticas locales, integrando criterios normativos de sostenibilidad como la norma ASHRAE 55-2017.

6.6.1. Descripción climática local y tipología de proyecto

El proyecto se ubica en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, Ecuador. Esta zona presenta un clima tropical húmedo, con temperaturas medias anuales entre 20 °C y 26 °C, alta humedad relativa (entre 80 % y 100 %), y lluvias frecuentes durante todo el año. La tipología del edificio es de uso mixto multifuncional, con espacios residenciales, comerciales y administrativos distribuidos en varios niveles, lo cual demanda condiciones térmicas y lumínicas confortables para usuarios de diversa índole.

6.6.2. Análisis de confort térmico

Los datos climáticos revelan que el 81.7 % del tiempo anual las condiciones de temperatura y humedad se encuentran fuera de la zona de confort definida por la ASHRAE 55-2017. Esto implica una alta carga térmica latente en interiores si no se aplican estrategias pasivas de control climático. Se identificó la necesidad de usar

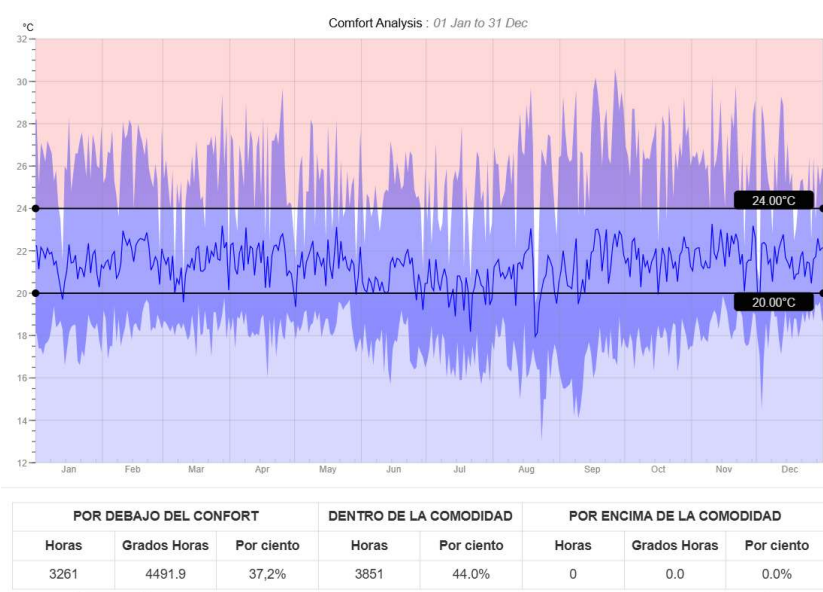


Ilustración 42: Confort climático

ventilación cruzada, control solar y masa térmica como medios de corrección natural para garantizar confort en las distintas zonas del edificio.

6.6.3. Radiación solar, orientación y trayectoria solar

El estudio de asoleamiento reveló que las fachadas este y oeste son las más expuestas a radiación directa, especialmente en las horas de la mañana y la tarde. La fachada norte recibe luz constante y difusa, mientras que la sur, en teoría más protegida, presenta problemas por acumulación térmica cuando no se ventila adecuadamente. La trayectoria solar ecuatorial (por la ubicación casi sin inclinación latitudinal) intensifica el requerimiento de aleros, voladizos y elementos de protección solar para reducir la ganancia térmica directa.

6.6.4. Comportamiento del viento

El viento dominante en la zona proviene del sur/sureste, con velocidades suaves pero constantes. Se identificó un potencial efecto Venturi en el edificio debido a su emplazamiento en esquina y la baja altura de los volúmenes vecinos. Esta condición es favorable para implementar estrategias de ventilación cruzada y ventilación inducida, especialmente mediante aperturas regulables y claraboyas que funcionen como chimeneas térmicas.

6.7. Resultados del análisis psicrométrico y zona de confort (ASHRAE 55)

El gráfico psicrométrico realizado con Climate Consultant 6.0 indicó que:

- Solo un 18.3 % del tiempo el clima exterior está en zona de confort sin intervención.
- Con estrategias pasivas (sombreamiento, masa térmica, ventilación cruzada), la zona de confort puede ampliarse hasta un 60 %.
- Se recomienda evitar el uso de vidrios simples sin protección solar directa.

“El clima en Puyo exige un enfoque arquitectónico pasivo y adaptado, que priorice la reducción de la carga térmica mediante control solar, ventilación natural, y aislamiento apropiado” (Informe de Sostenibilidad, 2025, p. 2).

