



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL**

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

**“ APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LAS ETAPAS DE DISEÑO Y  
PLANIFICACIÓN DE LA CLÍNICA DE ESPECIALIDADES ROL GERENTE  
BIM”**

Kevin Mauricio Romero Proaño

Quito, septiembre del 2023



## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Kevin Mauricio Romero Proaño, con cédula de identidad #171595848-2, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

D. M. Quito, septiembre del 2023

---

Arq. Kevin Mauricio Romero Proaño

Correo electrónico: [kevin\\_romero\\_93@hotmail.com](mailto:kevin_romero_93@hotmail.com)



## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LAS ETAPAS DE DISEÑO Y  
PLANIFICACIÓN DE LA CLÍNICA DE ESPECIALIDADES  
ROL GERENTE BIM”**

Realizado por:

**KEVIN MAURICIO ROEMRO PROAÑO**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**MAGISTER EN GERENCIA DE PROYECTOS BIM**

ha sido dirigido por el profesor

**Arq. Violeta Rangel**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

---

FIRMA



**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LAS ETAPAS DE DISEÑO Y  
PLANIFICACIÓN DE LA CLÍNICA DE ESPECIALIDADES  
ROL GERENTE BIM”**

Por

Kevin Mauricio Romero Proaño

Septiembre 2023

Aprobado:

Violeta, C, Rangel, R, Tutor

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

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

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

Aceptado y Firmado: \_\_\_\_\_ día, septiembre, 2023

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: \_\_\_\_\_ día, septiembre, 2023

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Aceptado y Firmado: \_\_\_\_\_ día, septiembre, 2023

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

\_\_\_\_\_ día, septiembre, 2023

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Presidente(a) del Tribunal

Universidad Internacional SEK



### **Dedicatoria**

En este momento que cierro camino académico, quiero dedicar este trabajo a quienes han brindado apoyo incondicional, inspiración y aliento a lo largo de este arduo viaje hacia la obtención de mi título de máster.

Deseo expresar mi profunda gratitud a mi Padre, Madre y Hermana, cuyo amor y respaldo me han impulsado a perseguir mis metas académicas con pasión y determinación. Su apoyo es mi motor en momentos difíciles y mi motivación en días de agotamiento.

A los profesores que me han guiado a lo largo de esta travesía académica. Sus consejos y conocimientos han sido fundamentales para mi crecimiento académico.

Finalmente, quiero dedicar este logro a mi propia determinación, perseverancia y pasión por el conocimiento y mi compromiso con el crecimiento tanto personal y profesional.



## **Agradecimiento**

Deseo expresar mis agradecimientos a las personas que contribuyeron de manera significativa para la realización de esta tesis. Este logro no habría sido posible sin su valiosa colaboración y apoyo.

Agradezco a mi Tutora de tesis por su orientación a lo largo de este proceso. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para dar forma a este trabajo y elevar su calidad.

A mi familia, les agradezco por su apoyo y por comprender las largas horas que dediqué a este trabajo. Su amor incondicional y aliento me dieron la fuerza necesaria para seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes.

A mi grupo de trabajo de titulación, les agradezco por compartir sus experiencias y conocimientos.



## Resumen

En el presente trabajo de titulación “**Aplicación de la metodología BIM en las etapas de diseño y planificación de la Clínica de Especialidades con el rol de Gerente BIM**” se ha abordado la aplicación de la metodología, en el contexto de la gestión para evaluar la eficiencia del diseño del proyecto en la etapa de planificación y tener una comparativa con el método tradicional. Este trabajo tiene un enfoque específico en el rol del Gerente BIM.

Se ha explorado las diferentes especialidades constructivas que engloban el proyecto como es arquitectura, estructura, mecánica, eléctrica e hidrosanitaria (MEP) la implementación tiene un enfoque innovador para la planificación, destacando la importancia del Gerente BIM como el responsable principal de supervisar la implementación de BIM en el proyecto, además de dar seguimiento a los procesos, estándares internacionales (ISO 19650), normar y protocolos creados, siendo estos expuestos en el contrato con el cliente (EIR) y en el Plan de ejecución BIM (BEP).

Contribuyendo de manera significativa a la eficiencia, precisión y colaboración en el ciclo de vida del proyecto, donde la metodología BIM ha demostrado ser una herramienta innovadora, transformadora y de mucha utilidad en la industria de la construcción.

*Palabras claves:* **BIM, BEP, EIR, ISO 19650, CONSTRUCCION, GERENTE BIM.**



## **Abstract**

In this thesis article “BIM Manager Methodology Application in the design and planning stages of “Clinica de Especialidades”, a comparison between the traditional method and BIM methodology is made in the planning stage of the project in order to evaluate the design efficiency. This study has a specific BIM Manager approach.

Different construction techniques that “engloban” this project have been explored such as: architectural, structural, mechanical, electrical and plumbing (MEP). Implementation has an innovative point of view for planning, outlining BIM Manager as the main responsible of overseeing the application of BIM on the project as well as following up on processes, international standards (ISO 19650), norms and protocols. All of these are presented to the client on the EIR contract and BIM execution plan BEP.

Contributing in a meaningful way towards efficiency, precision and collaboration in the projects life cycle, where BIM methodology has proven to be an innovative, transformative and very useful tool in the construction industry.

*Keywords:* **BIM, BEP, EIR, ISO 19650, CONSTRUCTION,**

**BIM MANAGER**





## *Índice de Tablas*

<i>Tabla 1. Tabla de Abreviaturas</i> .....	<i>X</i>
<i>Tabla 2: Descripción del Proyecto</i> .....	<i>42</i>
<i>Tabla 3: Integrantes y Roles del Proyecto. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>43</i>
<i>Tabla 4: Plan de Entrega de Información (IDP)</i> .....	<i>45</i>
<i>Tabla 5: Niveles de Detalle (LOD)</i> .....	<i>46</i>
<i>Tabla 6: Niveles de Información (LOI)</i> .....	<i>47</i>
<i>Tabla 7. Modelo a Entregar. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>48</i>
<i>Tabla 8: Nomenclatura Según Norma ISO 19650</i> .....	<i>48</i>
<i>Tabla 9: Formato de entrega</i> .....	<i>49</i>
<i>Tabla 10: Control de calidad</i> .....	<i>49</i>
<i>Tabla 11. Estructura de Carpetas. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>50</i>
<i>Tabla 12: Requisitos de Conocimiento del Equipo Técnico</i> .....	<i>51</i>
<i>Tabla 13: Responsabilidades de los Roles del Equipo Técnico</i> .....	<i>51</i>
<i>Tabla 14: Softwares a utilizar por el Equipo Técnico</i> .....	<i>56</i>
<i>Tabla 15: Entregables del Proyecto</i> .....	<i>57</i>
<i>Tabla 16: Datos del Proyecto. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>62</i>
<i>Tabla 17: Cronograma de Trabajo Proyecto Clínica de Especialidades. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>64</i>
<i>Tabla 18: Contactos del Equipo Técnico. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>64</i>
<i>Tabla 19: Detalles Contractuales (Elaboración Propia)</i> .....	<i>65</i>
<i>Tabla 20: División de Modelos, Usos BIM y Responsables (Elaboración Propia)</i> .....	<i>67</i>
<i>Tabla 21: Usos del modelo – Descripción (Elaboración Propia)</i> .....	<i>67</i>
<i>Tabla 22: Tabla de Usos BIM (Elaboración Propia)</i> .....	<i>68</i>
<i>Tabla 23: Análisis de usos BIM (Elaboración Propia)</i> .....	<i>68</i>
<i>Tabla 24: Capacidades del Equipo Técnico (Elaboración Propia)</i> .....	<i>72</i>
<i>Tabla 25: Responsabilidades del BIM Manager (Elaboración Propia)</i> .....	<i>73</i>
<i>Tabla 26: Responsabilidades del Coordinador BIM (Elaboración Propia)</i> .....	<i>74</i>
<i>Tabla 27: Responsabilidades del Líder de Arquitectura (Elaboración Propia)</i> .....	<i>74</i>
<i>Tabla 28: Responsabilidades del Líder de Estructura (Elaboración Propia)</i> .....	<i>75</i>
<i>Tabla 29: Responsabilidades del Líder MEP (Elaboración Propia)</i> .....	<i>75</i>
<i>Tabla 30: Estructura de Carpetas para Organizar y Almacenar la Información (Elaboración Propia)</i> .....	<i>78</i>
<i>Tabla 31: Intercambio de Información - Modelos BIM. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>80</i>
<i>Tabla 32: Modelos del Proyecto a Entregar (Elaboración Propia)</i> .....	<i>81</i>
<i>Tabla 33: Cronograma y Presupuesto (Elaboración Propia)</i> .....	<i>81</i>
<i>Tabla 34: Planos Constructivos (Elaboración Propia)</i> .....	<i>81</i>
<i>Tabla 35: Control de Calidad del Modelo (Elaboración Propia)</i> .....	<i>82</i>
<i>Tabla 36: Procedimiento de Revisión de los Modelos (Elaboración Propia)</i> .....	<i>83</i>
<i>Tabla 37: Parámetros de Revisión General de los Modelos (Elaboración Propia)</i> .....	<i>83</i>
<i>Tabla 38: Parámetros de Revisión de Diseño de los Modelos (Elaboración Propia)</i> .....	<i>83</i>
<i>Tabla 39. Revisión de Modelos. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>84</i>
<i>Tabla 40. Revisión MEP (Elaboración Propia)</i> .....	<i>84</i>
<i>Tabla 41. Hardware a utilizar por el Equipo. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>84</i>
<i>Tabla 42. Softwares a utilizar por el Equipo. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>85</i>
<i>Tabla 43. Entorno Común de Datos (CDE) - Plataforma ACC. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>86</i>
<i>Tabla 44. Estructura de nombres de Archivos. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>87</i>
<i>Tabla 45. Ejemplo de nombramiento de Modelos. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>87</i>
<i>Tabla 46. Coordenadas del Proyecto. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>87</i>
<i>Tabla 47. Estándares de Modelado (Elaboración Propia)</i> .....	<i>88</i>
<i>Tabla 48. Entregables del proyecto (Elaboración Propia)</i> .....	<i>89</i>
<i>Tabla 49. Estrategias de Entregables. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>90</i>
<i>Tabla 50. Hitos Internos de la disciplina MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>109</i>
<i>Tabla 51. Tabla de Anexos. (Elaboración Propia)</i> .....	<i>125</i>



## **Índice de Figuras**

<i>Ilustración 1. Flujo General, Manejo de la Información. (Elaboración Propia)</i> .....	28
<i>Ilustración 2. Requerimientos de Entrada. (Elaboración Propia)</i> .....	31
<i>Ilustración 3. Países en los que actualmente se exige la implementación de la metodología BIM.</i> .....	38
<i>Ilustración 4. Línea de Tiempo del Desarrollo del EIR. (Elaboración Propia)</i> .....	42
<i>Ilustración 5. Firmas de compromiso Medical BIM.</i> .....	60
<i>Ilustración 6. Portada BEP - Medical BIM. (Elaboración Propia)</i> .....	61
<i>Ilustración 7. Organigrama Medical BIM. (Elaboración Propia)</i> .....	72
<i>Ilustración 8. Flujo de la Gestión BIM. (Elaboración Propia)</i> .....	76
<i>Ilustración 9. Flujo de Configuración Inicial del Proyecto. (Elaboración Propia)</i> .....	76
<i>Ilustración 10. Flujo de Gestión de la Coordinación Multidisciplinar. (Elaboración Propia)</i> .....	77
<i>Ilustración 11. Flujo de Gestión de Interferencias y Auditoría de Modelos. (Elaboración Propia)</i> .....	77
<i>Ilustración 12. Objetivos de Generen BIM. (Elaboración Propia)</i> .....	91
<i>Ilustración 13. Organigrama Organizacional Gerente BIM. (Elaboración Propia)</i> .....	94
<i>Ilustración 14. Flujo General de la Gestión BIM. (Elaboración Propia)</i> .....	96
<i>Ilustración 15. BEP. (Elaboración Propia)</i> .....	98
<i>Ilustración 16. Flujo de información de un CDE. Extraído de la ISO 19650</i> .....	99
<i>Ilustración 17. Estructura de carpetas. (Elaboración Propia)</i> .....	100
<i>Ilustración 18. Cronograma. (Elaboración Propia)</i> .....	101
<i>Ilustración 19. Trabajo Colaborativo. (Elaboración Propia)</i> .....	102
<i>Ilustración 20. Formato de minutas. (Elaboración Propia)</i> .....	104
<i>Ilustración 21. Definición del rol MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	107
<i>Ilustración 22. Organigrama del rol MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	109
<i>Ilustración 23. Estructura de modelo. (Elaboración Propia)</i> .....	110
<i>Ilustración 24. Modelado sistema mecánico. (Elaboración Propia)</i> .....	110
<i>Ilustración 25. Modelado sistemas hidrosanitarios. (Elaboración Propia)</i> .....	111
<i>Ilustración 26. Modelado sistema especial bomberos. (Elaboración Propia)</i> .....	111
<i>Ilustración 27. Creación de modelos MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	112
<i>Ilustración 28. Flujos de trabajo aplicados en MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	113
<i>Ilustración 29. Flujo general de MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	113
<i>Ilustración 30. Flujo depuración de planos base MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	114
<i>Ilustración 31. Flujo auditado disciplinar MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	114
<i>Ilustración 32. Flujo interdisciplinar MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	115
<i>Ilustración 33. Flujo 5D MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	115
<i>Ilustración 34. Estructura de carpetas para MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	116
<i>Ilustración 35. Auditoría de modelos para MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	116
<i>Ilustración 36. Model checker HS. (Elaboración Propia)</i> .....	117
<i>Ilustración 37. Cuadro de rubros para MEP (PRESTO). (Elaboración Propia)</i> .....	117
<i>Ilustración 38. Cuadro con valores para MEP. (Elaboración Propia)</i> .....	118



## Tabla de Abreviaturas

Tabla 1. Tabla de Abreviaturas

<b>Siglas</b>	<b>Español</b>	<b>Ingles</b>
<b>3D</b>	Modelado tridimensional	Three dimensional
<b>4D</b>	Gestión de la programación	Schedule Management
<b>5D</b>	Gestión de la información económica	Management of economic information
<b>BIM</b>	Modelo de información de la construcción	Building Information Model
<b>EIR</b>	Requerimientos de información BIM del cliente	Employer's information requirement
<b>BEP</b>	Plan de ejecución BIM	BIM Execution Plan
<b>OIR</b>	Requisito de información organizacional	Organizational information requirement
<b>AIR</b>	Requisito de información organizacional	Organizational information requirement
<b>PIR</b>	Requisito de información del proyecto	Project information requirement
<b>PIM</b>	Modelo de Información del Proyecto	Project Information Model
<b>AIM</b>	Modelo de Información de los Activos	Asset Information Model
<b>MEP</b>	Sistema Mecánico, eléctrico y de plomería	Mechanical, electrical and plumbing
<b>CAD</b>	Diseño asistido por ordenador	Desing assisted by computer
<b>CDE</b>	Entorno común de datos	Common data environment
<b>EDT</b>	Estructura de desglose de trabajo	Work breakdown structure
<b>RVT</b>	Revit	Revit
<b>ACC</b>	Nube de construcción de Autodesk	Autodesk Construction Cloud
<b>NWD</b>	Naviswork	Naviswork
<b>IFC</b>	Formato de fichero estándar para el intercambio de información y la interoperabilidad de modelos BIM	Industry Foundation Classes
<b>LOD</b>	Nivel de detalle	Level of detail
<b>LOI</b>	Nivel de Información	Level of information
<b>LOIN</b>	Nivel de Información Necesaria	Level of Information Need



<b>PDF</b>	Formato de documentos portátiles	Portable Documento Format
------------	----------------------------------	---------------------------



## Capítulo 1: Objetivos Académicos

### 1.1 Introducción

La innovación, optimización y calidad son los pilares fundamentales de todo proyecto de construcción. A medida que el mundo de la construcción se vuelve más competitivo, desarrollar proyectos de calidad cumpliendo costos y tiempos de planificación se torna indispensable. Es por esto por lo que hoy en día la digitalización, automatización y una adecuada gestión de la información son indispensables para la ejecución integral de un proyecto exitoso, donde todos estos aspectos los abarca la metodología BIM.

El modelado de la información de la construcción o mejor conocido como BIM (Building Information Modelling), por sus siglas en inglés, es la gestión y uso de un modelo de información de un proyecto de construcción, a través de representaciones digitales compartidas con el objetivo de proporcionar una base sustentable para la toma de decisiones en los procesos de diseño, construcción y operación. (Building SMART Spain, 2021)

El presente trabajo académico será aplicado como un ejercicio práctico, donde se demuestra la aplicación de la metodología BIM para el desarrollo del proyecto “*Clinica de Especialidades*”, mediante un trabajo colaborativo y a través de la gestión de la información entre las diferentes disciplinas involucradas.

Además, define el rol “Líder de Estructura” dentro de la estructura ocupacional de la empresa “*Medical BIM*”, sus lineamientos, responsabilidades, procesos y aportaciones con relación al proyecto “*Clinica de Especialidades*”.



## 1.2 Objetivos Generales del Trabajo Académico

Evaluar la eficiencia en el desarrollo del proyecto de la “*Clínica de Especialidades*” al implementar Metodología BIM para comparar con el método tradicional, tanto en las fases de diseño como de la planificación del proyecto.

Desarrollar el Rol de “*Líder de Estructura*” en las fases de planificación y diseño del proyecto “*Clínica de Especialidades*”, mediante la implementación de la metodología BIM, para comprender y dominar sus procedimientos y lineamientos, a fin de optimizar y mejorar los procesos en el marco profesional.

## 1.3 Objetivos Específicos del Trabajo Académico

- Desarrollar el plan de ejecución de BIM y cumplir las fases de planificación establecidas en el mismo.
- Gestionar la información de diseño y modelado de la infraestructura, de acuerdo a las condiciones existentes, en las disciplinas de Estructura y Arquitectura de la “*Clínica de Especialidades*” en un nivel de detalle LOD 200, garantizando su calidad y precisión.
- Gestionar la información de diseño y modelado de la infraestructura, de acuerdo a las condiciones existentes, en las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPs del nivel N+4.00m (planta de quirófanos) de la “*Clínica de Especialidades*” en un nivel de detalle LOD 300, garantizando su calidad y precisión.
- Gestionar la información de diseño y modelado de la infraestructura, de acuerdo a las condiciones existentes, en las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPs, de ciertas zonas específicas determinadas en el nivel N+4.00m (planta de quirófanos) de la “*Clínica de Especialidades*” en un nivel de detalle LOD 350, garantizando su calidad y precisión.



- Coordinar los modelos auditados de las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPs, y proponer soluciones a los conflictos encontrados para certificar el modelo federado de la “*Clinica de Especialidades*”.
- Cuantificar los rubros de las disciplinas Estructurales, Arquitectónicas y MEPs, para generar la programación (4D) y calcular el presupuesto (5D) del nivel N+4.00m (planta de quirófanos).
- Desarrollar planos profesionales de las disciplinas de Estructura, Arquitectura y MEPs, del nivel N+4.00m (planta de quirófanos) de la “*Clinica de Especialidades*”.



## **Capítulo 2: Descripción del proyecto**

### **2.1 Introducción**

El éxito de todo proyecto recae en una adecuada planificación y manejo de la información levantada. Por lo que, para alcanzar los objetivos de un proyecto de construcción, es necesario el cumplimiento cronológico de las tareas previamente establecidas en un plan de ejecución, que garantice el correcto funcionamiento de todo el ciclo de vida de este.

En el presente trabajo de titulación se implementó la metodología BIM en las etapas de planificación y diseño del proyecto “*Clinica de Especialidades*”, con el objetivo de contrastar los resultados obtenidos en el modelado tridimensional y en el presupuesto y programación contra el método tradicional. En el siguiente capítulo se presenta una descripción global del proyecto.

### **2.2 Antecedentes**

La empresa “*Medical BIM*” desarrolló el modelo 3D, programación 4D y presupuesto 5D bajo la aplicación de la metodología BIM, para lo que conformó un grupo de 4 profesionales que, según sus habilidades y destrezas, fueron asignados un rol específico y a su vez los alcances pertenecientes a su rol. Fueron asignados por el Gerente BIM, Arq. Kevin Romero de la siguiente manera: Coordinador BIM, Arq. Francisco Racines, Líder de arquitectura, Arq. Eduardo Vinuesa, Líder estructural, Ing. Jack Vasques, Líder MEP, Arq. Kevin Romero. La empresa ha sido contratada por parte de la Universidad Internacional SEK, por medio del Lcdo. Elmer Muñoz, para desarrollar la gestión BIM del proyecto “*Clinica de Especialidades*”.

La implementación arrancó con la definición de los requerimientos solicitados por el cliente, EIR por sus siglas en inglés (Employer’s Information Requirement), donde se





describen las necesidades del cliente y el alcance de las diferentes especialidades. Posteriormente se definió un plan de ejecución BIM, denominado BEP por sus siglas en inglés (BIM Execution Plan), el cual indica cómo se va a elaborar el proyecto, en términos de entregables y planificación de la ejecución.

La concepción inicial del proyecto “*Clinica de Especialidades*” fue desarrollado bajo el método tradicional de planificación y diseño 2D, y se encuentra actualmente en fase de construcción, habiéndose ya completado el 100% de la estructura de hormigón armado. Los documentos base para el arranque de la implementación de la metodología fueron los planos 2D en formato DWG y PDF de las disciplinas Estructurales, Arquitectónicos y MEPs, con los que se inició la fase constructiva.

### **2.3 Descripción del proyecto**

El proyecto “*Clinica de Especialidades*” se encuentra ubicado al nororiente de la ciudad de Quito, en el sector de Monteserrín, en la calle de las Higuierillas E16-254. Se implanta en un lote plano de 1.500 m<sup>2</sup>, tiene una forma regular y un frente de 30.25 m. Las características del clima en este sector son moderadas, con una temperatura media anual de 15.6 °C, humedad relativa del 71%. La precipitación anual bordea los 49.6 mm y la velocidad promedio del viento es de 2 km/h. Por lo tanto, el clima al que se ve sometida la edificación se caracteriza por tener temperaturas moderadas, humedad relativa considerable, baja precipitación y vientos suaves.

El edificio está conformado por cuatro plantas altas con un área aproximada de 800 m<sup>2</sup> y dos subsuelos, y está planteado como un bloque aislado en el terreno, sin adosamientos. El área bruta de construcción bordea los 5800 m<sup>2</sup>. La planta baja forma un basamento que a medida va incrementando la altura la huella de edificio se va reduciendo para generar una serie de vacíos, en forma de áreas verdes que se anexan a cada piso,



brindando una atractiva experiencia para los usuarios al disfrute de estas áreas verdes insertas dentro del edificio.

El proyecto arquitectónico está concebido como una edificación dedicada a brindar servicios de salud especializados, mediante consulta y tratamiento de médicos especialistas en espacios dedicados a consultorios y una clínica de tratamiento clínico-quirúrgico ambulatorio, contando con áreas dedicadas a servicios complementarios propios de la actividad.