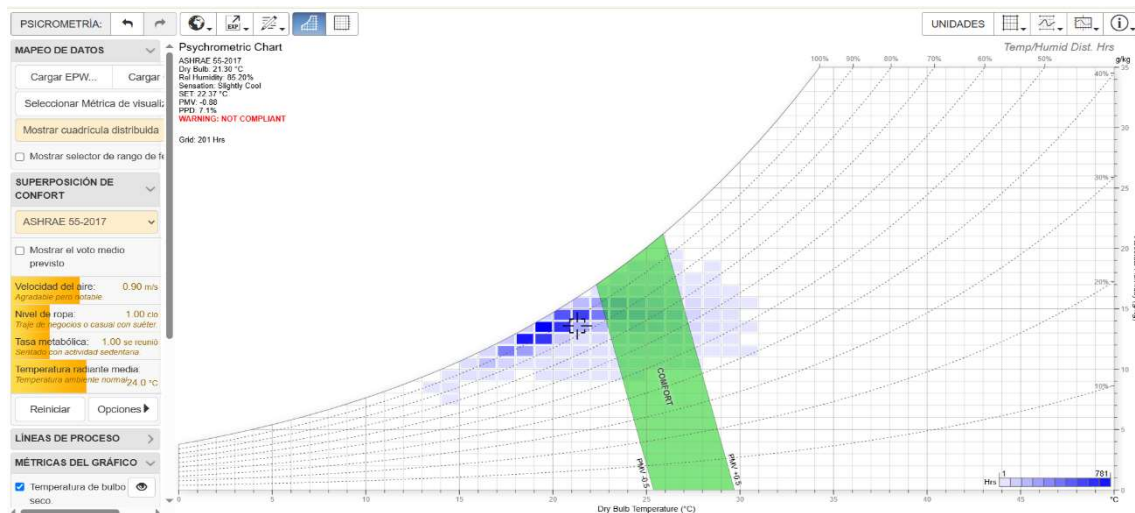


Ilustración 43: Diagrama psicrométrico ASHRAE-55

6.7.1. Iluminancia natural: simulaciones en planta y 3D con Revit e

Insight

Mediante el uso de Revit + Insight, se generaron simulaciones de iluminancia diurna sobre planos de planta y modelos 3D, cuyos resultados mostraron una distribución dispareja de luz natural:

- Zonas con sobreiluminación (>1000 lux) en oficinas orientadas al norte y este.
- Zonas de penumbra persistente (<200 lux) en pasillos y servicios sin vanos.
- Deficiente penetración lumínica en espacios intermedios y dobles alturas sin elementos reflectantes.

Estas deficiencias fueron visualizadas en mapas de calor 2D y vistas 3D renderizadas, lo que permitió tomar decisiones de rediseño sobre la apertura de vanos, redistribución de ventanas y aplicación de difusores solares.

6.7.2. Diagnóstico de deficiencias

El estudio técnico permitió identificar las siguientes deficiencias clave en la envolvente arquitectónica original:

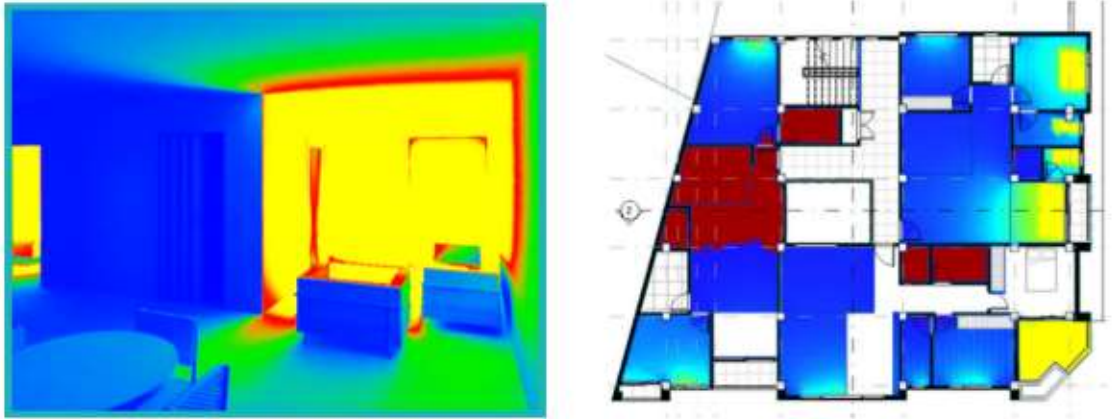


Ilustración 44: Análisis de iluminación

- Ausencia de control solar pasivo (voladizos, celosías, aleros).
- Deficiente iluminación natural en áreas de transición y servicios.
- Exceso de luz en zonas norte sin regulación (riesgo de encandilamiento).
- Imposibilidad de generar ventilación cruzada en más del 50 % de las áreas.
- Materiales sin propiedades térmicas adecuadas para el contexto húmedo.

Estas observaciones fundamentan la necesidad de implementar un nuevo sistema de fachada adaptado al entorno, técnica y funcionalmente coherente con los principios de sostenibilidad y desempeño establecidos en el EIR.

6.8. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE FACHADA



Ilustración 45: Render exterior, interior, corte. Versión 2

La propuesta de rediseño del sistema de fachada en el proyecto NOVA HABITAT implicó la incorporación de estrategias pasivas adaptadas al clima tropical húmedo de Puyo, con el objetivo de mejorar el confort térmico interior, reducir el consumo

energético y extender la durabilidad de los componentes de la envolvente. Esta implementación fue liderada por el Líder de Arquitectura y desarrollada íntegramente en el entorno BIM del proyecto, lo que permitió simular, visualizar y validar cada componente técnico dentro de un flujo colaborativo.

6.9. Estrategias pasivas adoptadas

6.9.1. Control solar

Se integraron elementos físicos de protección solar directa y difusa que permitieron regular la incidencia de radiación en vanos expuestos:

- Aleros estructurales sobre fachadas este y oeste.
- Voladizos proyectados en balcones y terrazas como sombras funcionales.
- Celosías verticales fijas y móviles para filtrar la radiación sin comprometer la ventilación.
- Cortasoles horizontales en ventanas amplias para controlar el deslumbramiento en oficinas y áreas comunes.

Estos elementos fueron modelados como familias paramétricas personalizadas y asignados a la categoría de elementos arquitectónicos con clasificación B2020 – Exterior Windows y B3010 – Roof Coverings bajo Unifomat.