### **Capítulo 3: Metodología BIM**

#### **3.1 Introducción**

A medida que avanza el tiempo, la competencia en el mundo de la construcción aumenta considerablemente, y requiere que sus usuarios logren una armonía entre la planificación y diseño con la construcción. En Latinoamérica incrementa a un paso acelerado el uso y aceptación de la metodología en el sector público y privado. Lamentablemente, el uso y aplicación de esta metodología varía dependiendo el país. Brasil, México y Chile son los países que implementaron inicialmente la metodología estableciendo normativa para el sector público y privado. También Argentina, Perú y Colombia han decidido involucrarse en el mundo del BIM logrando realizar proyectos de alta envergadura. Por lo que se puede concluir que el panorama regional si bien cada vez aumenta, es heterogéneo y relativamente nuevo, teniendo a muchas empresas que aplican la metodología hace no más de tres años. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020)

En Ecuador, el panorama es aun reducido. Si bien la metodología BIM cada vez tiene más aceptación, no se dispone de normativa BIM ni pública ni privada para la construcción y diseño de infraestructura. Sin embargo, con el tiempo cada vez incrementa considerablemente el número de empresas que implementan BIM en sus proyectos, como la constructora *Uribe & Schwarzkopf* o la consultora *Hidroplan Cia. Ltda.* (Uribe & Schwarzkopf, s.f.) (Hidroplan Cia. Ltda, 2022)

#### **3.2 Marco Teórico Metodología BIM, Norma ISO 19650**

##### **3.2.1 Definición Metodología BIM**

El BIM (Building Modelling Information) es una metodología colaborativa que proporciona un enfoque integrado para la gestión de la información de los proyectos de construcción, donde a través de representaciones multidimensionales digitales permite la ejecución integral de un proyecto integrando la información de todas las disciplinas y



unificándolas en un modelo federado, con el propósito de mejorar la eficiencia en la construcción, reduciendo costos y tiempos de planificación y construcción. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

La metodología BIM permite dar un enfoque nuevo a la ejecución de proyectos a lo largo de todo su ciclo de vida, sumando a la ejecución tradicional de un proyecto, la gestión integral de la información del modelo 3D (geométrica), 4D (Programación y tiempos), 5D (Costos), 6D (Enfoque ambiental) y 7D (Mantenimiento), además de procedimientos, definiciones y procesos a seguir para un adecuado manejo y gestión de toda la información. (BuildingSMART Spain, 2022)

### **3.2.2 Normativa Metodología BIM ISO 19650**

El estándar que indica las buenas prácticas para una gestión integral de la información de un proyecto es la serie EN ISO 19650. Esta serie indica definiciones, procesos y guías, tanto para el cliente como el contratista, para el manejo de toda la información de por parte del equipo de un determinado proyecto. (Autodesk University, 2022)

Con el desarrollo de la metodología BIM, se ha vuelto indispensable estandarizar las nomenclaturas de archivos y elementos utilizados en el proyecto. La *BuildingSMART*, asociación sin fines de lucro enfocada en la promoción de estándares sobre BIM, ha publicado un manual llamado “*Manual de Nomenclatura de Documentos al utilizar BIM*”, donde se brinda una guía propuesta para nombrar a través de codificaciones a los archivos y elementos. El propósito de aplicar nomenclatura normalizada dentro de una organización es el facilitar el entendimiento a los usuarios de dichos archivos con tan solo leer el nombre. (BuildingSmart Spain, 2023)



El OpenBIM brinda un enfoque, impulsado por la BuildingSMART, que busca mejorar la accesibilidad, interoperabilidad, gestión y sostenibilidad de la información de un activo de construcción dentro de la metodología BIM, basado en sistemas de información abiertos. Para esto, OpenBIM elimina el inconveniente de formatos limitados en el manejo de la información, permitiendo trabajar con formatos independientes del proveedor como IFC (*Industry foundation classes*) o BCF (*BIM Collaboration Format*). (BuildingSMART International, 2023)

### **3.2.3 Ventajas de la Metodología BIM**

La principal ventaja, al aplicar la metodología BIM para el desarrollo de un proyecto, es el control integral de la gestión de la información en todas las fases del proceso de ejecución de un proyecto de la industria AEC. Es por esto que el BIM permite desarrollar procesos de trabajo más eficientes para cumplir con los requerimientos del cliente. (Autodesk, 2023)

La aplicación de la metodología BIM, a través de la optimización de procesos, permite además la reducción de tiempos y alrededor de un 20% de ahorro en el costo final, lo que genera un incremento de la rentabilidad y la calidad del proyecto. (SACYR, 2023)

Otro aspecto fundamental de la metodología BIM, es el análisis y detección de colisiones entre elementos de las diferentes disciplinas, a través de la coordinación multidisciplinar. Conflictos que, si no son resueltos en fase de planificación y diseño, pueden llegar a incrementar considerablemente el costo de la obra. (ACCIONA, 2020)

### **3.2.4 Roles y Estructura Organizacional**

Dentro de la metodología BIM, y una vez concebido el proyecto, es imprescindible definir los involucrados, personas o entidades públicas o privadas, que



mantienen algún interés directo o indirecto en la ejecución exitosa del proyecto. Dentro de los involucrados, algunos de los interesados del proyecto son el cliente, el promotor y el contratista.

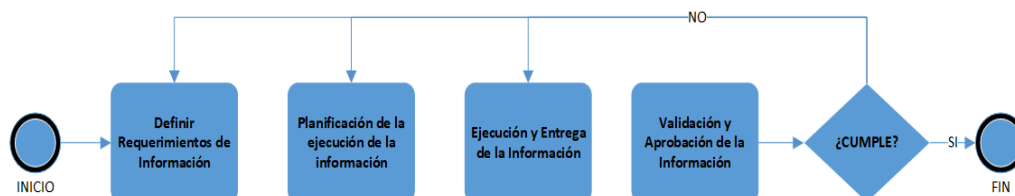
El cliente y el promotor son los encargados de dar inicio al proyecto, aprobar entregables y financiar su ejecución. Por otro lado, el contratista es el encargado de cumplir los objetivos trazados por el cliente formando un equipo de trabajo encargado del diseño, construcción y/o la operación del proyecto conformado por roles BIM. Un Rol BIM es una serie de funciones y responsabilidades específicas encargadas a distintos actores escogidos según sus habilidades y destrezas, en base a capacidades BIM. (Soto, Manriquez, Tala, Sauznabar, & Henríquez, 2022)

A lo largo de todo el ciclo de vida del activo a construir se deben garantizar el cumplimiento de los roles establecidos, teniendo en cuenta que un rol puede ser ejecutado por varias personas y que una persona puede ejecutar varios roles. Los roles primordiales dentro de la metodología BIM son: Dirección BIM, Revisión BIM, Modelación BIM, Coordinación BIM y Gestión BIM. (Planbim, Comité de Transformación Digital, Corfo., 2019)

### **3.2.5 Esquema general del desarrollo de la información**

Para garantizar un adecuado desarrollo de la información es indispensable que toda la información del proyecto a solicitar sea claramente especificada y solicitada por la persona que va a recibir la información a través de grupos de informes de requerimientos de información. Estos requerimientos deben ser revisados, discutidos y condensados en un informe de requerimientos definitivo. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

El siguiente esquema muestra el flujo general del manejo de la información desde la etapa de requerimiento hasta la autorización:



*Ilustración 1. Flujo General, Manejo de la Información. (Elaboración Propia)*

### 3.2.6 Interoperabilidad - Formatos Abiertos

Los problemas de interoperabilidad en el software utilizado afectan el desarrollo y futuro éxito del proyecto a trabajar. Según el FMI (Fails Management Institute) en conjunto con Plangrid (2018), se concluyó que alrededor del 35% de los profesionales encuestados desperdician alrededor de 14 horas por semana en realizar actividades que afectan a la productividad por inconvenientes de interoperabilidad, al buscar información perdida, corrigiendo conflictos y errores. Por lo que, en total en el año 2018, este aspecto le genera a la industria de la AEC en los EE. UU. aproximadamente \$177 mil millones de pérdida por costos laborales. (PlanGrid; FMI, 2018)

Otro de los fuertes de la metodología BIM es el fomento de la interoperabilidad para trabajar colaborativamente con toda la información necesaria de un proyecto de la industria AEC. La interoperabilidad es la facultad que disponen ciertos sistemas, procesos y formatos de archivo para funcionar y trabajar sin inconvenientes ni pérdida de información. (BIMe Initiative., 2019)

Cuando un proyecto es pequeño, es posible trabajar con el concepto de uso BIM nativo, donde todos los participantes utilizan el mismo lenguaje y software de diseño y modelado para la planificación y diseño. Cuando un proyecto es más grande, el uso BIM



nativo es casi imposible de asegurar. Para facilitar la interoperabilidad, se utilizan formatos de archivo IFC (*Industry Foundation Classes*).

IFC es un modelo de datos estandarizado (ISO 16739-1:2018), utilizado para garantizar el intercambio de información y datos independientemente del proveedor utilizado, tanto para hardwares, softwares e interfaces utilizadas, lo que fomenta integralmente la aplicación del OpenBIM. (BuildingSMART International, 2023)

El esquema de un modelo IFC codifica y permite el intercambio de información del proyecto entre diferentes agentes, tanto de la identidad, como de la semántica, características, objetos, proceso y personas del modelo. Generalmente el IFC es utilizado para el intercambio de información de una parte de los interesados hacia otra. Por ejemplo, un archivo de un diseñador puede ser entregado al cliente que busca a su vez entregar dicha información a un potencial contratista para que prepare una oferta. (BuildingSMART International, 2023)

De esta manera se busca mantener en lo posible la mayor cantidad de información sin pérdidas de archivos, formatos u otros aspectos que retrasen el trabajo.

### **3.3 Fundamentos de la norma ISO 19650**

La serie EN ISO 19650 es un conjunto de estándares que permiten homogeneizar la gestión de la información de un activo en el sector de la construcción de manera integral durante todo su ciclo de vida, mediante la recomendación de principios y procesos al utilizar el modelado de la información de la construcción BIM. (Autodesk University, 2022)

Esta serie de estándares es de interés, tanto para los involucrados en la fase de desarrollo de un proyecto, es decir, la planificación, diseño, construcción y puesta en





marcha del activo, como para los agentes que se involucran en la fase de mantenimiento y operación de este. Además, estos estándares aplican para todo tipo y tamaño de proyecto, pero requieren de una aplicación proporcional a las características de este. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

La serie ISO 19650 se divide en 5 secciones fundamentales para el manejo de la información del activo en el sector de la construcción, que son:

- Estándar EN ISO 19650-1: presenta principios y terminología general de organización de la información al aplicar la metodología BIM. (Building SMART Spain, 2021)
- Estándar EN ISO 19650-2: establece procedimientos aplicables durante la fase de desarrollo en relación con la gestión de la información. (Building SMART Spain, 2021)
- Estándar EN ISO 19650-3: describe procedimientos aplicables durante la fase de operación, con relación a la gestión de la información. (Building SMART Spain, 2021)
- Estándar EN ISO 19650-4: indica el fundamento para el intercambio de información en fases de diseño y operación durante la aplicación de la metodología BIM. (Building SMART Spain, 2021)
- La norma EN ISO 19650-5: presenta un enfoque de seguridad para la gestión de la información. (Building SMART Spain, 2021)

La serie EN ISO 19650 busca: una definición precisa de los requerimientos de la información solicitadas por el cliente y la metodología aplicable para dar cumplimiento de estos requisitos; certificar y asegurar la calidad de la información desarrollada;

garantizar el fluido y correcto funcionamiento del intercambio de la información entre los agentes involucrados en el desarrollo del proyecto para todo su ciclo de vida. (Building SMART Spain, 2021)

### 3.3.1 EIR: Intercambio de los Requerimientos de Información

Para aplicar la metodología BIM y cumplir los objetivos del proyecto es indispensable entender la jerarquía y manejo de la información y requerimientos de entrada necesarios, los cuales se detallan en el siguiente esquema:

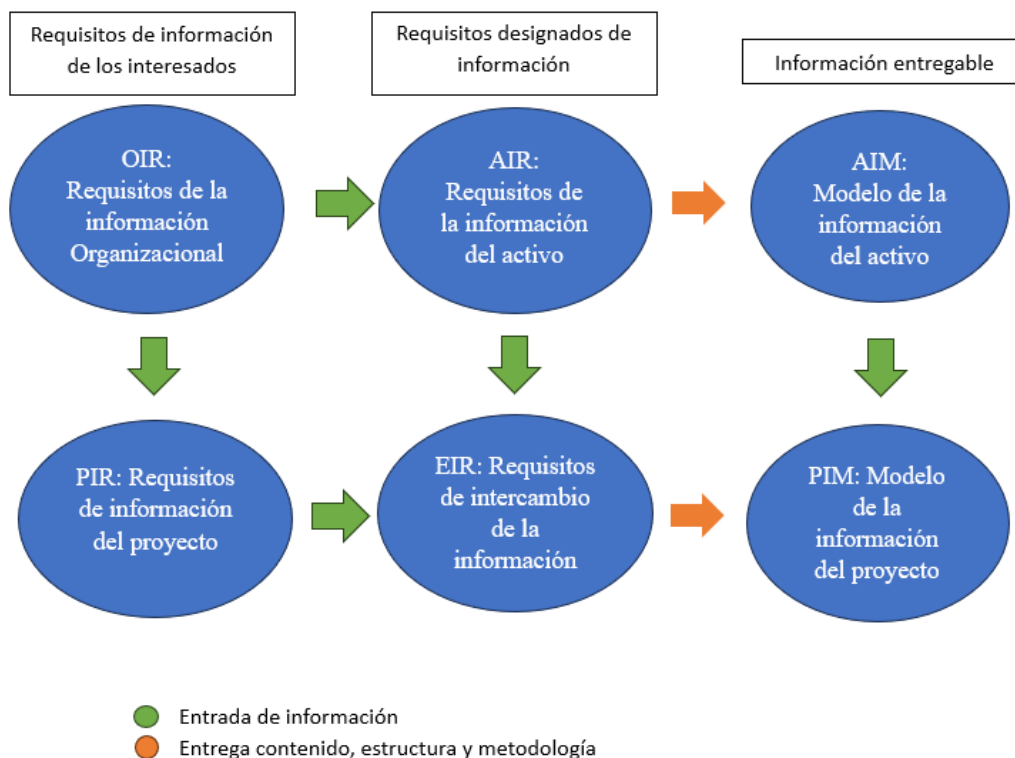


Ilustración 2. Requerimientos de Entrada. (Elaboración Propia)

El documento de requisitos de la información organizacional, por sus siglas inglés OIR (Organizational information requirement), señala la información requerida por la organización para objetivos estratégicos a cumplir y provee una entrada para definir los requisitos de información del proyecto (PIR). Estos documentos a su vez permiten la



asignación y posterior cumplimiento de los requisitos de intercambio de información (EIR). (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

El intercambio de los requerimientos de información (EIR, Exchange information requirement) es un documento contractual donde se definen los aspectos solicitados por el cliente. Este documento, que debe ser entregado a los licitantes previo a la preparación de ofertas, contiene: Requisitos de información identificados en el OIR, AIR y PIR; entregables; Niveles de información; Criterios de revisión; Definición de documentos base; cronograma de hitos para los entregables. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

### **3.3.2 BEP: Plan de Ejecución BIM**

Para aumentar el valor en la industria de la AEC, al momento de cumplir con los objetivos definidos, identificar procesos y gestionar información importante para el proyecto, es indispensable crear y utilizar un plan de ejecución BIM (BEP, BIM Execution Plan). Este documento detalla la forma en la que se realizará la gestión de la información, junto con lineamientos y procesos, con el fin de gestionar adecuadamente la planificación de un proyecto aplicando metodología BIM. (Cekin & Seyis, 2020)

Un Plan de Ejecución BIM se utiliza en las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto, y dependiendo de la organización, puede existir distintos planes para cada fase de ejecución del mismo. (Building SMART Spain, 2021)

El Plan de Ejecución BIM, dentro de la aplicación de la metodología, se origina en la fase licitatoria del proyecto, donde los participantes deben presentar sus propuestas, a través de la generación de un PRE BEP, donde expliquen cómo se espera dar cumplimiento a los requerimientos del cliente. Una vez adjudicado el proyecto, el cliente



y el adjudicatario deben definir un BEP definitivo para dar inicio al proyecto, teniendo en cuenta que es un documento que puede ser modificado en el desarrollo del mismo. (Building SMART Spain, 2021)

Un plan de ejecución BIM debe contemplar como mínimo los siguientes aspectos: información básica del proyecto, del equipo y del cliente; descripción de entregables; planificación de estrategias para la gestión de la información y la federación de modelos; asignación de roles y responsabilidades para ejecución de entregables; metodología del desarrollo de la información del proyecto; normativa aplicable y aplicaciones tecnológicas. (Organización Internacional de Normalización. EN ISO 19650-2, 2018)

### **3.3.3 Flujos de Trabajo**

Para aplicar la metodología BIM es indispensable definir flujos de trabajo guía para ejecutar cada uno de los procesos correspondientes. Un flujo de trabajo es una serie de secuencia de actividades necesarias, desde el inicio hasta la finalización, para completar un proceso determinado dentro de la organización. (Moon , 2019)

Con el establecimiento de flujos de trabajo se garantiza que todos los involucrados en los procesos comprendan cómo y en qué secuencia deben ejecutar sus actividades para desarrollar sus entregables, además de entender la ubicación y manejo de archivos de información en el CDE.

### **3.3.4 CDE: Entorno Común de Datos**

El trabajo colaborativo, pilar dentro del mundo de la metodología BIM, se basa en trabajar simultáneamente y gestionar la información de las diferentes disciplinas de un proyecto, a través de los agentes involucrados y bajo un desarrollo y fiel cumplimiento de flujos de trabajo. Para trabajar colaborativamente y teniendo en cuenta que muchos



usuarios utilizarán la información del proyecto, es indispensable el manejo de un entorno común de datos (CDE, Common Data Environment).

El Entorno Común de Datos (CDE) es la fuente oficial para el manejo integral, gestionamiento e intercambio de la información referente a un proyecto, dando fiel cumplimiento los procesos establecidos de manejo de la información. (EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización., 2018)

Todos los documentos, modelos tridimensionales y documentos no gráficos deberán ser trabajados, actualizados, publicados y autorizados en el entorno común de datos para el uso de todo el equipo. Éste entorno digital de información centralizada promueve la colaboración, control y fiabilidad de la información, el fácil acceso a la información y la transparencia en la información trabajada. (Autodesk University, 2022)

El CDE está conformado por diferentes carpetas que corresponden a un determinado estado de trabajo referente a las diferentes áreas de un proyecto. La información gestionada y trabajada al momento, debe estar ubicada en la carpeta llamada “*Trabajo en progreso*” (WIP , Work in Progress). Únicamente el equipo de trabajo propietario y desarrollador de la información correspondiente tendrá acceso a la carpeta mencionada. (Building SMART Spain, 2021)

Después de su revisión, según el flujo de trabajo, la información es ubicada por coordinación en la carpeta llamada “Compartido” (Shared State). Su propósito es permitir la consulta de otras disciplinas y el avance colaborativo del desarrollo de información del proyecto. (Building SMART Spain, 2021) Si existen dudas entre las diferentes disciplinas, éste es el estado en el que se debe dar resolución a conflictos de la información intercambiada.



Cuando la información se ha revisado y autorizada por coordinación, la información debe moverse a la carpeta llamada “Publicado” (The Published State). La información contenida en esta carpeta se encuentra autorizada para su uso en diseño, construcción u operación del activo, y es el punto de entrada para la conformación del Modelo de Información del Proyecto (PIM). (Building SMART Spain, 2021)

Finalmente, la carpeta llamada “Archivado” (ARC, Archive State) permite llevar un control a manera de diario del desarrollo del intercambio de información manejada en las fases de publicación y autorización. (Building SMART Spain, 2021)

### **3.3.5 Gestión de Calidad**

A través de la Coordinación Multidisciplinar es posible gestionar integralmente la calidad del modelo de información a realizar, cumpliendo procesos establecidos para garantizar el cumplimiento de los requisitos del cliente, mientras se tiene un monitoreo constante de estándares de calidad para tener una mejora continua. (Coloma & Garcés, 2022)

Gestionar la calidad en un proyecto requiere la realización de cuatro componentes básicos: Planificación, Control, Aseguramiento y mejoramiento continuo de la calidad del modelo de información referente al proyecto, todo esto con el fin de garantizar el cumplimiento de los requerimientos y satisfacer lo solicitado por el cliente. (BIME Initiative., 2019)

Dependiendo de la división de trabajo y el número de adjudicatarios, se precisa que todos los equipos deben certificar y realizar el control de calidad a los modelos de información que se deben entregar, por lo que se debe revisar la precisión y la exactitud del modelo, el tamaño del archivo, posibles problemas de colisiones duras y blandas entre



elementos disciplinariamente y multidisciplinariamente y elementos duplicados. (Coloma & Garcés, 2022)

La gestión de la calidad bajo la metodología BIM permite garantizar la exactitud del modelo, la identificación y solución de problemas en etapa de planificación o diseño, evitando retrabajos y sobrepagos en etapas de construcción.

### **3.4 Importancia de la metodología BIM en la industria de la construcción**

La Organización de las Naciones Unidas para el año 2050 proyecta una población mundial de 9.7 mil millones de habitantes, para solventar las necesidades de estas personas la industria global de AEC debe plantearse formas eficientes e inteligentes de abordar el diseño y la construcción para conseguir espacios más inteligentes y perdurables. (United Nations. Department of Economic and Social Affairs., 2022) (United Nations Population Fund, 2022)

El sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC), se ubica como el segundo mercado con mayor importancia en el mundo de la Industria, pero desafortunadamente también es el sector con menor innovación y crecimiento en digitalización durante las últimas décadas, hecho que se manifiesta claramente en la productividad bruta del sector. (Ruiz, 2021)

Los principales proyectos del sector de la construcción mueven alrededor de siete trillones de dólares por año, y se prevé que este valor ascienda cerca del 109% en la próxima década. Actualmente más de 60% de los proyectos en este sector inician conscientes de que existirán sobrecostos y retrasos en su ejecución.



Con estas reseñas surge la interrogante ¿Hacia dónde va el sector de la AEC, tomando en cuenta que la necesidad de renovación e innovación en este campo, cada vez se vuelve más imperiosa?

Como respuesta a esta interrogante se posiciona el BIM (Building Information Modeling); metodología de trabajo holístico que nos permite la creación, administración y federación de información y modelos de una manera estructurada y detallada, que integra información en una plataforma abierta en la nube, y que admite una colaboración en tiempo real.

Entre las ventajas de la metodología está: la coordinación y comunicación en tiempo real de los distintos equipos disciplinares que participan en un proyecto, el establecimiento los flujos de trabajo detallados y claros y, el manejo de datos inteligentes (conexión de datos perfecta) durante las fases de Planificación, Diseño, Construcción y Operación del ciclo de vida de un proyecto; instaurando así, procesos eficaces con óptimos resultados en un ecosistema abierto a todos los involucrados.

El uso de la información generada durante las fases de desarrollo y ejecución de un proyecto para la operación y mantenimiento de un activo construido, es una de las razones por lo que la metodología BIM acrecienta cada día más su importancia en el mundo; pero sin duda, la razón más importante es que este método nos proporciona una mayor visibilidad en la toma de decisiones, elecciones más razonables y reales que finalmente aseguran cumplimiento de los objetivos planteados, por debajo de los plazos establecidos y ahorro de los costes proyectados.





Ilustración 3. Países en los que actualmente se exige la implementación de la metodología BIM.

Nota. Reproducida del Gráfico de Países que exigen el uso de BIM, de autodesk.mx, 2023 (Fuente: <https://www.autodesk.es/solutions/bim/benefits-of-bim>)

### 3.5 Importancia de la Implementación BIM en el Proyecto

#### 3.5.1 Solución de Colisiones e Interferencias

Durante la ejecución del proyecto “Clínica de Especialidades”, en la etapa de coordinación multidisciplinar se visualizó colisiones e interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura y MEPs. La causa principal de este inconveniente se generó debido al poco espacio disponible entre el cielo raso y la losa estructural para la distribución y colocación de los sistemas MEPs.

El equipo “*Medical BIM*”, a través de la aplicación de la metodología BIM, implementando flujos de trabajos, hitos de coordinación y matrices de colisiones, pudo corregir la mayoría de las interferencias y colisiones. Al persistir interferencias importantes, se requiere que el equipo de Estructuras proponer una posible solución que permita un mayor espacio para la instalación y colocación de las distintas ingenierías MEPs.

La metodología BIM permitió al equipo estructural proponer una solución de manera eficaz, a través de la gestión de la información del modelo de la estructura con



losas postensadas de 16 cm de espesor, en lugar del tradicional sistema con losas alivianadas.

Por lo que es imprescindible resaltar, que, de haber identificado y solventado las colisiones previamente descritas en etapa de planificación y diseño, en lugar de la etapa de construcción, como sucedió en la ejecución real del proyecto, existiría un ahorro significativo de dinero y tiempo en la ejecución del proyecto.

### **3.5.2 Gestión y estructuración de la información**

Por otro lado, durante la fase de planificación y diseño del proyecto real de la “*Clinica de Especialidades*”, se evidenció una clara desorganización en el manejo de la información de las diferentes especialidades involucradas, lo que generó retrasos y desactualización de la información del proyecto.

Al aplicar la metodología BIM, el equipo “*Medical BIM*” aplicó lineamientos y flujos de trabajo establecidos en la norma ISO 19650, para la gestión de la información de las diferentes disciplinas y la estructuración del entorno común de datos (CDE) del proyecto. De esta manera, garantizó la fiabilidad y actualización constante de toda la información relevante del proyecto. Además, optimizó tiempos invertidos por su equipo de trabajo para búsqueda y depuración de la información necesitada.

### **3.5.3 Optimización en la entrega de información**

La implementación de la metodología BIM permitió generar reportes de cronograma y costos de las diferentes disciplinas en poco tiempo, gracias a la interoperabilidad de los distintos softwares BIM utilizados en el desarrollo del proyecto. Esto facilitó el análisis y toma de decisiones para solventar las colisiones previamente mencionadas.



Los formatos abiertos de los softwares BIM implementados y los flujos de trabajo definidos permitieron vincular la información en tiempo real del modelo al presupuesto y cronograma, facilitando la actualización de los informes según los avances de los modelos.



## **Capítulo 4: EIR**

### **4.1 Introducción**

El EIR - Requerimientos de Información del Empleador, es un documento que se desarrolla al inicio de un procedimiento BIM, se ubica previo a la redacción del BEP - Plan de Ejecución BIM, que contiene las condiciones específicas que solicita el Cliente en calidad de entregables en las distintas etapas del proyecto.

Este documento debe incluirse en el expediente de la licitación ya que puede contener necesidades internas y externas que en determinado instante podría requerir tanto el equipo de diseño como el equipo de construcción.

El proyecto “Clínica de Especialidades” se utilizará para el desarrollo de un ejercicio académico, dentro de un marco de simulación profesional referente a la aplicación e implementación de la metodología BIM en la ejecución de proyectos.

### **4.2 Situación del proyecto**

La “*Clínica de Especialidades*” mientras se desarrolla el presente documento se encuentra en la fase de construcción, cuenta con las respectivas licencias y permisos de construcción por parte del GAD Municipalidad del Distrito Metropolitano Quito, y ha alcanzado el 100% en obra gris. Razón por la cual se propone el escenario de aplicación e implementación de la metodología BIM en las fases de planificación y diseño del proyecto para la comparación con metodología tradicional utilizada.