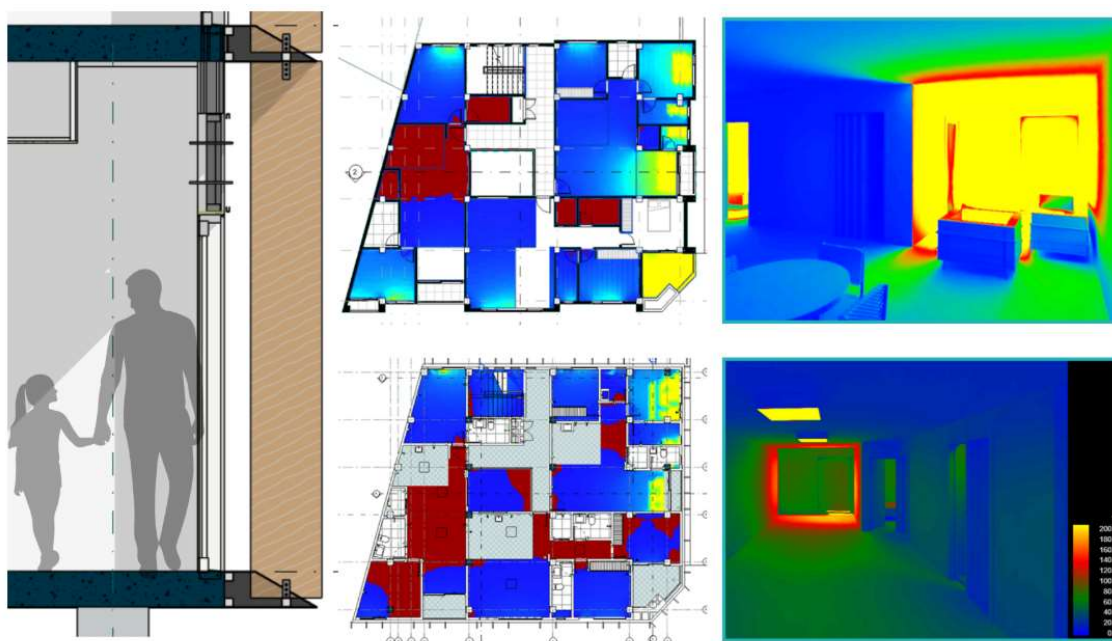


Ilustración 46: Detalle de alero y quiebra sol, estudio de iluminación Versión 1, Versión 2

6.9.2. Ventilación cruzada

Para potenciar la ventilación natural y reducir la carga térmica interior, se implementaron:

- Claraboya central operable, que actúa como chimenea térmica evacuando aire caliente por convección.
- Ventoleras superiores en fachadas opuestas, permitiendo entrada y salida de aire en circulación diagonal.
- Louvers y aperturas laterales distribuidos estratégicamente en núcleos sanitarios y pasillos.

Estas soluciones fueron evaluadas mediante simulaciones de flujo de aire en Revit y ajustadas según la dirección del viento predominante (sur/sureste) para aprovechar el efecto Venturi del emplazamiento en esquina.

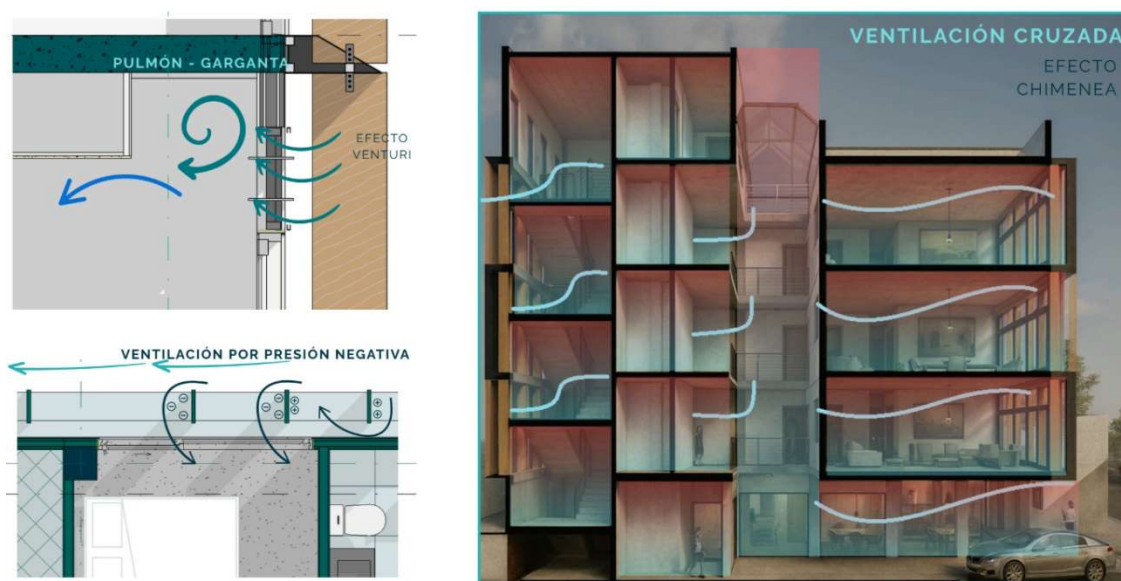


Ilustración 47: Estrategias de ventilación

6.9.3. Mejora de inercia térmica

Se reforzaron las propiedades térmicas de la envolvente mediante:

- Muros interiores con núcleo aislante de poliestireno extruido (XPS) o lana mineral, reduciendo la ganancia térmica.
- Incorporación de acabados reflectivos en fachadas exteriores orientadas al oeste.
- Reducción del acristalamiento directo en zonas de alta exposición solar.