### 4.3 EIR - Requisitos de información del cliente

#### 4.3.1 Desarrollo EIR

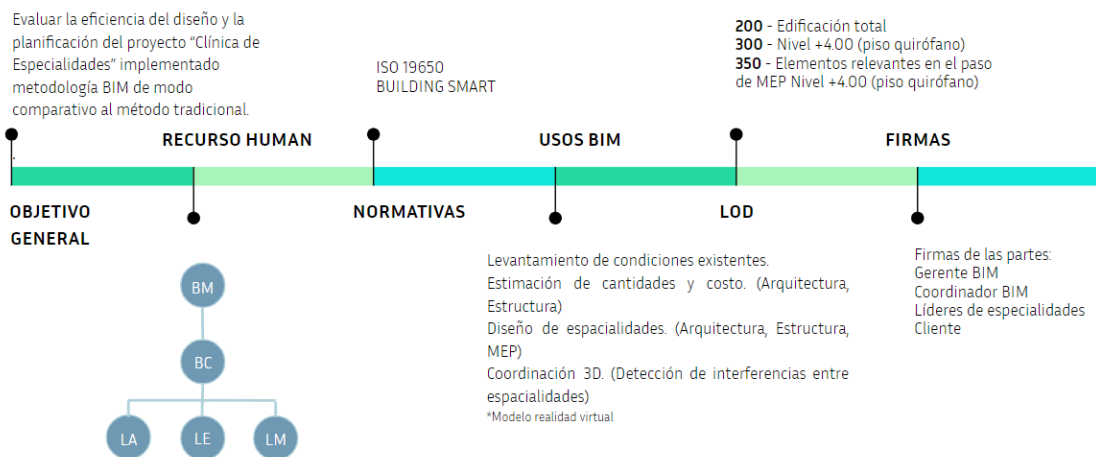


Ilustración 4. Línea de Tiempo del Desarrollo del EIR. (Elaboración Propia)

El equipo Medical BIM es un grupo de profesionales capacitados en el uso de la tecnología (BIM) aplicada a proyectos de construcción en el sector médico y de la salud. Este equipo está compuesto por arquitectos, ingenieros y otros especialistas en diseño y construcción, que han adquirido conocimientos y habilidades específicas para aplicar el BIM a proyectos de construcción de clínicas, hospitales y otras instalaciones de atención médica.

#### 4.3.2 Descripción del proyecto

Tabla 2: Descripción del Proyecto

<b>Promotor</b>	Universidad Internacional SEK
<b>Nombre del proyecto</b>	Clínica de Especialidades
<b>Descripción corta del proyecto</b>	El proyecto está planteado como un bloque aislado en el terreno, sin adosamientos. La planta baja forma un basamento que a medida que va incrementando en altura la huella de edificio va reduciendo para generar una serie de vacíos, en forma de áreas verdes que se anexan a cada piso. El edificio está conformado por 4 plantas altas y 2 subsuelos.
<b>Dirección del proyecto</b>	Calle las Higuierillas E16-254
<b>Nro. de predio</b>	314407
<b>Zona Metropolitana</b>	Quito



Área del predio	1500 m <sup>2</sup>
Área por planta	800 m <sup>2</sup>

El proyecto arquitectónico está concebido como una edificación dedicada a brindar servicios de salud especializados, mediante consulta y tratamiento de médicos especialistas en espacios dedicados a consultorios y una clínica de tratamiento clínico-quirúrgico ambulatorio, contando con áreas enfocadas a servicios complementarios propios de la actividad.

El edificio está conformado por cuatro plantas altas con un área aproximada de 800 m<sup>2</sup> y dos subsuelos, el proyecto está planteado como un bloque aislado en el terreno, sin adosamientos. La planta baja forma un basamento que a medida que va incrementando la altura la huella de edificio se va reduciendo para generar una serie de vacíos, en forma de áreas verdes que se anexan a cada piso, brindando una atractiva experiencia para los usuarios al disfrute de estas áreas verdes insertas dentro del edificio.

### 4.3.3 Integrantes y Roles

*Tabla 3: Integrantes y Roles del Proyecto. (Elaboración Propia)*

Roles	Nombre	Correo	Contacto
BIM Manager	Arq. Kevin Romero	<a href="mailto:kevin.romero@uisek.edu.ec">kevin.romero@uisek.edu.ec</a>	0987439245
Coordinador BIM	Arq. Francisco Racines	<a href="mailto:francisco.racines@uisek.edu.ec">francisco.racines@uisek.edu.ec</a>	0998868833
Líder Arquitectura	Arq. Eduardo Vinueza	<a href="mailto:eduardo.vinueza@uisek.edu.ec">eduardo.vinueza@uisek.edu.ec</a>	0986150318
Líder Estructura	Ing. Jack Vásquez	<a href="mailto:jack.vasquez@uisek.edu.ec">jack.vasquez@uisek.edu.ec</a>	0969056421
Líder MEP	Arq. Kevin Romero	<a href="mailto:kevin.romero@uisek.edu.ec">kevin.romero@uisek.edu.ec</a>	0987439245



#### **4.3.4 Objetivo general**

Evaluar la eficiencia del diseño y la planificación del proyecto “Clínica de Especialidades” de modo comparativo al método tradicional, a través de la gestión de integración de modelos e información y la colaboración de los distintos agentes implicados en el proyecto, de esta manera reducir los costos, tiempos y aumentar la rentabilidad del proyecto mediante la identificación temprana de conflictos y la optimización del uso de recursos.

#### **4.3.5 Objetivos Específicos**

- Alta: Crear modelos BIM completos y precisos, especialmente enfocados al nivel +4.00 del proyecto correspondiente a la planta de quirófanos, de cada una de las disciplinas y que esté listo para su uso en construcción, en un plazo máximo de 16 semanas.
- Media: Realizar una coordinación 3D utilizando un modelo BIM integrado, para detectar posibles interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura, hidrosanitaria, mecánica, eléctrica y gases, para garantizar la correcta implementación de las soluciones en la planta de quirófanos.
- Media: Aplicar la metodología BIM en el proceso de estimación de costos del proyecto, incluyendo la creación de un modelo actualizado y detallado para facilitar la toma de decisiones y la coordinación contemplando todos los elementos constructivos, para generar una lista de materiales y la asignación de costos para cada una de las disciplinas (arquitectura, estructura y MEP), en tiempo real.
- Baja: Elaborar un programa de obra detallado para el proyecto, incluyendo la secuenciación de actividades.



- Baja: Realizar un modelo comparativo BIM de las 2 alternativas de diseño estructural del edificio, evaluando el impacto en el costo y en el tiempo y agregar un informe detallado de la alternativa más eficiente para el proyecto.

#### 4.3.6 Usos BIM

- Levantamiento de condiciones existentes.
- Estimación de cantidades y costos. (Arquitectura, Estructura)
- Diseño de especialidades. (Arquitectura, Estructura y MEP)
- Coordinación 3D. (Detección de interferencias entre especialidades)

#### 4.3.7 Plan de entrega de información (IDP)

Tabla 4: Plan de Entrega de Información (IDP)

Ítem	Descripción	Tipo de Archivo	Formato
BEP	Plan de Ejecución.	pdf	A4
Modelos	Modelado arquitectónico, estructural, MEP (sanitario, mecánico, eléctrico y gases).	rvt	NA
Planos ejecutivos y tablas de planificación	Arquitectónicos, estructurales, instalaciones y detalles.	pdf	A1
	Tablas de cantidades extraídas del modelo.		
Presupuesto	Planificación de los costos.	presto / pdf	A4
Cronograma	Planificación de actividades.	presto / pdf	A4

Nota: Todos los entregables se presentarán de forma digital teniendo un plazo de 16 semanas para su entrega.

#### 4.3.8 Plantilla de proyecto BIM

Para la elaboración de las plantillas de las diferentes disciplinas se tomaron en cuenta las configuraciones de unidades, la organización del navegador por subdisciplinas para mantener un orden en la elaboración de los planos, las plantillas de vista para la parte grafica del proyecto tanto para plantas, elevaciones y cortes de acuerdo a las diferentes escalas del proyecto, se definieron los estilos de simbología en anotaciones como ejes, cotas, etiquetas, laminas, secciones, elevaciones y niveles, se crearon tablas de cuantificación y cantidades para los elementos necesarios en cada disciplina así como





también se definió el punto base del proyecto para la correcta vinculación entre los diferentes modelos disciplinares.

### 4.3.9 Niveles de detalle (LOD)

Tabla 5: Niveles de Detalle (LOD)

Roles	LOD	Descripción
Líder Arquitectura	200 (Modelo Completo)	Los elementos arquitectónicos se modelan en 3D con información geométrica más precisa y se agregan datos adicionales sobre su tamaño, forma, ubicación y orientación. También se incluyen detalles sobre las características físicas y funcionales de los elementos, como los materiales.  <i>Uso: Fase de diseño y planificación.</i>
	300 (Planta de Quirófanos)	Se agrega más información a los elementos arquitectónicos, como detalles constructivos, especificaciones de los materiales, dimensiones exactas y otros datos necesarios para su fabricación y construcción. También se incluyen datos de coordinación más detallados con otras disciplinas, como estructuras y servicios, para permitir una mejor integración de los elementos arquitectónicos en el diseño general del proyecto.  <i>Uso: Fase de documentación</i>
Líder Estructura	200 (Modelo Completo)	Los elementos estructurales se modelan en 3D con una mayor precisión geométrica y se incluyen datos adicionales sobre su tamaño, forma, ubicación y orientación. También se agregan detalles sobre las características físicas y funcionales de los elementos, como los materiales de construcción, las propiedades mecánicas, las cargas de diseño y otras especificaciones.  <i>Uso: Fase de coordinación e interferencias</i>
	300 (Planta de Quirófanos)	Se agrega más información detallada sobre los elementos estructurales, como las dimensiones exactas, las conexiones y los detalles constructivos específicos. También se incluyen datos de coordinación más precisos con otras disciplinas, como arquitectura y servicios, para permitir una mejor integración de los elementos estructurales en el diseño general del proyecto.  <i>Uso: Fase de documentación</i>



<b>Líder MEP</b>	300 (Planta de Quirófanos)	<p>Se agrega más información detallada sobre los sistemas MEP, como los tamaños y ubicaciones exactas de los componentes, las especificaciones detalladas de los equipos y los accesorios, las conexiones y los detalles constructivos específicos. También se incluyen datos de coordinación más precisos con otras disciplinas, como arquitectura y estructuras, para permitir una mejor integración de los sistemas MEP en el diseño general del proyecto.</p> <p style="text-align: right;"><i>Uso: Fase de documentación</i></p>
------------------	----------------------------	---

#### 4.3.10 Niveles de información (LOI)

Tabla 6: Niveles de Información (LOI)

Roles	LOI	Descripción
<b>Líder Arquitectura</b>	200 (Modelo Completo)	Se enfoca en agregar detalles específicos al modelo arquitectónico del proyecto y definir los requisitos técnicos y constructivos necesarios para llevarlo a cabo. La información incluida en este nivel es esencial para avanzar en el diseño y la planificación del proyecto, así como para establecer los costos y cronogramas
	300 (Planta de Quirófanos)	Se enfoca en agregar detalles técnicos específicos al modelo arquitectónico del proyecto, y definir los aspectos más detallados del diseño y la construcción. La información incluida en este nivel es esencial para el desarrollo del proyecto y para llevar a cabo la construcción del edificio.
<b>Líder Estructura</b>	200 (Modelo Completo)	Se enfoca en agregar detalles específicos al modelo estructural del proyecto y definir los requisitos técnicos y constructivos necesarios para llevarlo a cabo. La información incluida en este nivel es esencial para avanzar en el diseño y la planificación del proyecto, así como para establecer los costos y cronogramas
	300 (Planta de Quirófanos)	Se enfoca en agregar detalles técnicos específicos al modelo estructural del proyecto, y definir los aspectos más detallados del diseño y la construcción. La información incluida en este nivel es esencial para el desarrollo del proyecto y para llevar a cabo la construcción del edificio.
<b>Líder MEP</b>	300 (Planta de Quirófanos)	Se enfoca en agregar detalles técnicos específicos al modelo MEP del proyecto, y definir los aspectos más detallados del diseño y la construcción. La información incluida en este nivel es esencial para el desarrollo del proyecto y para llevar a cabo la construcción del edificio.



#### 4.3.11 Plantillas de biblioteca de objetos BIM

Para garantizar la eficacia y eficiencia de la biblioteca de objetos BIM, nos regiremos a los estándares ISO 9650 para su nomenclatura y para la elaboración de una estructura de carpetas y subcarpetas que permitan una fácil navegación y búsqueda de los objetos, estableciendo información detallada de cada elemento como su descripción, tipo, dimensiones, materiales y clasificación, creando una geometría precisa y detallada para que pueda ser utilizada en otros proyectos. Estos objetos incluirán parámetros necesarios para modificar y ajustar a los requerimientos específicos de cada proyecto, así como también su compatibilidad con dichos programas BIM.

#### 4.3.12 Protocolo de intercambio de información de construcción

##### 4.3.12.1 Modelos para entregar

Tabla 7. Modelo a Entregar. (Elaboración Propia)

Con un LOD 300 se entregarán 6 modelos uno por cada disciplina del nivel +4.00, planta de quirófanos.	Modelo Arquitectura
	Modelo Estructura Elementos relevantes en LOD 350
	Modelo Sanitario Instalaciones sanitarias Agua caliente Agua fría
	Modelo Mecánico Aire acondicionado Ventilación mecánica
	Modelo Gases
Con un LOD 200 se entregarán 2 modelos completos uno por cada disciplina.	Modelo Arquitectura
	Modelo Estructura

##### 4.3.12.2 Nomenclatura

Se usará la nomenclatura con base en la ISO 19650 para los modelos.

Tabla 8: Nomenclatura Según Norma ISO 19650

<b>Ejemplo:</b> Nombre del proyecto + creador + disciplina + descripción
<b>MB_G2_ARQ_MODELO</b>



#### 4.3.12.3 Formato de entrega

Tabla 9: Formato de entrega

Modelo	Formato	Frecuencia
Arquitectura	RVT	Semanal
Estructura	RVT	Semanal
MEP	RVT	Semanal

#### 4.3.12.4 Control de calidad

Tabla 10: Control de calidad

Revisión	Responsable	Software	Frecuencia
Visualización	Líder/Modelador	Revit	Diaria
Auditoria	Coordinador	Revit	Semanal
Interferencias	Coordinador	Naviswork	Semanal
Estándares	Coordinador	Revit	Semanal
Información	Manager/Coord.	Revit/ACC	Semanal

### 4.3.13 Protocolo de gestión de la información de la construcción (CIMP)

#### 4.3.13.1 Entorno Común de Datos (CDE)

La herramienta colaborativa para usarse en el proyecto es ACC (Autodesk Construction Cloud), esto nos permitirá centralizar los documentos del proyecto para que sean accesibles para todos los involucrados.



#### 4.3.13.2 Estructura de carpetas

Se elaborará una estructura de carpetas con permisos de acceso controlado para cada involucrado permitiéndoles administrar, editar, crear y ver según el rol asignado.

Esta estructura de carpetas está estructurada de la siguiente manera:

*Tabla 11. Estructura de Carpetas. (Elaboración Propia)*

Contenedores	Disciplinas
1. Trabajo en Progreso (WIP)	1.0 Documentación
	1.1 Arquitectura
	1.2 Estructura
	1.3 MEP
	1.4 Coordinación
	1.5 4D Y 5D
2. Compartido	2.1 Arquitectura
	2.1 Estructura
	2.3 MEP
	2.4 Coordinación
	2.5 4D Y 5D
3. Publicado	3.1 Arquitectura
	3.2 Estructura
	3.3 MEP
	3.4 Coordinación
	3.5 4D Y 5D
4. Archivado	4.1 Arquitectura
	4.2 Estructura
	4.3 MEP
	4.4 Coordinación
	4.5 4D Y5D



#### 4.3.14 Requisitos de responsabilidad

El equipo de profesionales para este proyecto cumplirá con las responsabilidades asignadas de acuerdo con su experiencia y conocimiento para dirigir en el rol asignado.

#### 4.3.15 Requisitos

Tabla 12: Requisitos de Conocimiento del Equipo Técnico

Integrante	Conocimiento
Arq. Kevin Romero (BIM Manager)	Revit, ACC, Naviswork, Presto
Arq. Francisco Racines (Coordinador)	Revit, ACC, Naviswork, Presto
Arq. Eduardo Vinueza (Líder Arquitectura)	Revit, ACC, Naviswork, Presto
Ing. Jack Vásquez (Líder Estructural)	Revit, ACC, Naviswork, Presto
Arq. Kevin Romero (Líder MEP)	Revit, ACC, Naviswork, Presto

#### 4.3.16 Responsabilidades

Tabla 13: Responsabilidades de los Roles del Equipo Técnico

Rol	Responsabilidades
BIM Manager	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinar la asignación de funciones del resto de roles en el proyecto.</li> <li>- Elaboración del BEP.</li> <li>- Garantizar la provisión de la información.</li> <li>- Garantizar la interoperabilidad de los softwares a usarse.</li> <li>- Controlar la información y entregables almacenados de una manera lógica y estructurada.</li> <li>- Apoyar al coordinador a evitar y resolver conflictos e interferencias.</li> <li>- Reportar los resultados del proyecto.</li> <li>- Crear entornos colaborativos mediante reuniones con el equipo para monitorear y controlar el progreso del proyecto.</li> <li>- Evaluar el rendimiento del modelo BIM y del equipo de trabajo en relación con los objetivos establecidos para el proyecto.</li> <li>- Supervisar la creación, gestión y coordinación del modelo BIM en todo el ciclo de vida del proyecto.</li> </ul>
Coordinador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colaborar en la definición, implantación y cumplimiento del BEP.</li> <li>- Garantizar que los modelos BIM estén actualizados y reflejen de manera precisa el estado del proyecto en todo momento.</li> <li>- Identificar y resolver cualquier problema relacionado con la coordinación de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo.</li> <li>- Gestionar los cambios en los modelos.</li> <li>- Gestionar calidad y el alcance de los elementos.</li> <li>- Apoyo técnico en la detección de colisiones.</li> <li>- Coordinar la gestión de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo, asegurando la compatibilidad, integridad y coherencia de la información en el modelo BIM.</li> <li>- Elaboración de plantillas.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integración 4D y 5D de todas las disciplinas para elaboración de presupuestos y cronogramas.</li> <li>- Asegurar la calidad y eficiencia del modelo BIM, supervisando y controlando el uso de herramientas y software BIM por parte de los diferentes equipos de trabajo.</li> </ul>
Líderes Disciplinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear y gestionar la información 3D, 4D y 5D de su disciplina en el modelo BIM, asegurando que se sigan los estándares y protocolos establecidos para la creación y gestión de la información.</li> <li>- Coordinar la información de su disciplina con la información de otras disciplinas, asegurando que se respeten las interferencias y que se resuelvan de manera eficiente.</li> <li>- Revisar y aprobar la información de su disciplina antes de su inclusión en el modelo BIM, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos del proyecto.</li> <li>- Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas.</li> <li>- Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.</li> </ul>

#### 4.3.17 Protocolo de coordinación BIM

El proyecto de la clínica requiere una planificación cuidadosa y coordinación detallada para lograr los objetivos clave de crear modelos BIM precisos, enfocados en la planta de quirófanos, y aplicar la metodología BIM en la estimación de costos del proyecto. Aquí hay un ejemplo práctico de cómo se podría llevar a cabo la coordinación BIM en este proyecto:

**Establecer un equipo de coordinación BIM:** El equipo está compuesto por un BIM mánager, un coordinador, un líder de arquitectura, un líder de estructura y un líder de MEP. El BIM mánager es responsable de garantizar que se sigan los procesos BIM y de gestionar el modelo BIM. El coordinador es responsable de coordinar la colaboración entre las disciplinas y garantizar que se resuelvan las interferencias en el modelo. Los líderes de arquitectura, estructura y MEP son responsables de crear y mantener los modelos BIM de sus respectivas disciplinas.



**Establecer un nivel de detalle:** El nivel de detalle esperado para los modelos es un LOD 300 en la fase de diseño, con un enfoque especial en el nivel +4.00 de la planta de quirófanos.

**Planificación y programación:** Se establece un plazo máximo de 16 semanas para completar los modelos BIM y la estimación de costos. Se planifica el proceso de modelado y coordinación, y se establecen los hitos y plazos para el progreso del proyecto.

**Crear modelos BIM precisos:** Cada disciplina crea un modelo BIM preciso y detallado de su diseño utilizando el software BIM correspondiente. Los modelos se actualizan regularmente para garantizar que sean precisos y se ajusten a los cambios del diseño.

**Coordinación 3D:** Se lleva a cabo una coordinación 3D utilizando el modelo BIM integrado para detectar posibles interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura, hidrosanitaria, mecánica, eléctrica y gases en la planta de quirófanos. El coordinador es responsable de identificar y resolver las interferencias y asegurarse de que las soluciones sean implementadas correctamente en el modelo BIM.

**Aplicación de la metodología BIM en la estimación de costos:** Se utiliza el modelo BIM actualizado y detallado para facilitar la toma de decisiones y la coordinación en la creación de una lista de materiales y la asignación de costos para cada una de las disciplinas.

**Revisión y evaluación:** El modelo BIM se revisa y evalúa regularmente para garantizar que cumpla con los objetivos clave del proyecto y que se mantenga preciso y actualizado.





En conclusión, la coordinación BIM en este proyecto de clínica implica la creación de modelos BIM precisos y detallados, la coordinación 3D para detectar y resolver interferencias, y la aplicación de la metodología BIM en la estimación de costos. La coordinación exitosa del equipo a través de esta metodología permite que el proyecto se complete dentro del plazo establecido, con un modelo BIM completo y preciso que se puede utilizar en la construcción.

#### **4.3.18 Estándares de calidad**

**Estándares de modelado:** Establecer las reglas para el modelado de los diferentes elementos de construcción dentro de cada disciplina. Los estándares incluirán los niveles de detalle (LOD), los formatos de archivo, la nomenclatura y la organización de las vistas y elementos.

**Estándares de intercambio de datos:** Establecer las reglas para el intercambio de datos entre diferentes herramientas y sistemas de software BIM. Los estándares incluirán formatos de archivo, protocolos de transferencia de datos y requisitos de interoperabilidad.

**Estándares de coordinación:** Establecer las reglas para la coordinación y colaboración entre los diferentes miembros del equipo del proyecto. Estos incluirán las reuniones de coordinación, los procedimientos para la resolución de conflictos, los plazos para la entrega de modelos y la calidad de los modelos entregados.

**Estándares de documentación:** Establecer las reglas para la documentación del proyecto y la gestión de la información. Los estándares incluirán la gestión de cambios, la versión de documentos, la estructura de carpetas y la codificación de colores.



**Estándares de calidad de los datos:** Establecer las reglas para la calidad de los datos y la validación de los datos en los modelos BIM de las diferentes disciplinas que tiene el proyecto. Estos estándares incluirán la verificación de la precisión y coherencia de los datos, la detección y corrección de errores y la actualización de los modelos.

#### **4.3.19 Planificación del proyecto**

La utilización de BIM en la planificación del proyecto nos permite una mejor coordinación entre las diferentes disciplinas, reduciendo así los errores y retrasos. Además, el modelo BIM podemos utilizar para realizar simulaciones y análisis avanzados, como la detección de interferencias entre elementos, la programación y la secuenciación de la construcción, la simulación de la energía y el análisis del ciclo de vida de los materiales. Todo esto puede ayudar a tomar decisiones informadas y reducir el impacto ambiental del proyecto.

Al reducir el tiempo y los costos de construcción, el uso de BIM nos permite tener un impacto positivo en la sociedad al permitir que los proyectos se completen más rápidamente y a un costo menor.

Las herramientas posibles para usar son Naviswork o Presto que están basadas en la norma ISO 19650 y para llevar el avance coordinado se aplicara el ciclo PDCA

#### **4.3.20 Monitoreo y medición**

Objetivos del proyecto: cumplir con los objetivos del proyecto durante todo el proceso, para verificar los plazos e hitos importantes del proyecto, presupuestos y calidad.

**Métricas de desempeño:** se establecerán métricas de desempeño claras y medibles para evaluar el progreso del proyecto y asegurar que se estén cumpliendo los



objetivos. Estas métricas incluirán la cantidad de tiempo que se está ahorrando con el uso de BIM, la cantidad de errores que se están evitando, la eficiencia del equipo.

**Herramientas de medición:** se utilizarán herramientas de medición adecuadas como Presto para recolectar y analizar los datos necesarios para evaluar el progreso del proyecto.

**Frecuencia de medición:** se establecerá la frecuencia de medición adecuada para asegurar que se estén monitoreando los avances del proyecto de manera constante. Estas mediciones serán diarias, semanales y mensuales según se el caso.

**Responsabilidades:** se definirán las responsabilidades para el monitoreo y la medición en cada disciplina, así como también en la coordinación, para que todos los miembros del equipo sepan quién es el encargado de recolectar y analizar los datos, y quién es el encargado de tomar medidas en caso de que sea necesario.

**Acciones correctivas:** en caso de que se identifiquen problemas o desviaciones durante el monitoreo y la medición, se establecer acciones correctivas mediante el uso de del valor ganado para abordar estos problemas y asegurar que el proyecto siga avanzando según lo previsto.

#### 4.3.21 Softwares para utilizar

*Tabla 14: Softwares a utilizar por el Equipo Técnico*

Disciplina	Uso	Software	Versión
Arquitectura	Visualización planos 2D	AutoCAD	2023
Arquitectura, Estructura y MEP	Modelado	Revit	2023
CDE	Almacenamiento centralizado	ACC	N/A
Arquitectura, Estructura y MEP	Detección de Interferencias	Naviswork Manage	2023
Arquitectura, Estructura y MEP	Organización de Actividades	Trello	N/A



Arquitectura, Estructura y MEP	Presupuesto y Cronograma	Presto	2022
Arquitectura, Estructura y MEP	Informes, planillas, cantidades	Office	365
Arquitectura, Estructura y MEP	Visualización documentación	Nitro Pro/Adobe Acrobat Pro	10-2021
Arquitectura, Estructura y MEP	Diagramación	Adobe Ilustrador	2021
Arquitectura, Estructura y MEP	Edición	Adobe Photoshop	2021

#### 4.3.22 Entregables

*Tabla 15: Entregables del Proyecto*

Ítem	Descripción	Tipo de archivo	Formato
Plan de ejecución BIM	Documento de requisitos y usos BIM para el proyecto	PDF	A4
Modelos	Modelado arquitectónico, estructura y MEP	RVT-IFC	N/A
Planos	Documentación 2D de las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP	PDF-DWG	A1
Tablas de planificación	Mediciones y cantidades extraídas de los modelos	PDF	A4
Cronograma	Planificación de actividades	PDF	A4
Presupuesto	Planificación de costos	PDF	A4
Renders	Imágenes realistas del proyecto	JPGE-PNG	N/A

#### 4.3.23 Conclusiones

La implementación de la metodología BIM en el proyecto de la Clínica de Especialidades tiene como objetivo mejorar los procesos de planificación y gestión de la información a lo largo del proyecto, mediante el uso de modelos y la colaboración de los equipos de las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP. La intención aplicada al BIM en este proyecto es mejorar la eficiencia en la planificación, identificar posibles problemas en las etapas previas a la ejecución del proyecto, reducir costos y retrasos en el proceso de construcción y aumentar la rentabilidad del proyecto mediante la optimización del uso de recursos y la identificación temprana de conflictos.



Para lograr estos objetivos, se han establecido metas específicas, como la creación de modelos BIM completos y precisos, especialmente enfocados al nivel +4.00 del proyecto correspondiente a la planta de quirófanos, en un plazo máximo de 16 semanas, en donde se espera realizar una coordinación 3D utilizando un modelo BIM integrado para detectar posibles interferencias entre las disciplinas de arquitectura, estructura, hidrosanitaria, mecánica, eléctrica y gases, garantizando la correcta implementación de las soluciones en la planta de quirófanos.

Además, se aplicará la metodología BIM en el proceso de estimación de costos del proyecto, incluyendo la creación de un modelo actualizado y detallado para facilitar la toma de decisiones y la coordinación contemplando todos los elementos constructivos, generando una lista de materiales y la asignación de costos para cada una de las disciplinas en tiempo real.

Asimismo, se elaborará un programa de obra detallado para el proyecto, incluyendo la secuenciación de actividades y se realizará un modelo comparativo BIM de las dos alternativas de diseño estructural del edificio, evaluando el impacto en el costo y en el tiempo, para agregar un informe detallado de la alternativa más eficiente para el proyecto.

La implementación de la metodología BIM en el proyecto de la Clínica de Especialidades permitirá evaluar la eficiencia del diseño y la planificación del proyecto en comparación con el método tradicional, a través de la gestión de integración de modelos e información y la colaboración de los distintos agentes implicados en el proyecto. Esto reducirá los costos, tiempos y aumentará la rentabilidad del proyecto mediante la identificación temprana de conflictos y la optimización del uso de recursos.



En resumen, la implementación de la metodología BIM en el proyecto de la Clínica de Especialidades permitirá mejorar la eficiencia en la planificación, reducir costos y retrasos en el proceso de construcción, aumentar la rentabilidad del proyecto y mejorar la colaboración y coordinación entre los equipos de las disciplinas de arquitectura, estructura y MEP. Esto se logrará mediante la creación de modelos BIM completos y precisos, la realización de una coordinación 3D utilizando un modelo BIM integrado, la aplicación de la metodología BIM en el proceso de estimación de costos del proyecto, la elaboración de un programa de obra detallado y la realización de un modelo comparativo BIM de las dos alternativas de diseño estructural del edificio. En definitiva, la implementación de la metodología BIM en este proyecto permitirá una gestión más eficiente y rentable del proyecto, mejorando la calidad de la información y la coordinación entre los equipos.



#### 4.3.24 Firmas de compromiso

  
Kevin Mauricio Romero Proaño  
C.I. 1715958482  
BIM Manager/Líder de MEP

  
Francisco Javier Racines Yasetga  
C.I. 1720623709  
Coordinador BIM

  
Eduardo Renato Vinuesa Cevallos  
C.I. 0603322421  
Líder de Arquitectura

  
Jack Felipe Vásquez Witt  
C.I. 1719834572  
Líder de Estructura

  
Elmer Muñoz  
Cliente UISEK

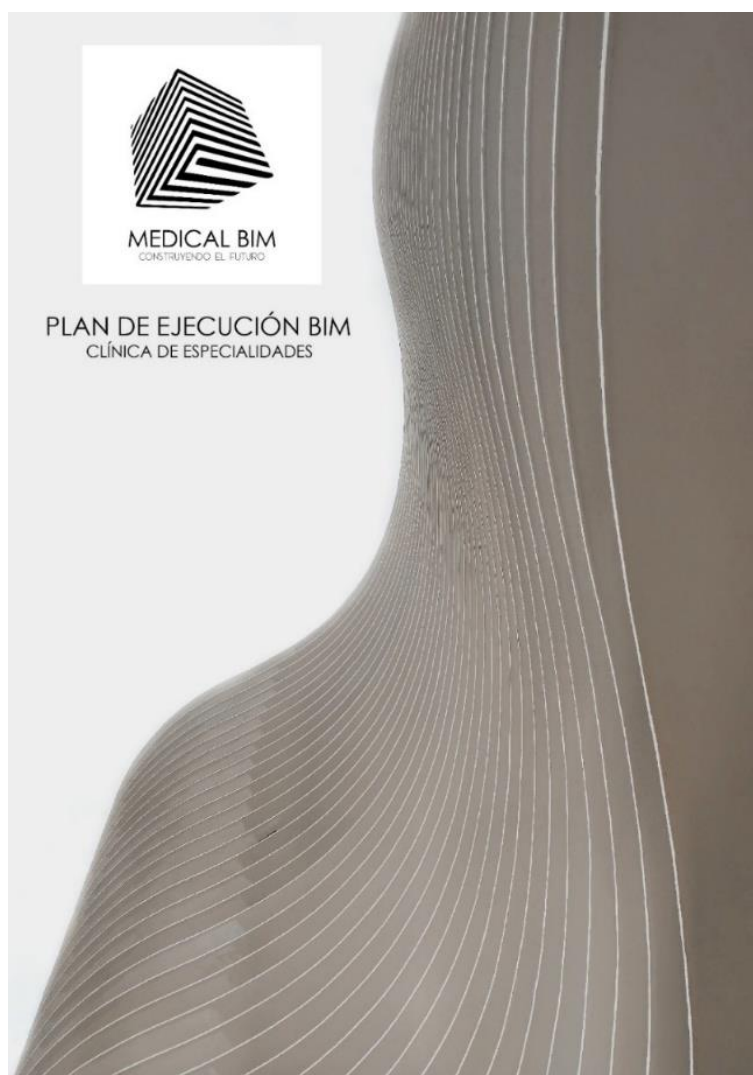
Ilustración 5. Firmas de compromiso Medical BIM.



## Capítulo 5: BEP

### 5.1 Plan de ejecución BIM Medical Project

De acuerdo con lo establecido en el EIR, en este capítulo se definirán las pautas para implementar y gestionar el uso de la metodología BIM en este proyecto, proporcionando una guía detallada para asegurar la colaboración y coordinación a lo largo de todo el proyecto mediante el uso eficiente de los modelos, optimizando procesos a medida que se va desarrollando el proyecto.



*Ilustración 6. Portada BEP - Medical BIM. (Elaboración Propia)*





### 5.1.1 Introducción

Para el desarrollo de este proyecto es esencial contar con un Plan de Ejecución BIM que se ajuste a las necesidades de información específica en cada una de las etapas, así como también al alcance proyecto en su totalidad. En este contexto, se ha propuesto que el Plan de Ejecución BIM cumpla con el objetivo de satisfacer de manera óptima los requisitos de información establecidos por la Universidad Internacional SEK para la gestión de la metodología BIM aplicada en la Clínica de Especialidades Monteserrín.


Previo al inicio de la etapa de desarrollo, el grupo Medical BIM juntamente con la Universidad Internacional SEK hemos acordado de manera conjunta que el Plan de Ejecución BIM (BEP) será revisado y modificado a medida que vaya desarrollando el proyecto con el objetivo de obtener un Plan de Ejecución BIM definitivo al terminar el proceso de titulación.

## 5.2 Información del proyecto

### 5.2.1 Datos del proyecto

*Tabla 16: Datos del Proyecto. (Elaboración Propia)*

Ítem	Descripción
Nombre del Edificio:	CEM–Clínica de Especialidades Monteserrín - Quito
Nombre del Propietario:	Dr. Juan Roldan & Asociados
Descripción del Proyecto:	Edificio de hormigón armado con un área bruta de 5800 m <sup>2</sup> , distribuidos en 2 subsuelos 4 plantas con un área aproximada de 800 m <sup>2</sup> , con un programa arquitectónico dividido en: <p style="text-align: center;">Área comercial Clínica Consultorios Área especializada en oftalmología</p>
Uso:	Hospitalario
Número de Plantas:	4
Numero de Subsuelos:	2
Numero de Ascensores:	2

Descripción del Sitio:	Ubicado al norte de Quito, en el sector de Monteserrín
Coordenadas:	0°09'32.1"S 78°27'33.0"W
Entorno:	
Nombre del Contacto:	Arq. Kevin Romero – BIM Manager
Email:	kevin.romero@uisek.edu.ec
Dirección:	Quito-Ecuador
Numero de Contrato:	MB-0001-03-15-2023
Información Adicional:	Trabajo de Titulación – Maestría en Gerencia de proyectos BIM.

## 5.2.2 Cronograma de trabajo

Tabla 17: Cronograma de Trabajo Proyecto Clínica de Especialidades. (Elaboración Propia)

Cronograma																				
Descripción	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Presentación del Proyecto			■																	
EIR				■	■															
Entrega Información del Proyecto					■															
Pre BEP					■															
BEP						■	■	■												
Plantillas de Modelos					■	■														
Modelo ARQ						■	■	■	■	■	■									
Modelo EST							■	■	■	■	■	■								
Modelo MEP								■	■	■	■	■	■							
Coordinación de Modelos									■	■	■	■	■	■						
Modelo Federado														■	■	■				
Revisión de Entregables																■	■			
Entrega de Proyecto																		■		

## 5.3 Información clave del proyecto

### 5.3.1 Contactos

Tabla 18: Contactos del Equipo Técnico. (Elaboración Propia)

Partes	Rol	Nombre	Correo	Contacto
Contratante	BIM Manager	Arq. Kevin Romero	kevin.romero@uisek.edu.ec	0987439245
Contratada	BIM Manager	Arq. Kevin Romero	<a href="mailto:kevin.romero@uisek.edu.ec">kevin.romero@uisek.edu.ec</a>	0987439245
Equipo de trabajo	Coordinador BIM	Arq. Francisco Racines	<a href="mailto:francisco.racines@uisek.edu.ec">francisco.racines@uisek.edu.ec</a>	0998868833



Equipo de trabajo	Líder Arquitectura	Arq. Eduardo Vinueza	<a href="mailto:eduardo.vinueza@uisek.edu.ec">eduardo.vinueza@uisek.edu.ec</a>	0986150318
Equipo de trabajo	Líder Estructura	Ing. Jack Vásquez	<a href="mailto:jack.vasquez@uisek.edu.ec">jack.vasquez@uisek.edu.ec</a>	0969056421
Equipo de trabajo	Líder MEP	Arq. Kevin Romero	<a href="mailto:kevin.romero@uisek.edu.ec">kevin.romero@uisek.edu.ec</a>	0987439245

### 5.3.2 Detalle contractual

Tabla 19: Detalles Contractuales (Elaboración Propia)

<b>Propietario del proyecto:</b>	MBIM -UISEK
<b>Tipo de contrato:</b>	Implementación de la metodología BIM en el proyecto planificado originalmente mediante la metodología tradicional
<b>Número de contrato:</b>	MB-0001-03-15-2023
<b>Documentación proporcionada:</b>	El cliente proporciona la información documental completa de arquitectura, estructura, sanitaria, eléctrica, mecánica, sistema contra incendios y gases, así como también un presupuesto preliminar. Láminas del proyecto arquitectónico, estructural, sanitario, eléctrico, mecánico y sistema contra incendios aprobadas por las autoridades competentes. (Nota: Ninguna de la documentación proporcionada ha sido desarrollada con herramientas BIM, así como tampoco por la metodología)

## 5.4 Objetivos BIM del proyecto

### 5.4.1 Objetivos generales BEP

- Incorporar y ejecutar de manera exitosa la metodología BIM, con el propósito de obtener una ventaja competitiva con la metodología tradicional y cumplir con los requisitos del cliente de manera eficiente y efectiva.
- Establecer una cultura de colaboración y trabajo en equipo promoviendo las buenas prácticas de la metodología BIM en todas las etapas del proyecto mediante reuniones regulares y el uso de plataformas colaborativas.
- Implementar flujos de trabajo eficientes y coordinados entre los diferentes actores del proyecto, eliminando reprocesos y mejorando la productividad en cada una de las disciplinas.
- Mejorar la eficiencia y la precisión en la estimación de costos, así como también en la planificación del proyecto mediante el uso de los modelos BIM.



- Evaluar y perfeccionar continuamente la implementación del plan de ejecución BIM a medida que avanza el proyecto, identificando áreas de mejora y optimizando los procesos.

#### **5.4.2 Objetivos BIM estratégicos**

- Utilizar la metodología BIM como herramienta para mejorar la comunicación entre el equipo del proyecto y el cliente, facilitando la visualización y comprensión de la información, mediante el uso de un entorno común de datos (Autodesk Construction Cloud), permitiendo tomar decisiones más informadas y oportunas.
- Fomentar la colaboración con los miembros del equipo a través de reuniones semanales, utilizando la metodología BIM como medio para la coordinación y el intercambio de información, evitando conflictos y mejorando la calidad del resultado final.
- Utilizar la metodología BIM para establecer un cronograma claro y realista validado semanalmente, identificando posibles retrasos y conflictos, y asegurando la entrega exitosa del proyecto en los plazos establecidos.
- Realizar evaluaciones permanentes de la implementación BIM en el proyecto, identificando lecciones aprendidas y áreas de mejora, utilizando estas retroalimentaciones para mejorar en futuros proyectos y optimizar la estrategia BIM entre los miembros del equipo.

## 5.5 Usos BIM

### 5.5.1 División de modelos

Tabla 20: División de Modelos, Usos BIM y Responsables (Elaboración Propia)

División de Modelos			Usos BIM	Responsable
Modelo	LOD	Descripción		
Arquitectónico	200	Elaboración de un modelo arquitectónico de todo el edificio + set de publicación a nivel de anteproyecto.	Documentación planimetría, coordinación interdisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto.	Líder de Arquitectura
	300	Elaboración solo de la planta de quirófanos + set de publicación a nivel de planos de construcción.	Documentación planimetría, coordinación interdisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto.	
Estructural	200	Elaboración de un modelo estructural de todo el edificio + set de publicación a nivel de Anteproyecto.	Documentación planimetría, coordinación interdisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto.	Líder de Estructura
	300	Elaboración solo de la planta de quirófanos + set de publicación a nivel de planos de construcción.	Documentación planimetría, coordinación interdisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto.	
MEP	300	Elaboración solo de la planta de quirófanos + set de publicación a nivel de planos de construcción.	Documentación planimetría, coordinación interdisciplinaria y multidisciplinaria, cronograma y presupuesto.	Líder MEP

### 5.5.2 Usos del modelo

Tabla 21: Usos del modelo – Descripción (Elaboración Propia)

Uso	Descripción
Modelado de condiciones existentes	Mediante la información entregada en formato DWG se elaborarán modelos de arquitectura, estructura e ingenierías con el objetivo de implementar la metodología BIM en la CEM para obtener una comparativa con la metodología tradicional, enfocándonos en la estimación de costos y cantidades, planificación, simulaciones y análisis de interferencias, creando modelos detallados que nos proporcionen una base para facilitar los procesos BIM.
Estimación de cantidades y costos	A partir de los modelos (arquitectura, estructura e ingenierías) se desarrollará una estimación de precios en tiempo real, enfocadas en el nivel + 4.00, permitiendo extraer información de los elementos y materiales modelados, con el objetivo de mantener esta información actualizada para procesos de compras en la ejecución de la obra.
Planificación de fases	Los modelos BIM (arquitectura, estructura e ingenierías) se utilizarán para desarrollar un cronograma detallado de construcción en la CEM, enfocándonos en el piso nivel + 4.00 que presenta una mayor complejidad dentro de todo el proyecto por la presencia de los quirófanos, esto nos permitirá coordinar y secuenciar las actividades de construcción mediante una simulación 4D en este piso con el objetivo de establecer una planificación más precisa y eficiente de los recursos necesarios y reducir conflictos en la etapa de ejecución.

Diseño de especialidades	Proceso en donde se crearán los modelos de arquitectura, estructura e ingenierías mediante la incorporación de información para la extracción de propiedades, cantidades, costos, programación y documentación detallada que incluirá planos de diseño y detalles, manteniendo la documentación actualizada en tiempo real para la facilidad de comunicación y coordinación multidisciplinar.
Coordinación 3D (Detección de interferencias)	En esta etapa se elabora un modelo federado entre las disciplinas de arquitectura y estructura como modelo completo y otro enfocado en el piso nivel + 4.00 en donde se vincularán arquitectura, estructura e ingenierías, con el objetivo de realizar una detección de interferencias mediante la herramienta Navisworks y el uso de una matriz de interferencia como referencia para determinar parámetros, permitiéndonos gestionar los conflictos en una etapa temprana previo a la ejecución.
Análisis de alternativas estructurales	A través de una comparativa entre modelos estructurales se busca optimizar el diseño de losas postensadas vs losas alivianadas para disminuir el tiempo y costo en su ejecución, así como también aumentar la altura libre entre cielo falso y acabado de losa, con el objetivo de mejorar la eficiencia en el diseño y colocación de instalaciones MEP.

### 5.5.3 Tabla de usos BIM

Tabla 22: Tabla de Usos BIM (Elaboración Propia)

Uso BIM	Prioridad (Alta/Media/Baja)	Etapas		
		Planificación	Diseño	Construcción
Modelado de condiciones existentes	Alta	X	X	X
Estimación de costos y cantidades	Alta	X	X	X
Planificación de fases	Alta	X	X	X
Diseño de especialidades	Media		X	
Coordinación 3D	Alta	X	X	X
Análisis de alternativas estructurales	Media		X	

### 5.5.4 Análisis de usos BIM

Tabla 23: Análisis de usos BIM (Elaboración Propia)

Uso BIM	Valor aportado al proyecto (Alto / Medio / Bajo)	Parte responsable	Valor aportado a la parte responsable (Alto / Medio / Bajo)	Clasificación de capacidad (Alta / Media / Baja)	Requerimientos	¿Uso aprobado? (S/N)
Planificación	Alto	BIM Manager	Alto	Alta	Manejo de herramientas especializadas	S

					para planificación	
Estimación de Costos	Alto	BIM Manager/ Coordinador BIM	Alto	Media	Uso de mediciones a partir de un software	S
Programación	Alto	BIM Manager/ Coordinador BIM	Alto	Media	Manejo de software con especialidad en simulación	S
Gestión de Comunicaciones	Alto	BIM Manager/ Coordinador BIM	Alto	Media	Alto grado de organización	S
Coordinación	Alto	Coordinador BIM	Alto	Alta	Manejo de software de auditoría e integración de modelos	S
Flujos y Procesos	Alto	BIM Manager/ Coordinador BIM	Alto	Alta	Capacidad de desarrollo procesal	S
Modelos por disciplina (arquitectura, estructural, MEP)	Alto	Líderes de disciplinas	Alto	Alta	Experiencia en construcción. Se modela como se construye	S

### 5.5.5 Capacidades requeridas para usos BIM

#### 5.5.5.1 Estimación de costos (Presupuesto - 5D)

Capacidad para integrar la estimación de costos en procesos BIM en la Clínica de Especialidades, permitiéndonos desarrollar simulaciones de costos (5D) a partir de los modelos de las especialidades, evaluando las diferentes alternativas y permitiéndonos identificar oportunidades de optimizar el presupuesto, revisando y gestionando los recursos en el proyecto y agregándole valor a este proceso mediante una estimación de costos más precisa y en tiempo real a lo largo de todo el proyecto, estableciendo una comparativa con la metodología tradicional.

#### Valor generado al proyecto

- Cuantificación más precisa de los elementos modelados.





- Acelerar el proceso de toma de decisiones.
- Reducción de tiempo y recursos para desarrollar un presupuesto.
- Facilidad para actualizar los presupuestos en base a los cambios que se van ejecutando en tiempo real.

#### **5.5.5.2 Planificación de actividades y simulaciones constructivas (Cronograma - 4D)**

Capacidad para implementar la planificación de actividades y simulaciones constructivas en procesos BIM en la Clínica de Especialidades, permitiendo desarrollar una planificación más eficiente a partir de los modelos, en donde se establecerán secuencias de actividades, se asignarán recursos y se estimarán tiempos con una mayor precisión para identificar rutas críticas y minimizar los riesgos de demoras en su ejecución.

#### **Valor generado al proyecto**

- Facilidad para monitorear y controlar las actividades constructivas.
- Identificar problemas tempranos en la secuencia de actividades.
- Establecer rutas críticas y holguras en el cronograma.
- Supervisión de los tiempos para ejecutar adquisiciones en el desarrollo del proyecto.
- Integración de las actividades y simulaciones constructivas para verificar el proceso, “se modela como se construye”

#### **5.5.5.3 Coordinación 3D (Detección de interferencias)**

Capacidad para implementar la coordinación multidisciplinar y gestionar interferencias en procesos BIM en la Clínica de Especialidades mediante el uso de herramientas y un modelo común que nos permitirá identificar y resolver posibles



interferencias entre los diferentes sistemas implementados en el proyecto, reduciendo los retrasos, retrabajos y costos adicionales de manera proactiva en etapas iniciales de diseño.

Capacidad para promover espacios que faciliten la comunicación y la colaboración entre las diferentes disciplinas promoviendo una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto, permitiéndonos anticiparnos a los cambios y modificaciones en la etapa de construcción para lograr reducir el tiempo de finalización del proyecto.

### **Valor generado al proyecto**

- Coordinar el proyecto mediante el uso de un modelo común que optimizara la revisión de los conflictos constructivos interdisciplinarios durante la planificación del proyecto.
- Implementar flujos de trabajo que permitirán desarrollar una mayor comunicación y colaboración para reducir tiempos de construcción.
- Gestionar las interferencias del modelo federado mediante el desarrollo de la matriz de colisiones, priorizando las de mayor impacto al proyecto.
- Mejorar la comunicación y colaboración entre los equipos aumentando la eficiencia y optimizando los recursos para ejecutar de forma exitosa el proyecto.

## **5.6 Funciones y personal de la organización**

### **5.6.1 Organigrama Medical BIM**

Según los requisitos y la experiencia exigida por la Universidad Internacional SEK, para llevar a cabo el proyecto de gestión BIM de la Clínica de Especialidades (CEM), se establece la siguiente composición del equipo.