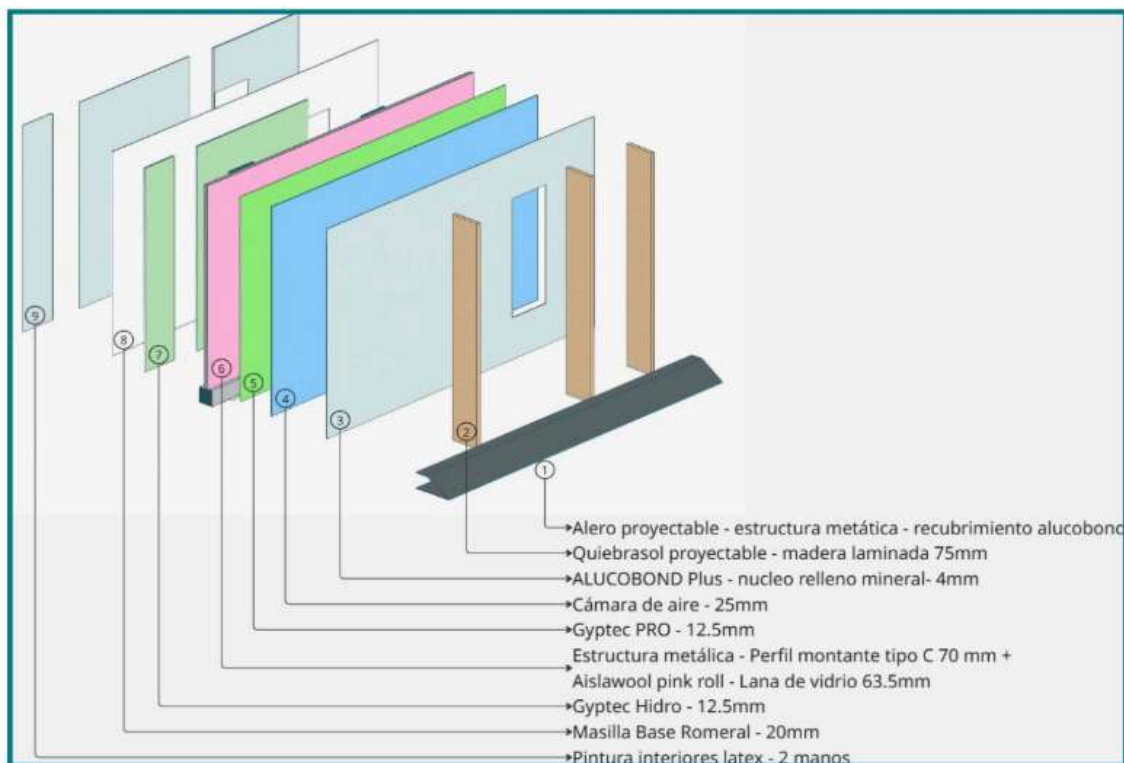


Ilustración 48: Detalle multicapa de tabiquería en fachada, Version 2

6.9.4. Control de humedad

Frente a las condiciones de alta humedad del entorno, se implementaron:

- Revestimientos impermeables de alta resistencia en muros exteriores.
- Aplicación de sellos hidrofóbicos en juntas y marcos de carpintería.
- Canalización oculta para condensados y protección contra filtraciones en ventanas.

Estas acciones minimizan el deterioro de materiales y ayudan a mantener la salubridad de los espacios interiores.

6.10. Integración técnica en modelo BIM

El nuevo sistema de fachada fue modelado en Autodesk Revit bajo una estructura lógica y compatible con el modelo federado, incorporando:

- Parámetros térmicos y físicos en las familias de muros y ventanas (R_valor, Transmisión solar, Material_reflectivo, etc.).
- Codificación conforme al manual NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001, asignando nomenclaturas únicas por tipología.
- Asignación de propiedades IFC para interoperabilidad 6D: IfcWall, IfcWindow, Pset_EnvironmentalImpactIndicators.



Ilustración 49: Vista Isométrica exterior, Versión 2

6.10.1. Comparativa visual del diseño anterior vs rediseño

Se generaron vistas 3D comparativas y estudios solares sobre ambos diseños para evidenciar las mejoras alcanzadas:

Elemento	Diseño original	Rediseño BIM
Protección solar	Ninguna	Aleros, celosías, cortasoles
Ventilación natural	Limitada a ventanas fijas	Claraboya térmica, ventoleras, circulación cruzada
Materiales	Bloque simple + vidrio	Muros con aislamiento + vidrio con control solar
Iluminación natural	Zonas de penumbra y sobreiluminación	Distribución regulada por sombras y aberturas
Impacto térmico	Alta ganancia y retención de calor	Reducción de carga térmica y evacuación pasiva

Fecha y Hora	Versión	Cumplimiento Fachada Este	Zonas Interiores Centrales	Uso Luz Artificial (Día)
21/06 9:00	Original	△ Parcial	● No	Alta
21/06 15:00	Original	● No	● No	Alta

21/09 9:00	Original	△ Parcial	● No	Alta
21/09 15:00	Original	● No	● No	Alta
21/12 9:00	Original	△ Parcial	● No	Alta
21/12 15:00	Original	● No	● No	Alta
21/06 9:00	Mejorada	● Sí	● Mejora	Media
21/06 15:00	Mejorada	△ Parcial	● Mejora	Media
21/09 9:00	Mejorada	● Sí	● Mejora	Media
21/09 15:00	Mejorada	△ Parcial	● Mejora	Media
21/12 9:00	Mejorada	● Sí	● Mejora	Media
21/12 15:00	Mejorada	△ Parcial	● Mejora	Media

Estas representaciones fueron documentadas y entregadas al cliente como parte del informe técnico de sostenibilidad y como validación visual del impacto positivo de la nueva propuesta.