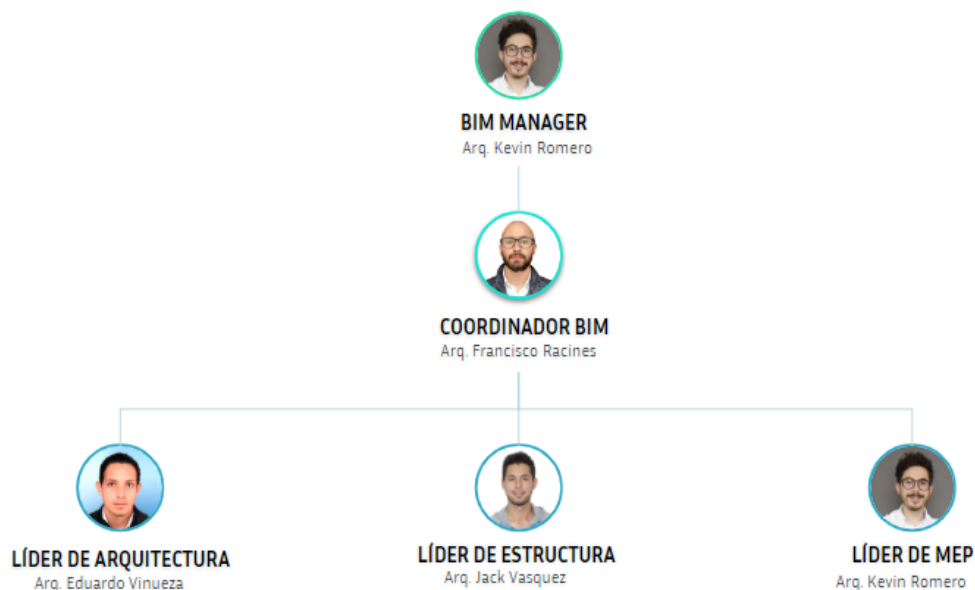


Ilustración 7. Organigrama Medical BIM. (Elaboración Propia)

Para este proyecto se establece un trabajo colaborativo a distancia en el contexto de la metodología BIM. Debido a que los profesionales involucrados trabajan desde diferentes ubicaciones. A pesar de la distancia física, se ha establecido una comunicación constante y fluida entre el equipo, lo que permite una colaboración efectiva. Se emplearán herramientas y tecnologías que facilitan la interoperabilidad, permitiendo compartir y actualizar la información del modelo BIM de manera sincronizada. Además, se realizan revisiones periódicas del progreso del proyecto, tanto a nivel diario como semanal, para asegurar la calidad y coherencia del trabajo realizado.

### 5.6.2 Capacidades del Equipo

Como parte de los requerimientos establecidos para el proyecto, Medical BIM contará con la experiencia y formación BIM de los siguientes profesionales:

Tabla 24: Capacidades del Equipo Técnico (Elaboración Propia)

Miembro del Equipo	Experiencia	Conocimiento	Certificación Softwares
Arq. Kevin Romero (BIM Manager)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - ArchiCAD - Autodesk Construction Cloud	Universidad Internacional SEK



		- Naviswork - Presto	
Arq. Francisco Racines (Coordinador BIM)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - ArchiCAD - Autodesk Construction Cloud - Naviswork - Presto	Universidad Internacional SEK
Arq. Eduardo Vinueza (Líder BIM Arquitectura)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - Autodesk Construction Cloud - Naviswork - Presto	Universidad Internacional SEK
Ing. Jack Vásquez (Líder BIM Estructura)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - Autodesk Construction Cloud - Naviswork - Presto	Universidad Internacional SEK
Arq. Kevin Romero (BIM Manager)	Maestría en Gerencia de Proyectos BIM	- Revit - ArchiCAD - Autodesk Construction Cloud - Naviswork - Presto	Universidad Internacional SEK

### 5.6.3 Roles y Responsabilidades

De acuerdo con lo establecido por la Universidad Internacional SEK los profesionales que integran Medical BIM, tendrán un rol asignado dentro del proyecto, con el objetivo de dar un seguimiento y control dentro de su área, para el correcto cumplimiento de sus funciones.

Tabla 25: Responsabilidades del BIM Manager (Elaboración Propia)

<b>Rol</b>	<b>BIM Manager</b>
<b>Nombre</b>	<b>Arq. Kevin Romero P.</b>
<b>Profesión</b>	<b>Arquitecto</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinar la asignación de funciones del resto de roles en el proyecto.</li> <li>- Elaboración del BEP.</li> <li>- Garantizar la provisión de la información.</li> <li>- Garantizar la interoperabilidad de los softwares a usarse.</li> <li>- Controlar la información y entregables almacenados de una manera lógica y estructurada.</li> <li>- Apoyar al coordinador a evitar y resolver conflictos e interferencias.</li> <li>- Reportar los resultados del proyecto.</li> <li>- Crear entornos colaborativos mediante reuniones con el equipo para monitorear y controlar el progreso del proyecto.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar el rendimiento del modelo BIM y del equipo de trabajo en relación con los objetivos establecidos para el proyecto.</li> <li>- Supervisar la creación, gestión y coordinación del modelo BIM en todo el ciclo de vida del proyecto.</li> </ul>
--	--

Tabla 26: Responsabilidades del Coordinador BIM (Elaboración Propia)

<b>Rol</b>	<b>Coordinador BIM</b>
<b>Nombre</b>	<b>Arq. Francisco Racines Y.</b>
<b>Profesión</b>	<b>Arquitecto</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colaborar en la definición, implantación y cumplimiento del BEP.</li> <li>- Garantizar que los modelos BIM estén actualizados y reflejen de manera precisa el estado del proyecto en todo momento.</li> <li>- Identificar y resolver cualquier problema relacionado con la coordinación de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo.</li> <li>- Gestionar los cambios en los modelos.</li> <li>- Gestionar calidad y el alcance de los elementos.</li> <li>- Apoyo técnico en la detección de colisiones.</li> <li>- Coordinar la gestión de la información entre las diferentes disciplinas y equipos de trabajo, asegurando la compatibilidad, integridad y coherencia de la información en el modelo BIM.</li> <li>- Elaboración de plantillas.</li> <li>- Integración 4D y 5D de todas las disciplinas para elaboración de presupuestos y cronogramas.</li> <li>- Asegurar la calidad y eficiencia del modelo BIM, supervisando y controlando el uso de herramientas y software BIM por parte de los diferentes equipos de trabajo.</li> </ul>

Tabla 27: Responsabilidades del Líder de Arquitectura (Elaboración Propia)

<b>Rol</b>	<b>Líder de Arquitectura</b>
<b>Nombre</b>	<b>Arq. Eduardo Vinuesa C.</b>
<b>Profesión</b>	<b>Arquitecto</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar, crear y gestionar la información 3D, 4D y 5D de su disciplina en el modelo BIM, asegurando que se sigan los estándares y protocolos establecidos para la creación y gestión de la información.</li> <li>- Coordinar la información de su disciplina con la información de otras disciplinas, asegurando que se respeten las interferencias y que se resuelvan de manera eficiente.</li> <li>- Revisar y aprobar la información de su disciplina antes de su inclusión en el modelo BIM, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos del proyecto.</li> <li>- Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo al coordinador BIM y otros líderes de disciplinas.</li> <li>- Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.</li> </ul>



Tabla 28: Responsabilidades del Líder de Estructura (Elaboración Propia)

<b>Rol</b>	<b>Líder de Estructura</b>
<b>Nombre</b>	<b>Ing. Jack Vásquez W,</b>
<b>Profesión</b>	<b>Ingeniero Civil</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar, crear y gestionar la información 3D, 4D y 5D de su disciplina en el modelo BIM, asegurando que se sigan los estándares y protocolos establecidos para la creación y gestión de la información.</li> <li>- Coordinar la información de su disciplina con la información de otras disciplinas, asegurando que se respeten las interferencias y que se resuelvan de manera eficiente</li> <li>- Revisar y aprobar la información de su disciplina antes de su inclusión en el modelo BIM, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos del proyecto.</li> <li>- Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas.</li> <li>- Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.</li> </ul>

Tabla 29: Responsabilidades del Líder MEP (Elaboración Propia)

<b>Rol</b>	<b>Líder de MEP</b>
<b>Nombre</b>	<b>Arq. Kevin Romero P.</b>
<b>Profesión</b>	<b>Arquitecto</b>
<b>Responsabilidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar, crear y gestionar la información 3D, 4D y 5D de su disciplina en el modelo BIM, asegurando que se sigan los estándares y protocolos establecidos para la creación y gestión de la información.</li> <li>- Coordinar la información de su disciplina con la información de otras disciplinas, asegurando que se respeten las interferencias y que se resuelvan de manera eficiente</li> <li>- Revisar y aprobar la información de su disciplina antes de su inclusión en el modelo BIM, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos del proyecto.</li> <li>- Asegurar la comunicación efectiva entre su equipo y otros miembros del equipo de trabajo, incluyendo el coordinador BIM y otros líderes de disciplinas.</li> <li>- Asegurarse de que el trabajo de su equipo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.</li> </ul>

## 5.7 Diseño de procesos BIM

### Flujo General de la Gestión BIM - Medical BIM

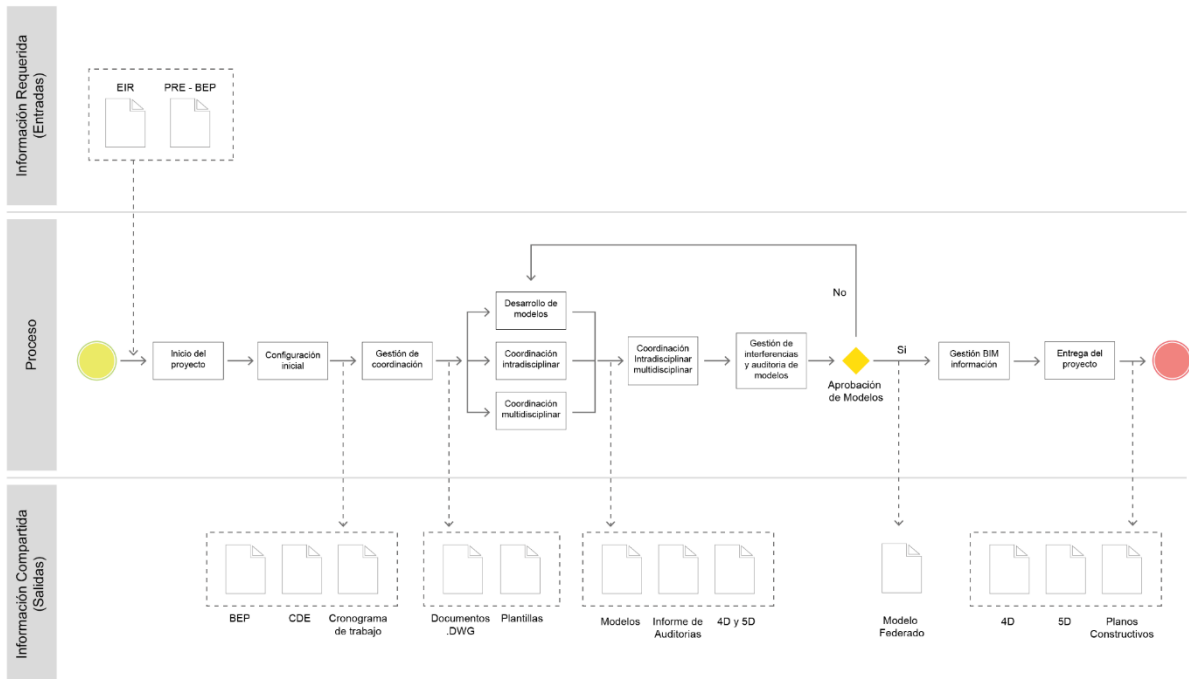


Ilustración 8. Flujo de la Gestión BIM. (Elaboración Propia)

### Flujo Inicio/ Configuración inicial del Proyecto - Medical BIM

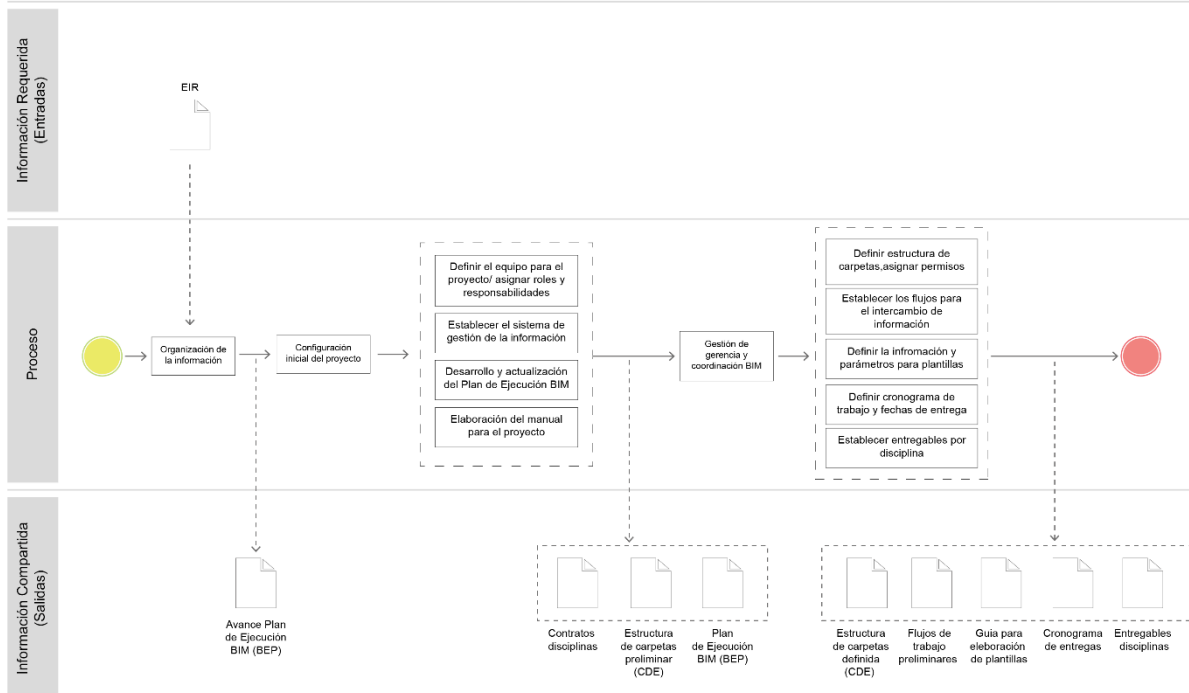


Ilustración 9. Flujo de Configuración Inicial del Proyecto. (Elaboración Propia)

**Flujo Inicio Gestión de la Coordinación Multidisciplinar - Medical BIM**

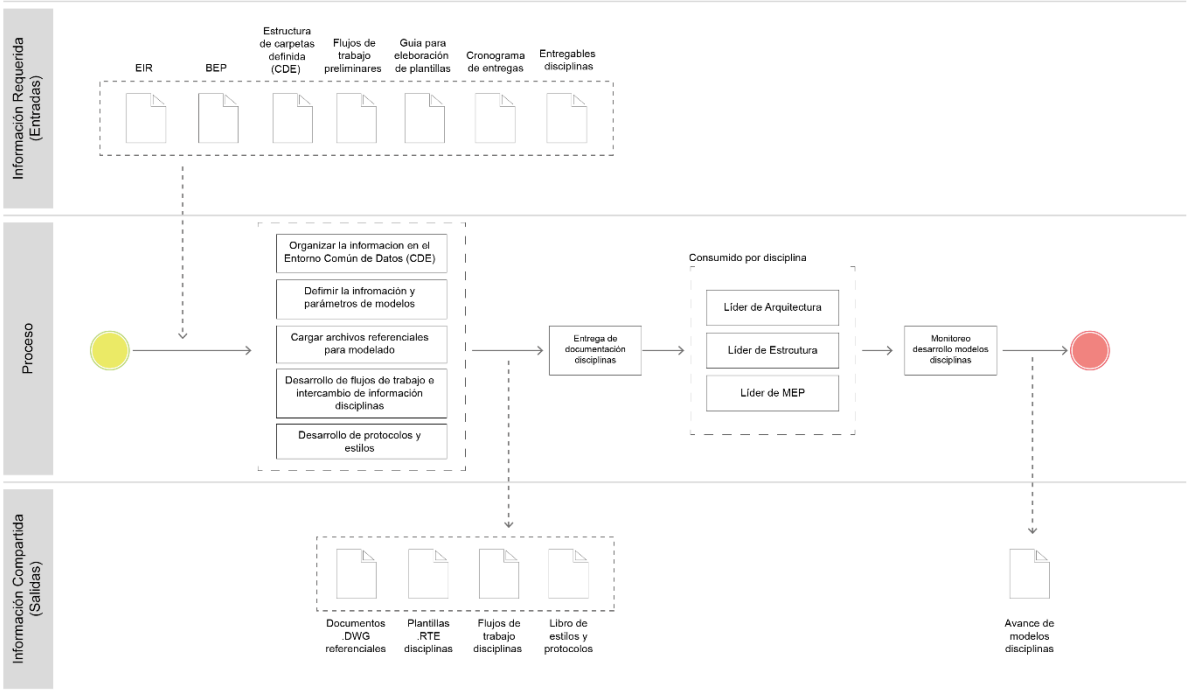


Ilustración 10. Flujo de Gestión de la Coordinación Multidisciplinar. (Elaboración Propia)

**Flujo Gestión de Interferencias y Auditoría de Modelos - Medical BIM**

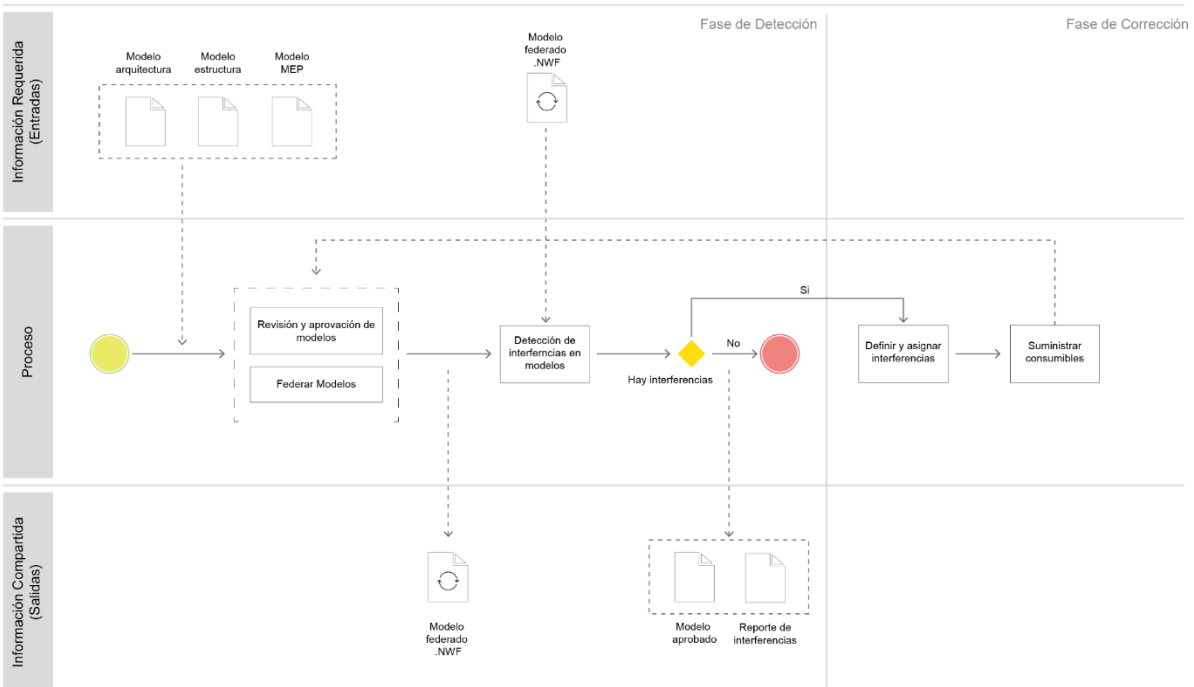


Ilustración 11. Flujo de Gestión de Interferencias y Auditoría de Modelos. (Elaboración Propia)





## 5.8 Intercambio de información BIM

### 5.8.1 Estructura de carpetas

Dentro del entorno común de datos seleccionado (ACC), se ha establecido una estructura de carpetas de tres niveles para organizar y almacenar la información del proyecto de manera eficiente. Esta estructura jerárquica proporciona una organización clara y facilita la navegación y ubicación de los archivos.

Tabla 30: Estructura de Carpetas para Organizar y Almacenar la Información (Elaboración Propia)

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
1. Trabajo en Progreso (WIP)	1.0 Documentación	1.0.1 Archivos Base
		1.0.2 EIR
		1.0.3 BEP
		1.0.4 Protocolos
		1.0.5 Libros de estilo
		1.0.6 Flujos
	1.1 Arquitectura	1.1.1 Recursos
		1.1.2 Consumidos
		1.1.3 RVT
		1.1.4 PDF
		1.1.5 DWG
		1.1.6 Coordinación
		1.1.7 Presupuesto y Planificación
	1.2 Estructura	1.2.1 Recursos
		1.2.2 Consumidos
		1.2.3 RVT
		1.2.4 PDF
		1.2.5 DWG
		1.2.6 Coordinación
		1.2.7 Presupuesto y Planificación

	1.3 MEP	1.3.1 Recursos
		1.3.2 Consumidos
		1.3.3 RVT
		1.3.4 PDF
		1.3.5 DWG
		1.3.6 Coordinación
		1.3.7 Presupuesto y Planificación
	1.4 Coordinación	1.4.1 Minutas
		1.4.2 Reportes
		1.4.3 Coordinación Multidisciplinar
1.5 4D y 5D	No cumple	
2. Compartidos	2.1 Arquitectura	2.1.1 RVT
		2.1.2 PDF
		2.1.3 DWG
		2.1.4 Coordinación
		2.1.5 Presupuesto y Planificación
	2.2 Estructura	2.2.1 RVT
		2.2.2 PDF
		2.2.3 DWG
		2.2.4 Coordinación
		2.2.5 Presupuesto y Planificación
	2.3 MEP	2.3.1 RVT
		2.3.2 PDF
		2.3.3 DWG
		2.3.4 Coordinación
		2.3.5 Presupuesto y Planificación
	2.4 Coordinación	2.4.1 Coordinación Multidisciplinar
	2.5 4D y 5D	No aplica

3. Publicados	3.1 Modelos	3.1.1 Arquitectura
		3.1.2 Estructura
		3.1.3 MEP
		3.1.4 Coordinación
		3.1.5 4D y 5D
	3.2 Documentación	3.2.1 Arquitectura
		3.2.2 Estructura
		3.2.3 MEP
		3.2.4 Coordinación
		3.2.5 4D y 5D
4. Archivado	4.1 Modelos	4.1.1 Arquitectura
		4.1.2 Estructura
		4.1.3 MEP
		4.1.4 Coordinación
	4.2 Documentación	4.2.1 Arquitectura
		4.2.2 Estructura
		4.2.3 MEP
		4.2.4 Coordinación
		4.2.5 4D y 5D

Tabla 31: Intercambio de Información - Modelos BIM. (Elaboración Propia)

Información para intercambiar	Involucrados	Método de Intercambio	Formato de Intercambio
Modelos BIM	Arquitectura	Plataforma de colaboración BIM (Autodesk Construction Cloud)	RVT/ NWC/ IFC
	Estructura		
	MEP		
	Involucrados		NWF/ IFC



## 5.8.2 Modelos BIM

### 5.8.2.1 Modelos para entregar

En el proyecto, se establecerá una frecuencia de entrega semanal de los modelos BIM para monitorear el estado de avance. Esto significa que cada semana se proporcionarán actualizaciones y revisiones de los modelos BIM de las diferentes disciplinas, reflejando los progresos realizados durante ese período.

Tabla 32: Modelos del Proyecto a Entregar (Elaboración Propia)

Modelo	LOD 200	LOD 300
Arquitectónico	Modelo completo a nivel de anteproyecto	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
Estructural	Modelo completo a nivel de anteproyecto	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Mecánico)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Sanitario)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Eléctrico)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Incendios)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)
MEP (Gases)	No se modela	Enfocado al área de quirófanos (Piso n+ 4.00)

Nota. En el proyecto, se establecerá una frecuencia de entrega semanal de los modelos BIM para monitorear el estado de avance. Esto significa que cada semana se proporcionarán actualizaciones y revisiones de los modelos BIM de las diferentes disciplinas, reflejando los progresos realizados durante ese período.

## 5.8.3 Cronograma y presupuesto

Tabla 33: Cronograma y Presupuesto (Elaboración Propia)

Información Por Intercambiar	Involucrados	Método de Intercambio	Formato de Intercambio
Cronogramas y presupuestos	Arquitectura	Plataforma de colaboración BIM (Autodesk Construction Cloud)	Presto/ PDF
	Estructura		
	MEP		
	Coordinación		Presto/ PDF

## 5.8.4 Planos Constructivos

Tabla 34: Planos Constructivos (Elaboración Propia)

Información a Intercambiar	Involucrados	Método de Intercambio	Formato de Intercambio
----------------------------	--------------	-----------------------	------------------------

Planos constructivos	Arquitectura	Plataforma de colaboración BIM (Autodesk Construction Cloud)	PDF
	Estructura		
	MEP		

## 5.9 Control de calidad del modelo

Como parte de buenas prácticas en la metodología BIM se busca obtener una buena calidad en los modelos previo a la coordinación, por esta razón se establecen los siguientes parámetros a cumplir de forma regular.

*Tabla 35: Control de Calidad del Modelo (Elaboración Propia)*

Revisión	Definición	Responsable	Software usado	Frecuencia
Visual	Asegurarse que no haya elementos duplicados y no deseados, así como también que se respete el diseño establecido.	Líderes	Revit 2023	Diaria
Auditorias	Realizar auditorías al modelo para verificar que la información este de acuerdo con lo establecido llegando a tener un margen del 80% de errores antes de enviar el modelo a coordinación.	Líderes	Revit 2023	Diaria
Interferencias	Detectar y dar solución a los conflictos espaciales dentro del modelo para evitar que los componentes del edificio afecten los procesos constructivos en el desarrollo del proyecto.	Líderes	Revit 2023	Diaria
Estándares	Asegurarse que los modelos se desarrollen a partir de los estándares BIM, cumpliendo los protocolos establecidos en el libro de estilos.	Líderes / Coordinador	Revit 2023	Semanal
Integridad	Verificar que la calidad y coherencia de la información que contienen los modelos sea confiable y precisa para garantizar que el conjunto de datos en el proyecto facilite la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida de este.	Coordinador / BIM Manager	Revit 2023	Quincenal

### 5.9.1 Revisiones del modelo

Para garantizar el correcto desarrollo de los modelos se establecerán las siguientes revisiones:



Tabla 36: Procedimiento de Revisión de los Modelos (Elaboración Propia)

Modelo	Actividad	Frecuencia	Formato
Arquitectónico	Revisión	Semanal	.rvt
Estructural	Revisión	Semanal	.rvt
MEP	Revisión	Semanal	.rvt

Para dar seguimiento y certificar la interoperabilidad de los modelos estableceremos los siguientes parámetros para revisión.

Tabla 37: Parámetros de Revisión General de los Modelos (Elaboración Propia)

Revisión General		
Componente	Condiciones de cumplimiento	S/N
Revisión visual del modelo	Revisar elementos incongruentes e innecesarios en el modelo.	
Punto de origen	El proyecto deberá adquirir las coordenadas georreferenciadas establecidas en el levantamiento topográfico.	
Identificación del modelo	Colocar nombre del proyecto y su ubicación.	
Nombres de niveles	El proyecto deberá tener los nombres de planta en todos los niveles.	
Identificación de objetos y nivel de información	Nombrar los objetos modelados de acuerdo con los estándares definidos y con el nivel de información requerida.	

Tabla 38: Parámetros de Revisión de Diseño de los Modelos (Elaboración Propia)

Revisión Diseño		
Componente	Condiciones de cumplimiento	S/N
Tamaño del modelo	Menos a 300 Mgb.	
Linderos	Los linderos arquitectónicos deben coincidir con los estructurales.	
Congruencia en modelos	El modelo arquitectónico coincide con el estructural.	
Nomenclatura	Los elementos cumplen con el estándar establecido en el libro de estilo.	
Textos	Los textos cumplen con el estándar establecido en el libro de estilo.	
Nombres y numeración de láminas	Las láminas cumplen con el estándar establecido en el libro de estilo.	
Vista de planos	Las vistas de planos cumplen con el estándar establecido en el libro de estilo.	
Uso de elementos	Existen elementos sin uso.	



Gestión de advertencias	El número de advertencias es nulo o justificado.	
Navegador	El uso del navegador está de acuerdo con lo establecido en el protocolo.	
Tablas	Todas las tablas se encuentran en uso.	
Vínculos	Los archivos externos se encuentran correctamente justificados e insertados.	

Tabla 39. Revisión de Modelos. (Elaboración Propia)

Revisión de Modelos		
Componente	Condiciones de cumplimiento	S/N
Interferencias	Se han corregido los errores e interferencias en el modelo	
Estándares	Los modelos cumplen con los estándares acordados	
Elementos geométricos	Los elementos están correctamente posicionados y cumplen la función para la que fueron modelados	
Requerimientos del Cliente	Los requerimientos solicitados por el cliente se están cumpliendo	
Vistas y planos	Existen vistas o planos sin usarse	
Grupos	Existen elementos agrupados innecesarios	
Limpieza del archivo	Se ha purgado el modelo	
Auditoría del archivo	Se ha auditado el modelo	

Tabla 40. Revisión MEP (Elaboración Propia)

Revisión MEP		
Componente	Condiciones de cumplimiento	S/N
Congruencia en modelos	El modelo MEP coincide con los modelos arquitectónicos y estructurales.	
Equipos	Todos los elementos modelados MEP se muestran en planos y tablas de cuantificación.	
Coordinación MEP	El modelo ha sido auditado	

## 5.10 Necesidades de infraestructura tecnológica

### 5.10.1 Hardware






Tabla 41. Hardware a utilizar por el Equipo. (Elaboración Propia)

Propietario	Modelo	Especificaciones
-------------	--------	------------------

BIM Manager	Alienware 13	Procesador: Intel® Core™ i7-8850h CPU @2.40GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 250 GB SSD, 500 GB SSD; Tarjeta Gráfica: NVIDIA GeForce GTX 960M 8 GB; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit
Coordinador BIM	Alienware 15	Procesador: Intel® Core™ i7-9750H CPU @2.60GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 500 GB SSD, 500 GB ; Tarjeta Gráfica: NVIDIA GeForce GTX 1660Ti 6 GB; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit
Líder Arquitectura	Dell Precision 7730 Mobile Workstation	Procesador: Intel® Core™ i7-8850h CPU @2.60GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 521 GB SSD ; Tarjeta Gráfica: ADM Radeon Pro WX 4150 4 GB; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit
Líder Estructura	Lenovo Yoga	Procesador: Intel® Core™ i7-1165G7 CPU @2.80GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 500 GB SSD, 500 GB ; Tarjeta Gráfica: Gráficos Intel® Iris® Xe integrados; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit
Líder MEP	Alienware 13	Procesador: Intel® Core™ i7-8850h CPU @2.40GHz; Memoria RAM: 16.0 GB; Disco Duro: 250 GB SSD, 500 GB SSD; Tarjeta Gráfica: NVIDIA GeForce GTX 960M 8 GB; Sistema operativo: Windows 10 Pro 64bit







### 5.10.2 Software

Tabla 42. Softwares a utilizar por el Equipo. (Elaboración Propia)

Disciplina	Uso	Software	Versión	Icono
Todos	Gestión BIM proyecto	Trello	Siempre actual	
Entorno Común de Datos (CDE)	Intercambio de información y colaboración	Autodesk Construction Cloud	Siempre actual	
Arquitectura	Diseño y auditoria	Autodesk Revit	2023	
Estructura	Diseño y auditoria	Autodesk Revit	2023	
MEP	Diseño y auditoria	Autodesk Revit	2023	





Coordinación	Detección de interferencias y simulación constructiva	Autodesk Naviswork	2023	
Todos	Edición de texto	Microsoft Word	2019	
Todos	Hojas de cálculo	Microsoft Excel	2019	
Todos	Presentaciones	Microsoft Power Point	2019	
Todos	Diagrama de flujos	Microsoft Visio	2019	
Todos	Reuniones	Google Meets	Siempre actual	

### 5.10.3 Entorno común de datos (CDE)

En el proyecto, se ha seleccionado el Autodesk Construction Cloud como el entorno común de datos para facilitar el intercambio de información BIM en tiempo real. Este entorno brinda una plataforma colaborativa integral que permite a los diferentes actores del proyecto compartir, visualizar y gestionar eficientemente los modelos BIM, los documentos y otros datos relevantes. Con el uso del Autodesk Construction Cloud, se promueve la interoperabilidad entre los equipos de diseño, ingeniería y construcción, asegurando que todos tengan acceso a la información actualizada en tiempo real. Además, esta plataforma ofrece herramientas de revisión y comentarios, permitiendo una comunicación fluida y una mayor coordinación entre los participantes del proyecto.

*Tabla 43. Entorno Común de Datos (CDE) - Plataforma ACC. (Elaboración Propia)*

<b>Nombre del CDE</b>	Autodesk Construction Cloud
<b>Proveedor del CDE</b>	Autodesk
<b>Link del CDE</b>	<a href="https://acc.autodesk.com/projects">https://acc.autodesk.com/projects</a>



## 5.11 Estructura del modelo

### 5.11.1 Estructura de nombres de archivo

Para codificar los archivos generados en el proyecto, la nomenclatura utilizada seguirá el siguiente formato:

Tabla 44. Estructura de nombres de Archivos. (Elaboración Propia)

Campo	Definición	Requerimiento	Longitud
Proyecto	Identificar el proyecto a desarrollar	Requerido	2 a 4
Creador	Organización creadora del documento	Requerido	2 a 4
Disciplina	Ámbito al que se corresponde el documento	Requerido	2 a 3
Descripción	Texto que describe el documento y su contenido	Requerido	Sin límite
Revisión	Versión del documento	Opcional	2 a 4

Ejemplo:

Tabla 45. Ejemplo de nombramiento de Modelos. (Elaboración Propia)

Proyecto	Creador	Disciplina	Descripción	Revisión
MB	G2	ARQ	MODELO	RV-01
MB	G2	EST	MODELO	RV-01
MB	G2	MEC	MODELO	RV-01

### 5.11.2 Coordenadas del proyecto

La ubicación georreferenciada del proyecto se registrará a las siguientes coordenadas:

Tabla 46. Coordenadas del Proyecto. (Elaboración Propia)

Coordenadas del proyecto	
Origen del proyecto N/S	9882423.462
Origen del proyecto E/O	504566.3878
Elevación	2890 m



Angulo a norte real	283.70 °
---------------------	----------

El proyecto se alineará con las coordenadas establecidas por el catastro municipal aprobado por las entidades municipales mediante el sistema TQM-DATUM WGS 84.

**Nota:** Las coordenadas establecidas en el proyecto servirán como referencia para la elaboración de los modelos de las diferentes disciplinas que intervienen en el proyecto, tomado como norma mandataria el punto “base del proyecto” y el “punto de reconocimiento”, para la georreferenciación de los modelos en el modelo federado.

### 5.11.3 Estándares del modelo

En este apartado se encontrarán las normas, anexos y estándares a nivel nacional e internacional para la implementación de la metodología BIM, así como también otros procesos de calidad que garanticen el correcto desarrollo de los modelos. Cave recalcar que en nuestro país no existen normas oficiales para la implementación de esta metodología, por lo que el proyecto se desarrollara mediante normas internacionales basadas en la ISO 19650 series.

Tabla 47. Estándares de Modelado (Elaboración Propia)

Uso	Estándar	Descripción
Gestión de la información	ISO 19650 series	Proporción de directrices para la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, estableciendo los requisitos para la organización, estructuración y entrega de la información durante las fases de diseño, construcción y operación de un edificio o infraestructura.
Nomenclatura de archivos BIM	Building Smart Spain (ISO 19650)	Proporciona una estructura de codificación y metadatos para identificar los diferentes documentos de un determinado proyecto
Nomenclatura de elementos BIM	BIM Learning (ISO 19650)	Proporciona una estructura de codificación para los elementos modelados, con el objetivo de facilitar el trabajo en equipo, manteniendo un sistema de nomenclatura claro y conocido por todos los participantes



Estructuración y clasificación de la información	COBie, IFC, OmniClass, Unifomat	Estándares y protocolos complementarios para categorizar el alcance de trabajo y los entregables de los diferentes modelos
--	---------------------------------	--

## 5.12 Entregables del proyecto

Tabla 48. Entregables del proyecto (Elaboración Propia)

Disciplina	Entregables	Formatos
Arquitectura	Planos de anteproyecto (Edificio Completo)	PDF
	Planos constructivos (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Simulación Constructiva (piso nivel de quirófanos)	MP4
	Presupuesto (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Cronograma (piso nivel de quirófanos)	PDF
Estructura	Planos de anteproyecto (Edificio Completo)	PDF
	Planos constructivos (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Simulación Constructiva (piso nivel de quirófanos)	MP4
	Presupuesto (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Presupuesto comparativo de losas alivianadas y postensadas	PDF
	Cronograma (piso nivel de quirófanos)	PDF
MEP	Planos constructivos (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Simulación Constructiva (piso nivel de quirófanos)	MP4
	Presupuesto (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Cronograma (piso nivel de quirófanos)	PDF
Coordinación	Comparativa de la metodología tradicional vs BIM	PDF
	Simulación Constructiva unificada (piso nivel de quirófanos)	MP4
	Presupuesto unificado (piso nivel de quirófanos)	PDF
	Cronograma unificado (piso nivel de quirófanos)	PDF



### 5.13 Estrategias de entregables

Tabla 49. Estrategias de Entregables. (Elaboración Propia)

Estrategias	Descripción
Definir los entregables	Mediante la parte contractual se desarrollarán entregables concretos y tangibles que reflejen el trabajo realizado para el que Medical BIM fue contratado
Establecer hitos de entrega	Se establecerán tres hitos de entrega previo a la entrega final, con el objetivo de que el cliente vea el avance del proyecto y las ventajas de la aplicación de la metodología BIM en este proyecto
Coordinación y colaboración	Crear canales de comunicación entre el cliente y Medical BIM para abordar cualquier problema o conflicto antes de la entrega final
Planificación de recursos	Nos aseguramos de contar con los recursos necesarios para producir y entregar la documentación acordada de manera oportuna
Gestión y control de la calidad	Se han establecido estándares que garanticen la calidad de los entregables mediante la revisión interna para corregir inconsistencias antes de entregar la documentación final al cliente
Empaquetado y documentación	Se organizarán los entregables de una forma lógica y estructurada mediante el uso de una estructura de carpetas y una correcta codificación de los archivos a entregar
Entrega y seguimiento	Se enviarán los entregables mediante transferencias electrónica y en la plataforma colaborativa, así como también de forma física asegurándonos de que los entregables sean adecuados para el uso del cliente
Archivado y documentación final	Se elaborará un informe en donde se registrarán los entregables incluyendo fechas, versiones y responsables

## Capítulo 6: Detalle del rol – Gerente BIM

### 6.1 Introducción

#### 6.1.1 ¿Qué es un rol BIM?

Se refiere al papel o función que desempeña un profesional en un proceso de implementación o utilización de la metodología BIM (Building Information Modeling).

#### 6.1.2 Roles dentro del entorno BIM

**Gerente BIM:** Es responsable de la planificación, implementación y coordinación general del proceso BIM. Supervisa la estrategia BIM y se asegura de que se cumplan los objetivos establecidos.



*Ilustración 12. Objetivos de Gerente BIM. (Elaboración Propia)*

**Coordinador BIM:** Se encarga de coordinar y gestionar la colaboración entre los diferentes equipos y disciplinas involucradas en el proyecto. Su función principal es asegurarse de que todos los modelos y datos estén integrados correctamente.

**Líder de disciplinas:** Crea y desarrolla los modelos virtuales utilizando software BIM. Estos modelos contienen información detallada sobre la geometría, materiales, sistemas y componentes del edificio.



## 6.2 Descripción del Rol

Como BIM Manager, mi objetivo es liderar y coordinar el proceso de implementación y gestión del Modelado de Información, ya sea dentro de una empresa o grupo de trabajo para llevar a cabo un proyecto.

Trabajaré en estrecha colaboración con el coordinador BIM y los equipos multidisciplinarios para asegurar una ejecución eficiente y efectiva del proyecto “*Clinica de Espacialidades*”. Además, estaré a cargo de establecer y mantener los estándares BIM, capacitar al personal en el uso de herramientas BIM y gestionar la calidad de los datos generados y almacenados en las CDE, esto implica revisar que estén actualizados, precisos y disponibles para todos los miembros del equipo en todo momento, finalmente trabaje para identificar y resolver conflictos de una forma eficiente, evitando retrasos en el proyecto.

## 6.3 Funciones y Responsabilidades

### 6.3.1 Funciones generales de un BIM Manager

El Gerente BIM asume principalmente las siguientes funciones de gestión y de desarrollo:

- Familiarizarse, comprender y mejorar los procesos de trabajo en los proyectos.
- Comprender las necesidades del cliente para la creación y seguimiento del Informe de Información del Proyecto (EIR, por sus siglas en inglés).
- Encargarse del desarrollo, coordinación, publicación y verificación de todas las configuraciones necesarias para integrar de manera efectiva el diseño y la información del modelo de construcción.
- Determinar el punto de referencia geoespacial del proyecto y garantizar la coordinación con todos los modelos de diferentes disciplinas.



- Coordinar entre las distintas especialidades y detectar interferencias entre ellas, generando los informes correspondientes.
- Poseer conocimientos técnicos de software BIM y asegurarse de que se instale, utilice y actualice correctamente.
- Coordinar la configuración de un servidor de archivos compartidos con el equipo, incluyendo permisos de acceso, protocolos, etc.
- Planificar reuniones para asistir al coordinador BIM y al modelador BIM.
- Coordinar la elaboración, implementación y cumplimiento del Plan de Ejecución BIM (BEP).
- Establecer el entorno común de datos (CDE).
- Establecer los niveles de detalle y de información (LOD).
- Gestionar los cambios en el modelo.

### **6.3.2 Funciones del BIM Manager en Medical BIM**

- Responsable de dar cumplimiento a la parte contractual (EIR), validando y garantizando los requerimientos del cliente.
- Responsable de tomar decisiones objetivas en momentos críticos.
- Configuración, estructura y selección de estrategias para el desarrollo del proyecto mediante la elaboración del BEP con el apoyo del coordinador.
- Elección del intercambio de información con el equipo de profesionales, a través de un entorno común de datos (ACC).
- Definir el uso de softwares para mejorar la interoperabilidad en el desarrollo del proyecto.
- Asignar roles, responsabilidades, funciones y permisos a los diferentes a los diferentes miembros del equipo para el desarrollo del proyecto.





- Controlar la información y entregables almacenados de una manera lógica y estructurada.
- Gestionar los recursos necesarios para garantizar la información previa al arranque del proyecto.
- Crear entornos colaborativos mediante reuniones con el equipo para monitorear y controlar el progreso del proyecto usando una metodología ágil.
- Reportar los resultados del proyecto.

#### 6.4 Organigrama

La estructura organizacional desarrollada para el proyecto “*Clinica de Especialidades*”, está conformada en tres niveles según su rol y funciones designadas a cada miembro del equipo, dichas funciones son designadas por el BIM Manager.

El equipo conformado por mi persona Arq. Kevin Romero con rol de BIM Manager, lo cual mantengo una relación directa con el Coordinador BIM, el Arq. Francisco Racines, siendo la persona que me informa del proceso, avance, problemas que surgen durante el desarrollo del proyecto en las diferentes especialidades contratadas para la “*Clinica de Especialidades*” (Arquitectura, Estructura y MEP).

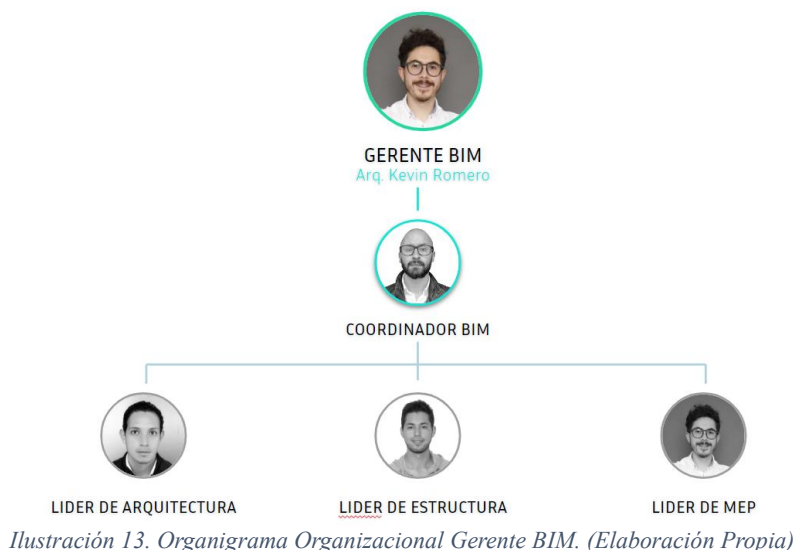


Ilustración 13. Organigrama Organizacional Gerente BIM. (Elaboración Propia)



Es importante mencionar que dentro de implementación BIM, el gerente BIM puede tener a cargo algunos proyectos dependiendo de la complejidad, extensión y alcances de mismo, con esto quiero decir que se puede tener relación con los diferentes coordinadores a cargo de cada proyecto.

## **6.5 Desarrollo del rol**

### **6.5.1 Flujo general de la gestión BIM**

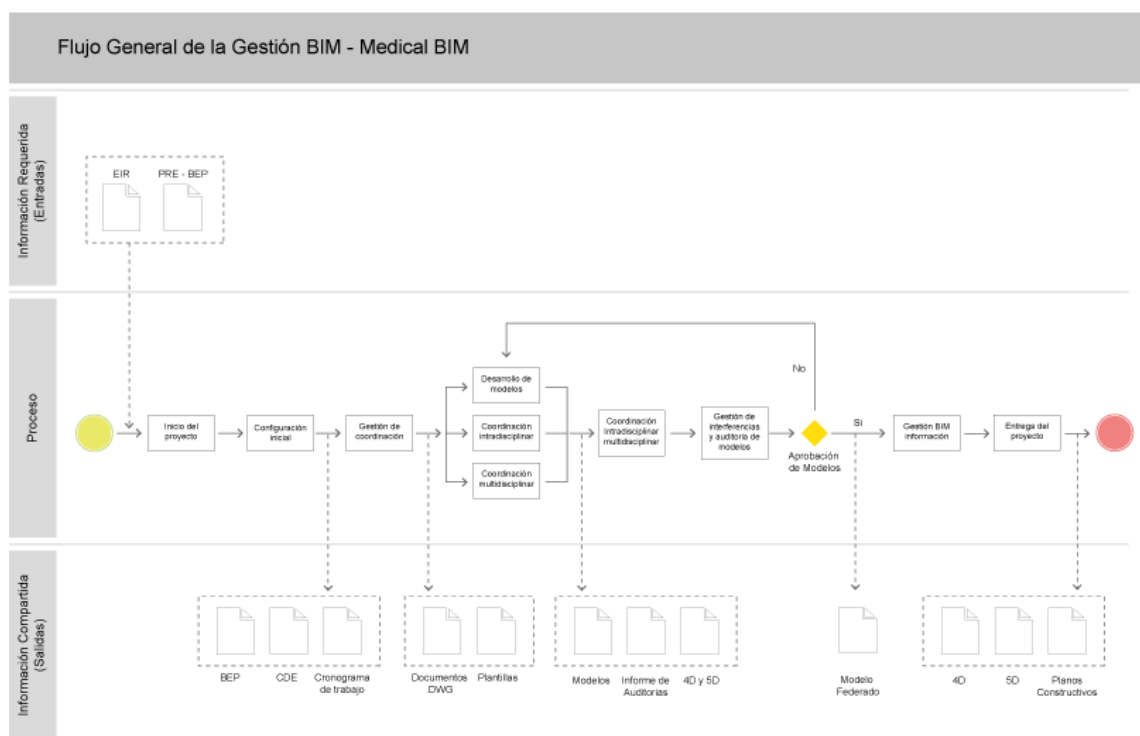
El flujo general de la gestión de BIM que fue creado para la empresa Medical BIM, plantea tres niveles de necesidades para tener un trabajo ordenado y delimitado para la elaboración de los diferentes entregables de cada especialidad.

En el nivel medio se indica el proceso que se debe seguir de una fase de arranque del proyecto hasta el cierre y entrega del mismo apoyándose en un nivel superior gráficamente que es la información requerida para el inicio de actividades o información de entrada y a su vez nos apoyamos en el nivel inferior gráficamente que son los entregables requeridos en que etapa del proyecto.

Antes de iniciar el desarrollo del proyecto "*Clinica de Especialidades*" se requiere tener el contrato firmado con los requerimientos del cliente (EIR) y un pre BEP. A partir de esta información iniciamos con la configuración inicial que da como resultado el BEP, CDE y el cronograma de trabajo. A continuación, realizaremos una gestión de la información, en primer lugar, socializar la información inicial, además de entregar documentos existentes del proyecto como sin planos en formato dwg., pdf y plantillas para el software revit creadas por el coordinador BIM.

Se procede al desarrollo de modelos, realizando una coordinación interdisciplinar para la verificación de duplicidades internas y posterior a es proceso, se realizará una coordinación multidisciplinar, arrojando los siguientes entregables, modelos 3D,

informes de auditorías, presupuesto 5D y planificación 4D para proceder con la coordinación interdisciplinar y la gestión de interferencias con auditorías de modelos. Con estos procesos se determina si los son aprobados, si es el caso se continua con la ejecución del modelo federado como entregable con sus distintos entregables requeridos y acordados con el cliente y si no se aprueba se regresa a la etapa del desarrollo de modelos para las respectivas correcciones.



*Ilustración 14. Flujo General de la Gestión BIM. (Elaboración Propia)*

### 6.5.2 BEP

BEP (BIM Execution Plan) o "Plan de Ejecución BIM", es un documento primordial y estratégico dentro de la metodología BIM en donde se establece las pautas, estándares y la estrategia de implementación para un la *“Clínica de Especialidades”*.

El BEP se lo realiza al comienzo y es utilizado para la gestión y guía de la implementación de BIM a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto.



Como paso previo a este documento que es actualizado a lo largo de la ejecución del proyecto se realizó un pre BEP que es una respuesta rápida al EIR con estrategias generales en una etapa de licitación y de esta forma dar un inicio inmediato al ser adjudicado el contrato, posterior a este paso se procede con la elaboración definitiva del BEP.

El documento tiene algunos elementos claves como son:

- **Objetivos del proyecto BIM:** Son las metas específicas que se esperan lograr mediante la implementación de BIM en el proyecto.
- **Roles y responsabilidades:** Se especifica quiénes serán los responsables de tareas relacionadas con BIM en el proyecto.
- **Alcances:** Son definidos con los Usos BIM los cuales indican cómo se utilizará la información del modelo en cada etapa del proyecto.
- **Definición de entorno común de datos CDE:** Se plantea la plataforma para compartir, almacenar y gestionar la información.
- **Estructura de archivos y formatos:** Se establece cómo se deberán estructurarán y nombrarán los archivos de modelos BIM, así como los formatos de archivo que se utilizarán.
- **Formatos de comunicación:** Se establece cuáles serán las plataformas oficiales de comunicación.
- **Procedimiento de colaboración:** Engloba algunos elementos como se llevarán las reuniones y como quedarán registradas, se socializa el cronograma para la ejecución del proyecto y se dará accesos a carpetas dependiendo del rol.