Este rediseño integral de la fachada, respaldado por datos técnicos y modelado BIM, permitió transformar una envolvente pasiva en una solución bioclimática activa, con beneficios comprobables en confort, eficiencia y sostenibilidad. La metodología utilizada refuerza el rol estratégico del Líder de Arquitectura como impulsor de decisiones informadas dentro de procesos BIM colaborativos.

6.11. Coordinación y Análisis de Interferencias Internas y Externas

La implementación del nuevo sistema de fachada exigió una revisión exhaustiva de su compatibilidad geométrica y funcional con los demás componentes del edificio. Para ello, se utilizó un proceso de coordinación disciplinar estructurado y soportado en herramientas BIM, siguiendo los lineamientos establecidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y en el Protocolo de Coordinación Institucional NHBT-INB-FD-XX-INF-MNG-001.

6.11.1. Validación del rediseño mediante Clash Detection en Navisworks

Manage

El modelo actualizado de arquitectura, que incluía las nuevas soluciones de fachada, fue federado junto con los modelos estructurales y MEP en Autodesk Navisworks Manage. Mediante el uso del módulo Clash Detective, se realizaron pruebas de interferencias geométricas y funcionales (hard y soft clashes), evaluando:

- Interacción de voladizos y celosías con estructuras de soporte.
- Conflictos de espacio con redes horizontales de ventilación y drenaje.
- Paso de instalaciones sanitarias y eléctricas a través de muros rediseñados con aislamiento.

6.11.2. Principales conflictos identificados y resueltos

Interferencia	Disciplinas afectadas	Solución aplicada
Alero sobresaliente chocando con estructura de cubierta	ARQ – EST	Ajuste del voladizo y redimensionamiento de la viga perimetral
Louvers obstruyendo conductos de ventilación	ARQ – MEP	Reubicación de louver y redireccionamiento de ducto
Revestimiento proyectado colisionando con bajante pluvial	ARQ – MEP	Reposicionamiento de bajante hacia eje estructural
Claraboya interferida por cerchas de cubierta	ARQ – EST	Rediseño de claraboya ajustada entre elementos portantes

Estas interferencias fueron asignadas en BIM Collaborate, corregidas en Revit por los líderes disciplinares, y validadas en las siguientes rondas de coordinación.

Compatibilidad con componentes existentes

Además de resolver conflictos nuevos, se analizó la compatibilidad del rediseño con elementos ya definidos, como:

- Cubierta inclinada y sus sistemas de evacuación de aguas, garantizando continuidad en pendientes y encuentros con voladizos.

- Vanos y marcos de ventanas, ajustados para recibir nuevas carpinterías con control solar.
- Redes eléctricas embebidas en muros exteriores, verificando distancias mínimas con materiales térmicos.
- Drenajes verticales y horizontales, protegidos contra la humedad con detalles constructivos adicionales.

Este análisis permitió mantener la coherencia global del modelo sin comprometer los avances de otras disciplinas ni generar reprocesos significativos.

6.11.3. Registro en actas BIM y reportes de coordinación

Todos los conflictos detectados, asignaciones de corrección y soluciones aprobadas fueron documentados conforme a lo exigido por el BEP, mediante:

- Actas BIM semanales, donde se registraron los temas tratados, responsables, fechas de entrega y decisiones tomadas.
- Reportes de Clash Detection generados desde Navisworks (.NWD y .PDF), con capturas y descripciones por conflicto.
- Actualización del modelo en carpeta Compartido del Entorno Común de Datos (CDE), previo a cada sesión.

Estos registros formaron parte del expediente digital de coordinación del proyecto, garantizando trazabilidad y transparencia en la implementación del nuevo sistema de fachada.

El proceso de coordinación BIM fue esencial para validar técnica y constructivamente la viabilidad del rediseño arquitectónico. La intervención del Líder de Arquitectura, en estrecha colaboración con el Coordinador BIM y los líderes de estructura y MEP, aseguró una integración armónica del nuevo sistema de fachada con el resto del edificio, minimizando interferencias y maximizando el valor técnico de la propuesta.

6.12. Nueva Planificación 4D y 5D

La adopción del nuevo sistema de fachada en el proyecto generó ajustes significativos en la planificación del cronograma de obra (4D), la estimación de costos

(5D) y, especialmente, en la información orientada a la operación y mantenimiento del activo (6D). Estas modificaciones fueron gestionadas de forma integral dentro del entorno BIM, garantizando la coherencia temporal, económica y funcional de la propuesta.

6.12.1. Actualización del cronograma 4D

El Líder de Arquitectura, en conjunto con el Coordinador BIM, reestructuró el cronograma de obra utilizando Autodesk Navisworks Manage, incorporando las nuevas fases de construcción y montaje del sistema de fachada. Estas incluyeron:

- Instalación de anclajes y estructura de soporte para aleros y celosías.
- Montaje de louvers, cortasoles y carpintería regulable.
- Aplicación de materiales aislantes y recubrimientos impermeables.
- Integración de claraboyas y ventilaciones pasivas.

Cada uno de estos elementos fue vinculado a tareas específicas del cronograma maestro (Microsoft Project), generando una simulación visual 4D que permitió anticipar interferencias temporales, reprogramar actividades asociadas y evitar solapamientos con las disciplinas MEP y estructural.

El modelo actualizado fue exportado en formato .NWD y compartido con el cliente y equipo técnico a través del CDE, acompañando los reportes de impacto en plazos y secuencia constructiva.

1	2000032	ARQ_Suelos	1	253.123,41
2	2000011	ARQ_Muros	1	40.011,17
3	2000170	ARQ_Paneles de muro cortina	1	16.453,99
4	2000014	ARQ_Ventanas	1	3.234,81
5	2000023	ARQ_Puertas	1	19.859,33
6	2000120	ARQ_Escaleras	1	457,60
7	2000920	Descansillos	1	457,60
8	2000919	Tramos	1	915,20
9	2000126	Barandillas	1	14.840,98
10	2000038	ARQ_Techos	1	11.797,25
11	2000151	Modelos genéricos	1	334,20
NOVAHABITAT				
		Suelos	1	256.867,16
		Muros	1	40.301,46
		Paneles de muro cortina	1	162.122,28
		Cubiertas	1	2.106,10
		Ventanas	1	4.529,67
		Puertas	1	16.688,01
		Escaleras	1	
		Descansillos	1	
		Tramos	1	
		Barandillas	1	14.593,20
		Techos	1	16.516,44

5D - PRESUPUESTO

	V1	V2	DIFERENCIA
MUROS	40011,17	162122,28	122111,11
VENTANAS	3234,81	4529,67	1294,86
PUERTAS	16688,01	19859,33	3171,32
TOTAL	59933,99	186511,28	126577,29

PRESUPUESTO TOTAL DEL RUBROS DE ARQUITECTURA

Ilustración 50: Presupuesto, Versión 2

6.12.2. Estimación 5D de impacto económico

La propuesta también implicó una revisión del presupuesto general del proyecto mediante integración 5D:

- Extracción de cantidades desde el modelo actualizado en Revit, utilizando Cost-It.
- Exportación en formato BC3 e integración en Presto, donde se ajustaron partidas y precios unitarios.
- Análisis comparativo entre el sistema original y el rediseño, considerando:
 - Volúmenes de obra.
 - Costo de materiales sostenibles.
 - Reducción de sistemas activos (climatización artificial).
 - Costos de mantenimiento estimados.

El resultado fue un incremento moderado en la inversión inicial, compensado a mediano plazo por:

- Disminución del consumo energético proyectado.
- Mayor durabilidad de los componentes seleccionados.
- Reducción de costos operativos y de mantenimiento correctivo.

EL GASTO POR HORA DE UN AIRE ACONDICIONADO DE 24.000 BTU PUEDE CONSUMIR ENTRE 2,5 Y 3,5 KWH 0,35 DÓLARES POR HORA SEGÚN TARIFAS DE CNEL EP		\$/h	h	DIARIOS	N° HAB	DIARIO	AÑO	RECUPERA
		0,35	8	2,8	31	86,8	31682	4

Ilustración 51: Recuperación del impacto económico inicial

6.12.3. Modelado 6D: mantenimiento y vida útil esperada

En la dimensión 6D, se incorporaron fichas técnicas y parámetros de mantenimiento a los elementos nuevos del sistema de fachada, como:

- Claraboyas: tipo de apertura, frecuencia de limpieza, método de revisión.
- Louvers y celosías: materiales, mecanismos de sujeción, recubrimientos especiales.
- Aislantes térmicos: durabilidad, condiciones de reposición.
- Recubrimientos hidrofóbicos: vida útil, compatibilidad con sustratos, ciclo de re aplicación.

Esta información fue cargada como parámetros IFC y tablas vinculadas al modelo BIM, cumpliendo con los requerimientos de operación y mantenimiento del activo (Asset Management) definidos en el EIR.

En conjunto, la planificación 4D y 6D reforzó la solidez del nuevo sistema de fachada no solo como una solución proyectual, sino como una estrategia integral de sostenibilidad, eficiencia operativa y valor a largo plazo. La integración de estas dimensiones reafirma el potencial del entorno BIM como herramienta de gestión predictiva y colaborativa.

6.13. Presentación y Aceptación de Cambios al Cliente

Una vez desarrollado el nuevo sistema de fachada con base en criterios técnicos, climáticos y de sostenibilidad, se procedió a su presentación formal ante el cliente, cumpliendo con el flujo de validación definido en el Plan de Ejecución BIM (BEP) y en el EIR del proyecto. Este proceso de aprobación fue gestionado de forma estructurada a través de una estrategia de comunicación basada en modelos BIM, reportes analíticos y reuniones de coordinación multidisciplinar.

Estrategia de comunicación BIM para validación

Para facilitar la comprensión técnica y respaldar las decisiones tomadas, el Líder de Arquitectura preparó un conjunto de entregables visuales e informativos integrados al modelo, entre los cuales se incluyeron:

- Simulaciones térmicas mediante el plugin Insight de Revit, mostrando la mejora en desempeño de la envolvente frente a la carga térmica global.
- Simulaciones de iluminancia natural en vistas de planta y 3D, donde se comparaban condiciones de iluminación interior antes y después del rediseño.
- Renders comparativos de fachadas y espacios clave, generados desde el modelo BIM con estilos de presentación realista, para mostrar la nueva composición arquitectónica.
- Tableros dinámicos de Power BI conectados a Revit, presentando indicadores clave (KPIs) como:
 - % de horas en confort térmico anual.
 - Ahorro energético proyectado.
 - Vida útil esperada de componentes.
 - Costos estimados de mantenimiento.

Estas herramientas facilitaron la toma de decisiones informadas, permitiendo al cliente entender no solo los aspectos visuales del rediseño, sino su impacto funcional y económico a corto, mediano y largo plazo.