- **Operación:** Se elaborará protocolo, flujos y plantillas.
- **Estructura de modelos:** Se indica que modelos se ejecutaran para cumplir con los requisitos del cliente.
- **Entregables:** Se indica los elementos que se entregaran, si es el caso el nivel en el cual se desarrollara el proyecto, todo depende de los alcances.

El BEP es primordial para garantizar la implementación efectiva de la metodología BIM en el proyecto, se asegura que todos los participantes estén alineados en cuanto a objetivos y procesos. Esto ayuda a evitar problemas y conflictos posibles y contribuye a la eficiencia y la calidad en la ejecución del proyecto.

El documento desarrollado para este trabajo de titulación se encuentra en el capítulo 5. La grafica resume lo ya mencionado con los lineamientos principales que se plantearon para la “*Clinica de Especialidades*”.

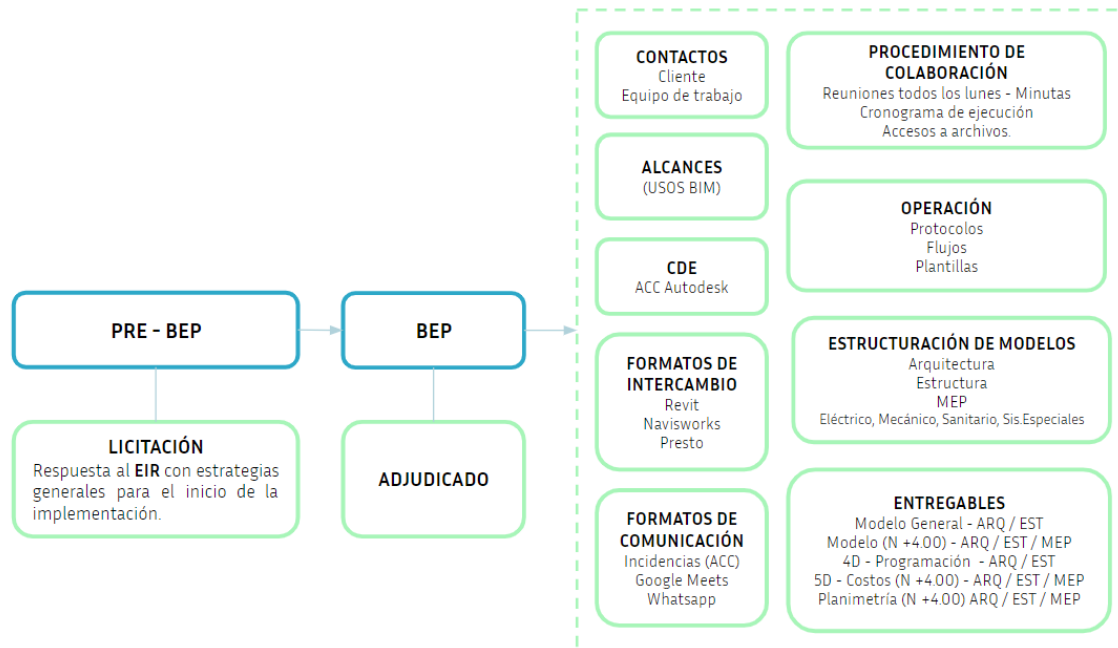


Ilustración 15. BEP. (Elaboración Propia)

### 6.5.3 Estructura de carpetas

Antes de empezar con la descripción de este apartado me gustaría recordar que es un CDE.

“Un CDE, Common Data Environment o Entorno Común de Datos es un espacio digital común abierto al que pueden acceder todos los miembros de un equipo de trabajo para compartir información de un proyecto. Es, sin duda, la piedra angular del trabajo colaborativo en entorno BIM”. (López, 2023)

Es importante mencionar la norma ISO 19650 que es un conjunto de estándares internacionales, en el apartado ISO 19650-1 menciona un esquema de estructuración con subdivisiones en las diferentes áreas por estado de la información. Para la norma ISO hay 4 etapas en la información que se aplican en este trabajo como primer nivel en la estructura de carpetas.

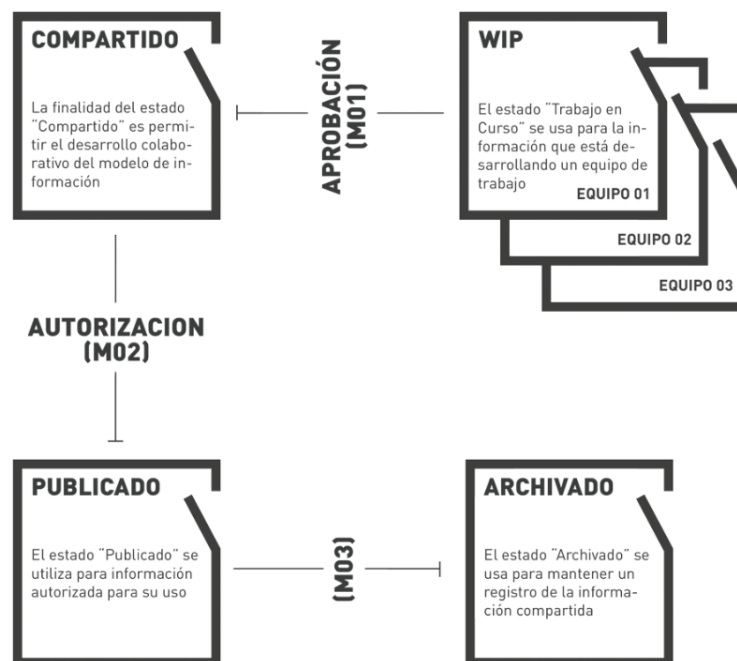


Ilustración 16. Flujo de información de un CDE. Extraído de la ISO 19650

En la siguiente ilustración muestro los siguientes niveles que se plantean para almacenar la información, con los respectivos permisos para cada líder de las disciplinas y al coordinador a las mismas. Cabe recalcar que esta estructura es para la empresa Medical BIM y es por eso la carpeta de documentación que tiene acceso libre ya que los profesionales pertenecen a la empresa y no son subcontratados.



Ilustración 17. Estructura de carpetas. (Elaboración Propia)

La distribución en la carpeta 2 es parecida a la del trabajo en progreso WIP. La carpeta 3 y 4 se muestra desglosada en el capítulo 5 correspondiente al BEP.

#### 6.5.4 Cronograma

Medical BIM toma el proyecto el 20 de abril del 2023, con la documentación 2D entregada por la parte contratante para la implementación de la metodología BIM en la clínica de especialidades. Comprometiéndose a entregar los resultados de la implementación el 29 de julio del 2023.

CRONOGRAMA																
DESCRIPCION	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Presentacion del Proyecto																
EIR																
Entrega de informacion del proyecto																
Pre BEP																
BEP																
Plantillas de Modelos																
Modelo ARQ																
Modelo EST																
Modelo MEP																
Coordinacion de Modelos																
Modelo Federado																
Revision Entregables																
Entrega de Proyecto																

Ilustración 18. Cronograma. (Elaboración Propia)

### 6.5.5 Trabajo colaborativo

El trabajo colaborativo para la el proyecto se identifica principalmente en la comunicación continua atreves de algunas fuentes de comunicación oficiales con es el Autodesk BIM Construction cloud por medio de incidencias si estas no son resueltas con facilidad, se procede a agendar una reunión en la plataforma Google meets atreves de coordinación si fuese el caso, registrando estas reuniones en minutas.

También se plantea hitos de presentación, los cuales son controlados y verificados con revisiones de avances. Se define 5 hitos de presentación que se indica en la ilustración.





*Ilustración 19. Trabajo Colaborativo. (Elaboración Propia)*

Como se menciona anteriormente y se indica en la *ilustración 18* en el apartado de minutas se creó una plantilla para el registro de las reuniones este formato se utilizó durante el desarrollo del trabajo de titulación. En la siguiente ilustración se muestra un ejemplo de la plantilla de la reunión número 6. Las demás minutas se pueden apreciar en anexos.

Adicionalmente a este registro se llevó una bitácora de control con las reuniones ejecutadas con una breve descripción, número de la reunión, fecha, hora y link de la reunión como se muestra en la tabla 41.



### MINUTA DE REUNIONES N° 06

<b>Fecha</b>	Lunes, 15 de mayo del 2023	<b>Hora inicio</b>	20:00
<b>Modalidad</b>	Virtual	<b>Hora final</b>	21:00

#### Asistentes

Nombre	Rol
Arq. Kevin Romero	Gerente BIM
Arq. Francisco Racines	Coordinador BIM
Arq. Eduardo Vinueza	Líder de arquitectura
Ing. Jack Vásquez	Líder estructural

#### Asuntos tratados

##### Asuntos Principales:

- Revisión de avance de modelos Arq. y Est.
- Revisión del avance del BEP y del documento grupal.
- Socialización de flujos.

##### Asuntos Secundarios:

- Organización grupal para trabajos próximos.

#### Compromisos adquiridos

Tarea	Responsables
Revisión del avance del modelo arq.	Líder de arquitectura
Revisión del avance del modelo est.	Líder estructural
Avance de documento grupal	Coordinador BIM
Avance de documento grupal	Gerente BIM

#### Respaldos

<b>Link de reuniones</b>	<a href="https://meet.google.com/cwi-hxcc-siz">https://meet.google.com/cwi-hxcc-siz</a>
--------------------------	---





### MINUTA DE REUNIONES N° 06

<b>Fecha</b>	Lunes, 15 de mayo del 2023	<b>Hora inicio</b>	20:00
<b>Modalidad</b>	Virtual	<b>Hora final</b>	21:00

#### Asistentes

Nombre	Rol
Arq. Kevin Romero	Gerente BIM
Arq. Francisco Racines	Coordinador BIM
Arq. Eduardo Vinuesa	Líder de arquitectura
Ing. Jack Vásquez	Líder estructural

#### Asuntos tratados

##### Asuntos Principales:

- Firma del EIR por los involucrados.
- Socialización de protocolos.
- Inducción por parte del coordinador para subir los archivos de .rvt al ACC.

##### Asuntos Secundarios:

- Definición de día y hora para reuniones semanales. (Todos los lunes a las 20:00)

#### Compromisos adquiridos

Tarea	Responsables
Revisión del avance del modelo arq.	Líder de arquitectura
Revisión del avance del modelo est.	Líder estructural
Avance de documento grupal	Coordinador BIM
Avance de documento grupal	Gerente BIM

#### Respaldos

<b>Link de reuniones</b>	<a href="https://meet.google.com/cwj-hxcc-sjz">https://meet.google.com/cwj-hxcc-sjz</a>
--------------------------	---

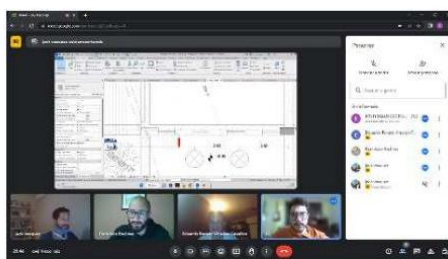


Ilustración 20. Formato de minutas. (Elaboración Propia)

Tabla 50. Reunión Ejecutadas

<b>Tema</b>	<b>No</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Enlace</b>
Definición de roles Revisión del proyecto para titulación.	01	Viernes, 20 de abril del 2023	22:30	<a href="https://us05web.zoom.us/j/88427856674?pwd=bDg1aW9Ebkrcis4V1FyaWNscStjOT09">https://us05web.zoom.us/j/88427856674?pwd=bDg1aW9Ebkrcis4V1FyaWNscStjOT09</a>
Revisión de plantilla Arq. Acuerdos para modelado. Revisión para la elaboración de EIR.	02	Martes, 2 de mayo del 2023	20:00	<a href="https://us04web.zoom.us/j/73165653760?pwd=Bx1tyU4Ie82Vv4dVPAoVjKiLKcjfNL.1">https://us04web.zoom.us/j/73165653760?pwd=Bx1tyU4Ie82Vv4dVPAoVjKiLKcjfNL.1</a>
Revisión y firma del EIR. Socialización de protocolos.	03	Sábado, 6 de mayo del 2023	15:00	<a href="https://meet.google.com/sig-escy-ucf">https://meet.google.com/sig-escy-ucf</a>
Revisión de avance de modelos Arq. y Est. Firma definitiva del EIR	04	Lunes, 8 de mayo del 2023	20:00	<a href="https://meet.google.com/skj-wano-jpe">https://meet.google.com/skj-wano-jpe</a>
Organización para el inicio del documento grupal. Revisión de avance de modelos Arq. y Est. Revisión de plantillas	05	Sábado, 13 de mayo del 2023	15:00	Tutoría establecida por Elmer
Revisión de avance de modelos Arq. y Est. Revisión del avance del BEP y del documento grupal. Socialización de flujos.	06	Lunes, 15 de mayo del 2023	20:00	<a href="https://meet.google.com/cwj-hxcc-sjz">https://meet.google.com/cwj-hxcc-sjz</a>
Tema puntual del proyecto para avanzar con los modelos. Revisión de la primera presentación	07	Miércoles, 17 de mayo del 2023	20:00	<a href="https://meet.google.com/ybe-rebz-ixw">https://meet.google.com/ybe-rebz-ixw</a>
Revisión del avance del BEP y del documento grupal. Revisión de los modelos de Arq. y Est. Avance de del 60%	08	Lunes, 22 de mayo del 2023	20:00	<a href="https://meet.google.com/mxp-ujrk-aho">https://meet.google.com/mxp-ujrk-aho</a>
	09	Lunes, 29 de mayo del 2023	20:00	<a href="https://meet.google.com/phq-fpqu-tts">https://meet.google.com/phq-fpqu-tts</a>
Revisión del avance del BEP Revisión de los modelos de Arq. y Est. Avance de del 90% Revisión de niveles en modelo Arq.	10	Lunes, 05 de junio del 2023	20:00	<a href="https://meet.google.com/kgz-wpnr-oya">https://meet.google.com/kgz-wpnr-oya</a>
Revisión de contratos para la entrega del corte a la fecha del proyecto	11	Miércoles, 08 de junio del 2023	21:00	<a href="https://meet.google.com/qqu-kdge-uow">https://meet.google.com/qqu-kdge-uow</a>



## 6.6 Conclusiones

- El BIM Manager juega un papel fundamental como líder y facilitador principal durante la implementación BIM. La experiencia, visión estratégica y habilidades en la gestión del cambio es fundamental para lograr una aplicación exitosa de la metodología BIM.
- El rol me permitió establecer los objetivos y la dirección de la implementación BIM, mediante la creación de un flujo de trabajo general, obteniendo una mejor colaboración, lo que permitió ser más eficiente en los entregables con una reducción abismal de conflictos interdisciplinarios.
- Fui responsable de establecer los estándares y protocolos BIM para asegurar la coherencia en la creación y el intercambio de información entre todos los involucrados en el proyecto.
- Una implementación BIM exitosa liderada por el BIM Manager, se obtiene un proyecto con mayor eficiencia, una toma de decisiones más informada, una reducción de costos, una mejora en la comunicación entre equipos y una mayor satisfacción del cliente.

## Capítulo 7: Líder MEP (Rol secundario)

### 7.1 Introducción

En la industria de la construcción, la implementación de la metodología BIM ha revolucionado la forma en que se planifican, diseñan y ejecutan proyectos. En donde el papel del líder MEP es fundamental para garantizar la eficiencia, la precisión y el éxito en la ejecución de proyectos de construcción.

El líder MEP no solo posee un profundo conocimiento técnico en su campo, sino que también es un facilitador para garantizar que todas las ingenierías MEP se integren sin problemas en el modelo BIM general.

### 7.2 Definición del rol

El líder MEP es el responsable de verificar, crear y desarrollar modelos mecánicos, hidrosanitario y de sistemas especiales (bomberos) con su respectiva información geométrica, materiales, sistemas y componentes.

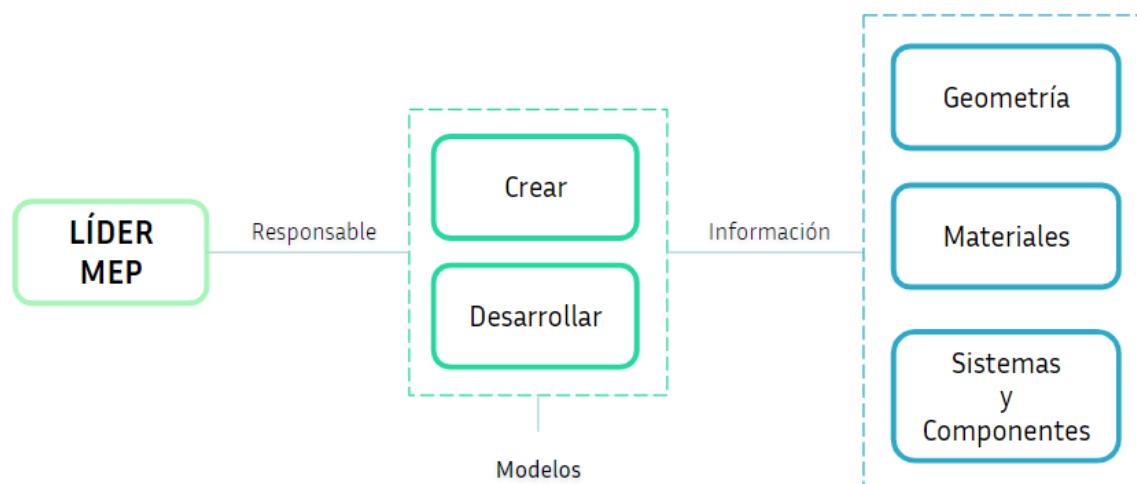


Ilustración 21. Definición del rol MEP. (Elaboración Propia)



### **7.3 Funciones y responsabilidades**

- Crear y gestionar la información de los modelos MEP (mecánico, hidrosanitario eléctrico y sistemas especiales) asegurando que se sigan los estándares y protocolos establecidos en el BEP.
- Entregar modelos auditados al coordinador, de acuerdo a lo que se establece en el BEP.
- Asegurar la comunicación efectiva entre el equipo MEP, el coordinador BIM y los líderes de estructura y arquitectura.
- Mantener actualizado el modelo, con respecto los cambios que se van desarrollando tanto en estructura como arquitectura.
- Dar respuesta a los informes de colisiones, mediante las soluciones planteadas por el equipo MEP para beneficio del desarrollo del proyecto Clínica de Especialidades.
- Elaborar el presupuesto vinculando la información de los modelos.
- Asegurarse de que el trabajo cumpla con los plazos establecidos y se entregue en tiempo y forma.

### **7.4 Organigrama**

El líder MEP tiene relación directa con el Coordinador del proyecto para gestionar información del rol, preguntas sobre otras especialidades, transmitiendo las dificultades y colisiones detectadas al momento del modelado.

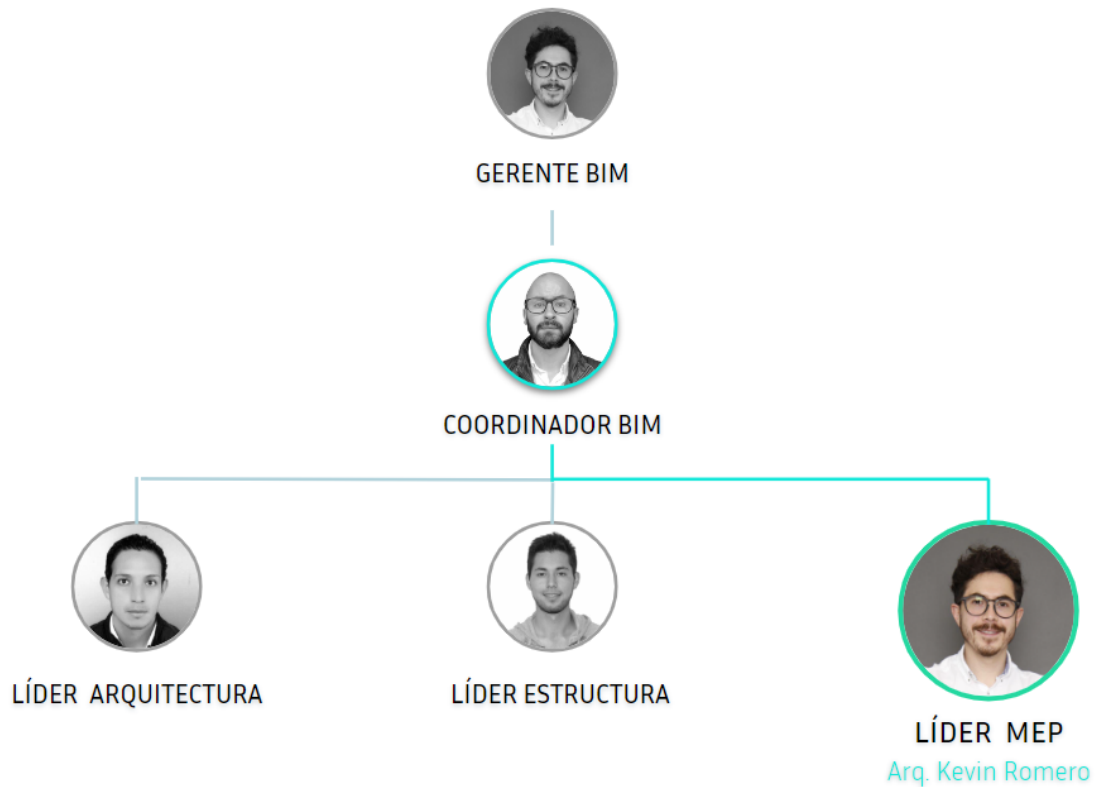


Ilustración 22. Organigrama del rol MEP. (Elaboración Propia)

## 7.5 Desarrollo del rol

### 7.5.1 Hitos del rol Líder MEP

Tabla 51. Hitos Internos de la disciplina MEP. (Elaboración Propia)

HITO	ARCHIVO POR PRESENTAR
Hito 1: Modelos MEP, Nivel +4.00, Planta de Quirófanos LOD 300	Modelo MEP del Proyecto
Hito 2: Modelos MEP auditados, Nivel +4.00, Planta de Quirófanos LOD 300	Modelo MEP del Proyecto, con Anexos de verificación de modelo auditado.
Hito 3: Costes de construcción	Presupuesto del nivel ejecutado.
Hito 4: Planos profesionales	Planos con información específica



### 7.5.2 Estructura de modelo

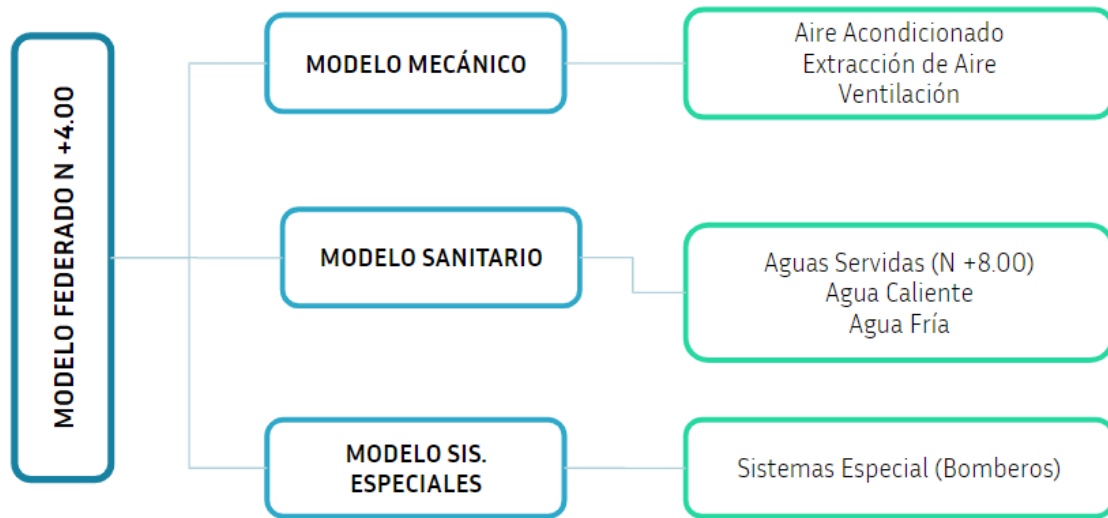


Ilustración 23. Estructura de modelo. (Elaboración Propia)

Como líder de MEP me solicitaron realizar tres modelos:

- Modelo mecánico con sus diferentes sistemas como son aire acondicionado, extracción de aire y ventilación. sanitario y modelo de sistemas especiales (bomberos).