Validación en sesión de coordinación

La propuesta fue expuesta en una sesión de coordinación técnica multidisciplinar, en la que participaron:

- Representantes del cliente.
- BIM Manager y Coordinador BIM.
- Líderes de arquitectura, estructura y MEP.
- Equipo de sostenibilidad.

Durante la sesión se resolvieron dudas, se ajustaron detalles menores, y se firmó un acta de aceptación del nuevo sistema de fachada, con compromiso de incorporación a los entregables de fase siguiente (Documentación y Construcción). Esta validación fue registrada como evento formal en el Entorno Común de Datos (CDE).

Aprobación documentada en el CDE

Todo el proceso de revisión y validación fue archivado en la carpeta "Publicado" del CDE, incluyendo:

- Modelo actualizado en formato .RVT y .NWC.
- Simulaciones y reportes en .PDF y .MP4.
- Acta firmada de aprobación del cambio.
- Fichas técnicas de materiales y componentes incorporados.

Esto garantizó la trazabilidad completa del proceso de cambio, en cumplimiento con las normativas ISO 19650 y con los estándares de calidad definidos por el cliente.

Este cierre formal del ciclo de rediseño del sistema de fachada evidencia la madurez del entorno BIM en la toma de decisiones estratégicas. La presentación clara, fundamentada y visualmente comprensible permitió que el cliente aprobara la propuesta

con plena confianza, consolidando el rol del Líder de Arquitectura como articulador técnico entre la visión proyectual y las exigencias funcionales del usuario final.

6.14. Desafíos y Lecciones Aprendidas

La ejecución del proyecto como ejercicio académico y profesional dentro del marco de la metodología BIM supuso una experiencia de aprendizaje profundo, tanto en lo técnico como en lo humano y organizacional. A lo largo del proceso, se enfrentaron diversos desafíos relacionados con la coordinación digital, la gestión de cambios, el modelado disciplinar, y la implementación de soluciones sostenibles, todos los cuales permitieron consolidar lecciones valiosas para el ejercicio del rol del Líder de Arquitectura.

6.15. Principales desafíos enfrentados

Desajuste inicial entre diseño arquitectónico y requerimientos climáticos locales.

El diseño original carecía de criterios bioclimáticos ajustados al clima tropical húmedo de Puyo, lo que generó una alta carga térmica y deficiencias lumínicas detectadas en simulaciones posteriores.

Dificultades de coordinación interdisciplinar en etapas tempranas

Durante las primeras sesiones de federación, se identificaron múltiples interferencias entre arquitectura, estructura y MEP, producto de la falta de alineación en las bases de modelado y en los criterios geométricos.

Tiempos de respuesta limitados para la resolución de colisiones

El ritmo de entregas impuso presión sobre el equipo para resolver conflictos detectados en Navisworks, especialmente aquellos que requerían rediseño parcial de componentes arquitectónicos ya validados.

Integración tardía de criterios 5D y 6D en las primeras fases

Los parámetros informativos y las necesidades de mantenimiento no fueron considerados desde el inicio, lo cual obligó a retroalimentar el modelo con información complementaria en fases avanzadas.

6.16. Soluciones implementadas

Reformulación del sistema de fachada con base en estudios bioclimáticos, lo que mejoró el desempeño térmico del edificio y aportó valor técnico al diseño.

Establecimiento de plantillas y parámetros comunes compartidos desde el inicio entre disciplinas, reduciendo interferencias y facilitando la interoperabilidad.

Asignación de responsables y plazos para resolución de conflictos, utilizando herramientas como BIM Collaborate y actas de seguimiento semanales.

Capacitación en Cost-It y Presto, lo que permitió integrar dimensiones 5D y 6D de manera más eficiente y coherente con los entregables del modelo.

6.17. Lecciones aprendidas

La planificación anticipada del flujo de información y de los niveles de desarrollo (LOD y LOI) es fundamental para evitar reprocesos y asegurar consistencia técnica.

La comunicación clara y documentada entre disciplinas es indispensable para el éxito del modelo federado y la toma de decisiones compartidas.

Las simulaciones energéticas y climáticas deben integrarse desde las fases iniciales de diseño, especialmente en contextos con condiciones ambientales críticas.

El rol del Líder de Arquitectura requiere habilidades técnicas, metodológicas y de liderazgo, que deben ejercerse de manera transversal y proactiva en todas las fases del proyecto.

Este proceso no solo permitió alcanzar los objetivos técnicos del proyecto, sino que también fortaleció la capacidad del autor para desempeñarse en entornos BIM colaborativos reales, aportando soluciones con enfoque crítico, sustentable y

multidisciplinario. El Trabajo de Fin de Carrera, más allá de ser una simulación académica, se consolidó como un ejercicio integral de liderazgo proyectual en el contexto de la transformación digital de la industria de la construcción.

6.18. Conclusión del Capítulo

El presente capítulo ha permitido profundizar en el alcance real y estratégico del Líder de Arquitectura dentro de un entorno BIM aplicado a un proyecto multidisciplinar como NOVA HABITAT. A través del análisis del flujo de trabajo, los criterios de modelado, la estructura del entorno común de datos, los procesos de coordinación y validación, y especialmente la implementación del nuevo sistema de fachada, se evidenció cómo este rol articula no solo el diseño arquitectónico, sino también su integración técnica, funcional y sostenible dentro del ciclo de vida del edificio.

El modelo BIM no fue asumido únicamente como una herramienta de representación, sino como una plataforma colaborativa de gestión y toma de decisiones, en la cual el Líder de Arquitectura debe actuar como ente estructurador de información, con capacidad de adaptarse, resolver interferencias, optimizar procesos y aportar valor desde lo técnico y lo climático.

La experiencia adquirida permitió demostrar que el liderazgo arquitectónico en BIM exige criterio profesional, dominio metodológico, visión sistémica y responsabilidad ambiental, cualidades que se pusieron en práctica en este proyecto y que fortalecen el perfil del autor como profesional BIM. La implementación de estrategias pasivas, la interoperabilidad disciplinar, la generación de modelos 4D–5D–6D y la gestión del cambio validado por el cliente consolidan un enfoque integral donde la arquitectura se construye desde el dato, desde el análisis y desde el usuario.

En definitiva, el desarrollo del capítulo evidencia que el Líder de Arquitectura en BIM no es solo un diseñador, sino un integrador de soluciones, un gestor de calidad

digital y un actor clave en la sostenibilidad, eficiencia y viabilidad de los proyectos en la era de la construcción inteligente.

7. Conclusiones Generales

La elaboración de este Trabajo de Fin de Carrera permitió validar de forma técnica, metodológica y estratégica el papel del Líder de Arquitectura dentro de un entorno BIM aplicado a un proyecto real y multidisciplinar como el Edificio de Uso Mixto NOVA HABITAT. A través de la aplicación sistemática de la metodología BIM, alineada con los requerimientos del EIR, el Plan de Ejecución BIM (BEP) y los estándares internacionales (ISO 19650), se logró consolidar una experiencia integral en la planificación, modelado, coordinación y optimización de soluciones arquitectónicas.

El diseño y modelado arquitectónico disciplinar se ejecutó con criterios precisos de modelado constructivo (“como se construye”), usando estándares institucionales y protocolos técnicos que aseguraron calidad gráfica e informativa en el entorno Revit.

Se estructuró correctamente el uso del Entorno Común de Datos (CDE), garantizando trazabilidad, control documental y versiones auditables de todos los entregables. Este entorno favoreció la transparencia y la colaboración interdisciplinar.

Se implementaron procesos de coordinación y auditoría BIM, resolviendo interferencias entre arquitectura, estructura y MEP mediante el uso de Navisworks y Model Checker, fortaleciendo el modelo federado y evitando reprocesos en fases posteriores.

La propuesta y ejecución del nuevo sistema de fachada fue uno de los aportes más significativos del TFC. Basado en un análisis bioclimático profundo, se implementaron estrategias pasivas que mejoraron los indicadores de confort térmico, iluminancia y eficiencia energética, generando impactos positivos en las dimensiones 4D, 5D y 6D.

El uso de herramientas BIM para simulaciones, visualización de KPIs y validación técnica facilitó la aceptación del rediseño por parte del cliente, integrando de manera efectiva procesos técnicos con habilidades de comunicación visual y liderazgo.

El proceso permitió enfrentar diversos desafíos técnicos, de coordinación y de gestión del cambio, los cuales se resolvieron con metodologías estructuradas y colaboración interdisciplinar, reforzando la capacidad adaptativa del rol profesional.

El proyecto demostró que la metodología BIM, bien implementada, no solo mejora la calidad técnica de un proyecto, sino que también potencia el trabajo colaborativo, anticipa problemas, reduce costos y mejora el desempeño ambiental del activo construido. La experiencia adquirida en este TFC posiciona al autor como un profesional capaz de asumir responsabilidades clave en entornos BIM reales, aportando soluciones integradas, sostenibles y orientadas a la excelencia.

8. Bibliografía

- Autodesk. (2022). Autodesk Construction Cloud: Documentation and Workflows. Autodesk Inc. <https://construction.autodesk.com>
- Autodesk. (2023). Navisworks Manage – Clash Detection and 4D Simulation Guide. Autodesk Knowledge Network. <https://knowledge.autodesk.com>
- Autodesk. (2023). Model Checker for Revit – User Manual. <https://www.biminteroperabilitytools.com/modelchecker>
- BIMForum. (2019). Level of Development (LOD) Specification: For Building Information Models. <https://bimforum.org/lod/>
- BuildingSMART. (2020). Industry Foundation Classes (IFC) – ISO 16739:2018. <https://technical.buildingsmart.org>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC (Ecuador). (2024). Base de precios referenciales de la construcción. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works – Part 1: Concepts and principles. ISO.
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-2: Delivery phase of the assets. ISO.
- International Organization for Standardization. (2020). EN 17412-1:2020 – Building Information Modelling. Level of Information Need. ISO.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). (2020). Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM (BEP). Gobierno de España. <https://www.mitma.gob.es/arquitectura/estrategia-bim>
- NHBT-INB-FP-XX-EIR-MNG-001. (2025). Requisitos de Información del Proyecto NOVA HABITAT. Documento interno.
- NHBT-INB-FD-XX-INF-MNG-001. (2025). Protocolo de Coordinación y Control de Modelos BIM. Documento interno.
- NHBT-INB-FP-XX-MNL-MNG-001. (2025). Manual de Nomenclatura y Estilo de Archivos BIM del Proyecto NOVA HABITAT. Documento interno.
- UNI 11337 (Italia). (2017). Building and Construction – Digital Management of Building Information Processes. Ente Nazionale Italiano di Unificazione.
- Barison, M. B., & Santos, E. T. (2010). *BIM teaching strategies: An overview of the current approaches*. In: Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE).

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Kassem, M., & Succar, B. (2017). BIM roles and responsibilities – current developments and future directions. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 22, 134–161. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2017.008>
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook*. John Wiley & Sons.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>