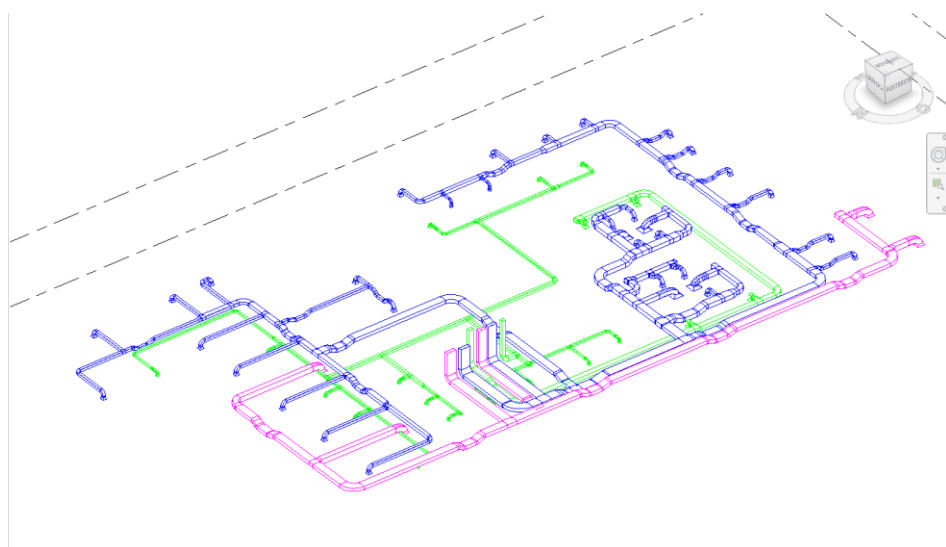
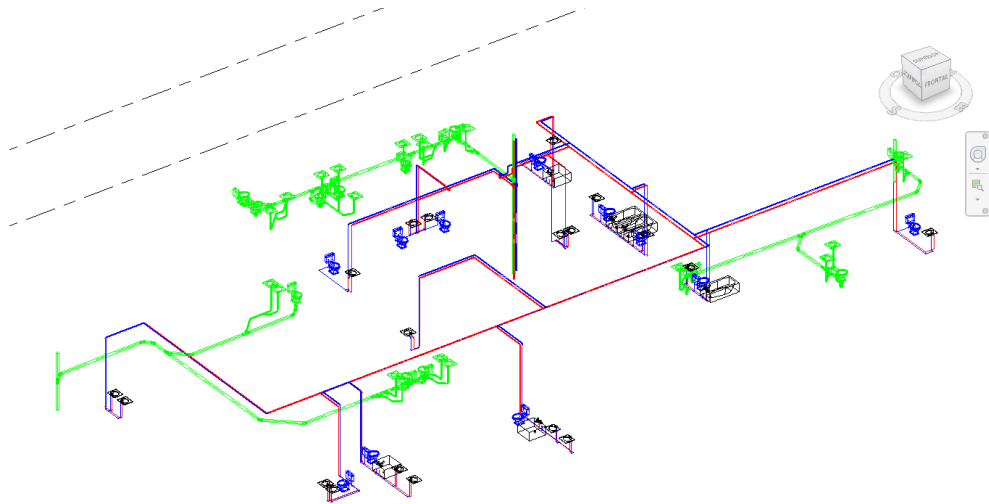


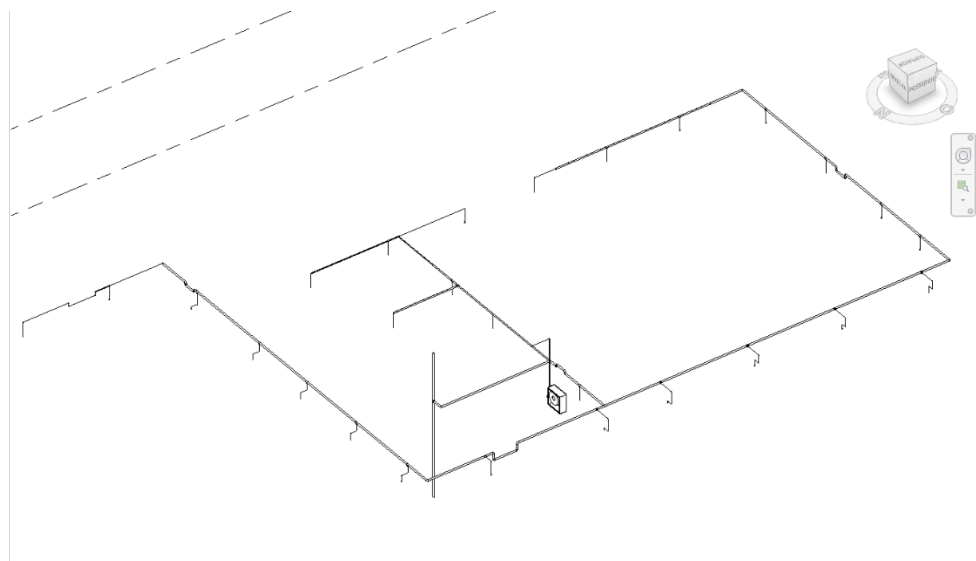
Ilustración 24. Modelado sistema mecánico. (Elaboración Propia)

- Modelo sanitario con sus respectivos sistemas como son: aguas servidas del nivel +8.00, agua caliente y agua fría.



*Ilustración 25. Modelado sistemas hidrosanitarios. (Elaboración Propia)*

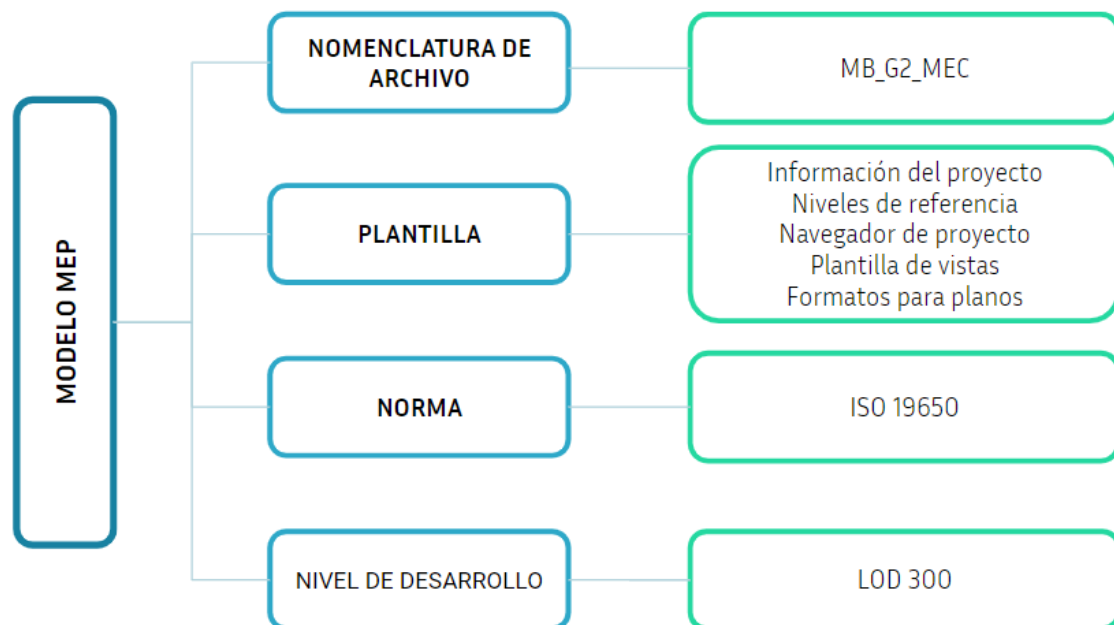
- Modelo del sistema especial de bomberos.



*Ilustración 26. Modelado sistema especial bomberos. (Elaboración Propia)*

### 7.5.3 Creación de modelo

Para la creación de modelos MEP se aplicaron algunos parámetros ya especificados en el BEP e información adicional entregada por el coordinador, en el grafico siguiente se especifica y se detallan los parámetros para la elaboración de los modelos.



*Ilustración 27. Creación de modelos MEP. (Elaboración Propia)*

### 7.5.4 Flujos de trabajo

Los flujos de trabajo implementados por la disciplina MEP y la empresa Medical BIM es una herramienta facilitadora para la aplicación de la metodología BIM y la gerencia de proyectos. Estas representaciones visuales indican los procesos relacionados a la disciplina MEP, por lo cual se torna indispensable su desarrollo y aplicación para facilitar y garantizar el correcto intercambio de la información con los involucrados.

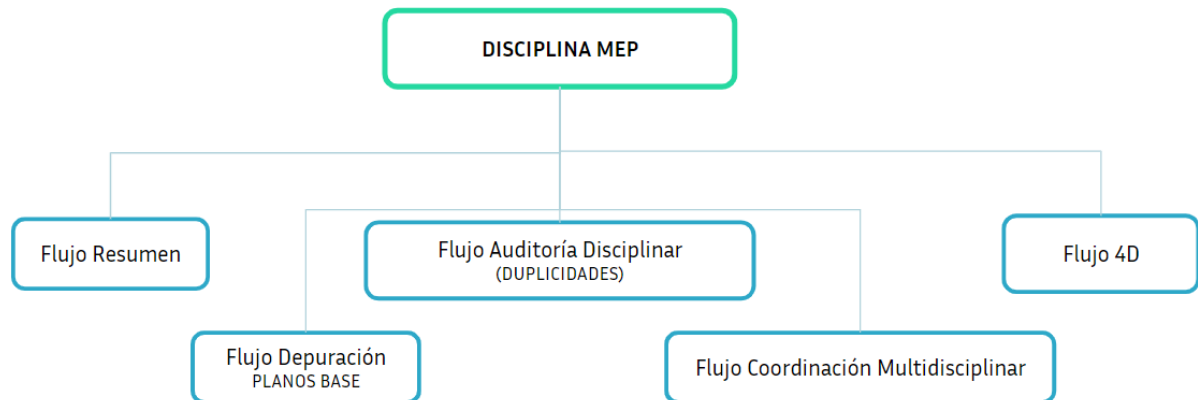


Ilustración 28. Flujos de trabajo aplicados en MEP. (Elaboración Propia)

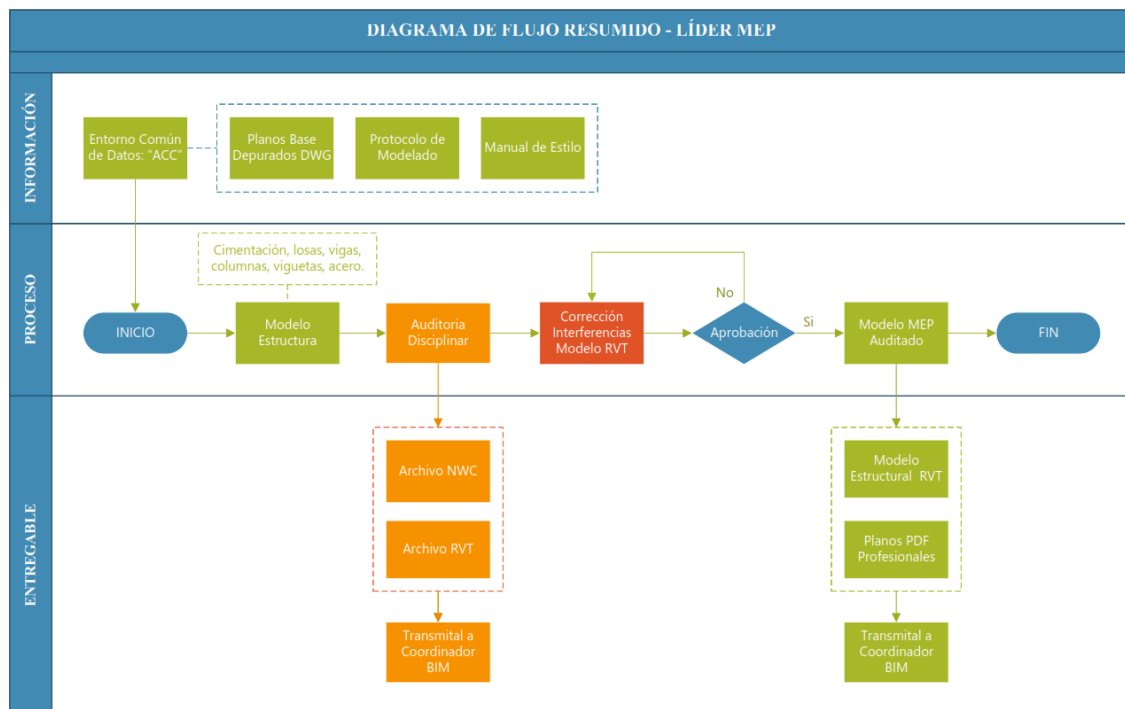


Ilustración 29. Flujo general de MEP. (Elaboración Propia)

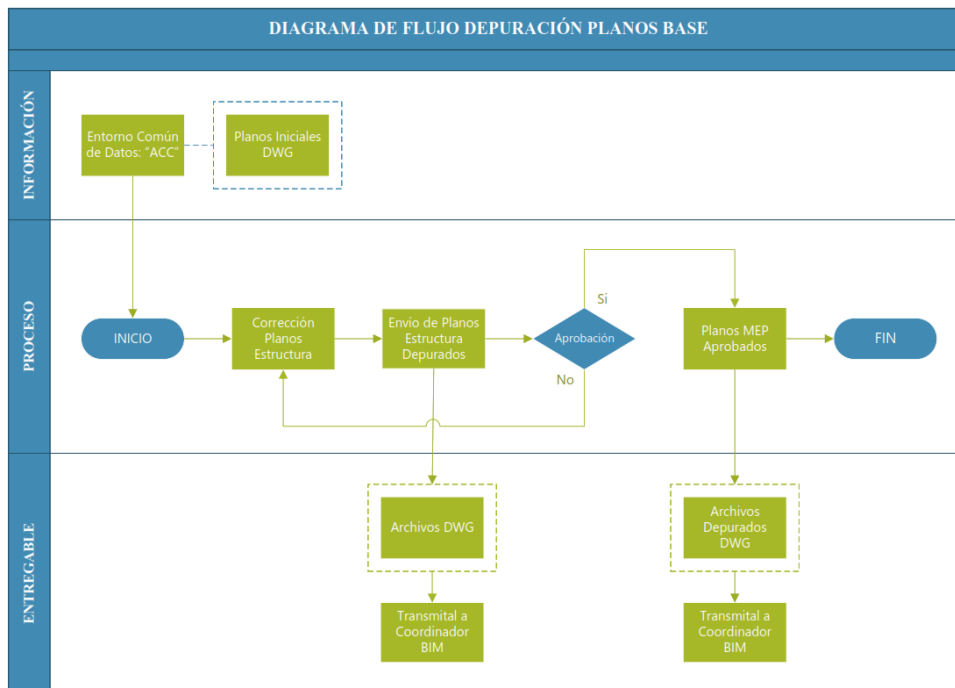


Ilustración 30. Flujo depuración de planos base MEP. (Elaboración Propia)

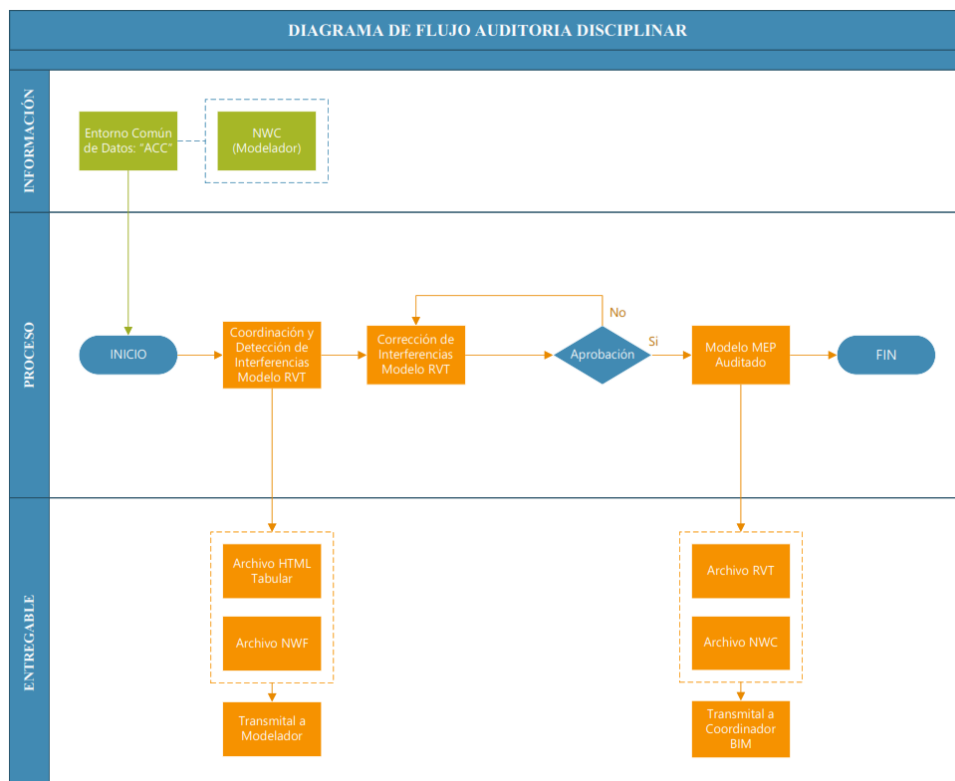


Ilustración 31. Flujo auditado disciplinar MEP. (Elaboración Propia)

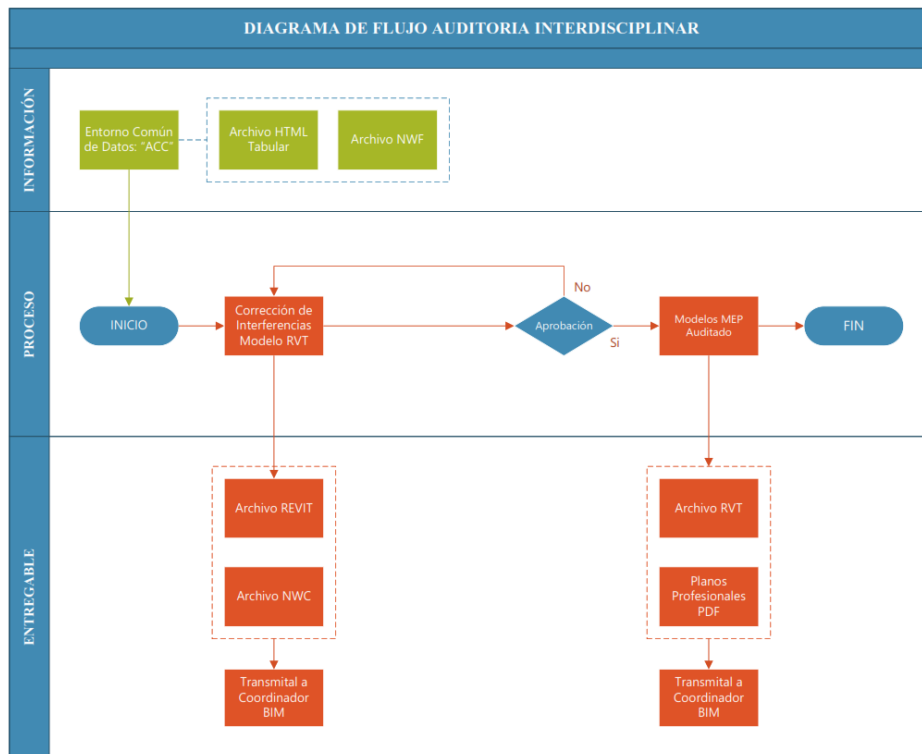


Ilustración 32. Flujo interdisciplinar MEP. (Elaboración Propia)

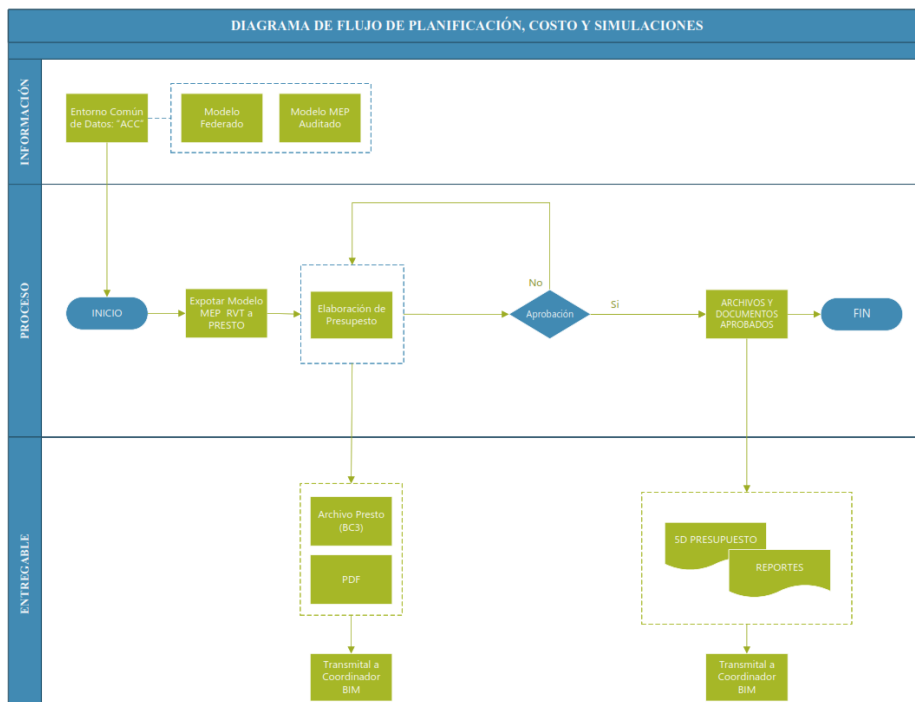


Ilustración 33. Flujo 5D MEP. (Elaboración Propia)

### 7.5.5 Estructura de carpetas

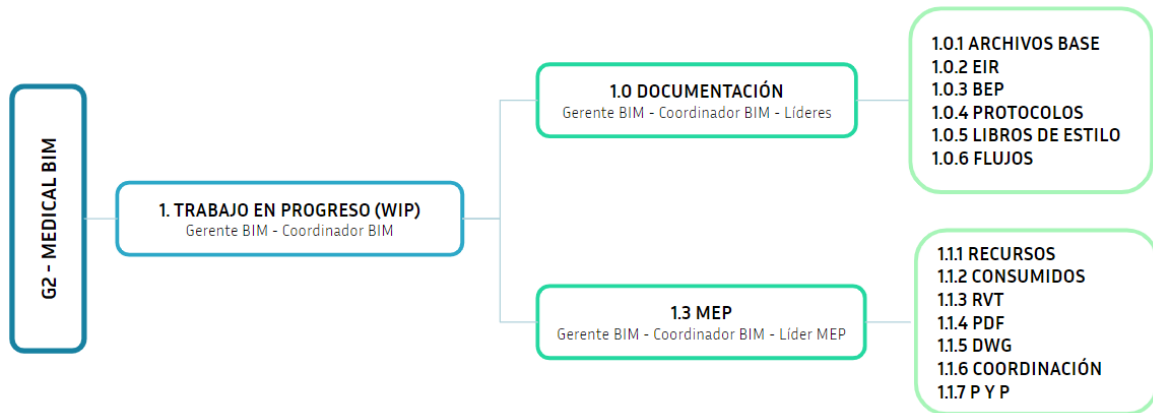


Ilustración 34. Estructura de carpetas para MEP. (Elaboración Propia)

### 7.5.6 Auditoria de modelos

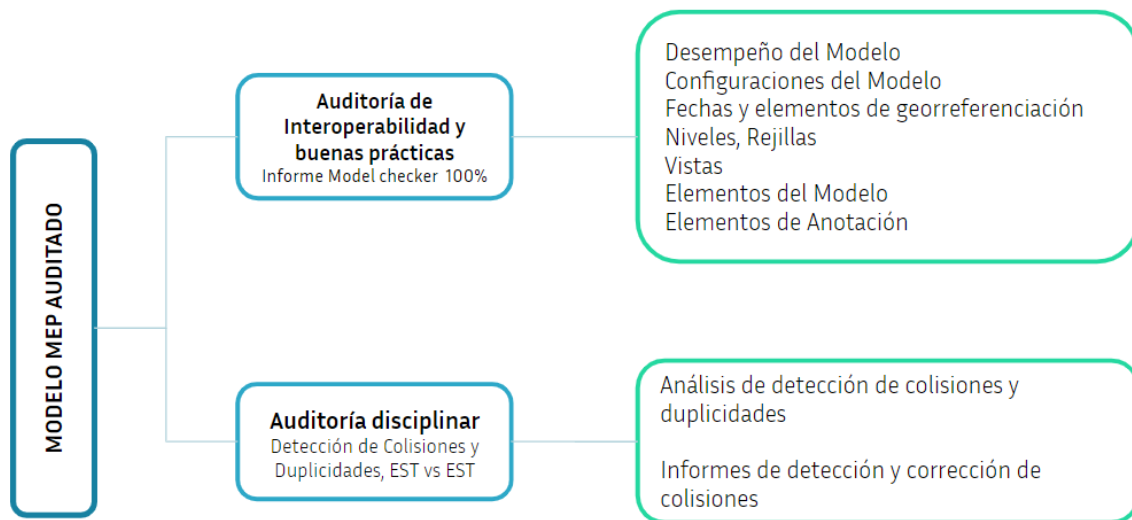


Ilustración 35. Auditoria de modelos para MEP. (Elaboración Propia)

### Autodesk Model Checker para Revit

R  
RVT

**Título** Revit Model Best Practices for Revit 2023 **Fecha** miércoles, 23 de marzo de 2022 **Autor** Autodesk **Descripción** Series of checks to review modeling best practices and integrity

**MB\_G2\_HS\_MODELO**

# 100%

**Resumen de chequeos** 97 chequeos, 4 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 39, 54 no ejecutado **Fecha del informe** martes, 25 de julio de 2023 - 7:04:48

**Revit FilePath** Autodesk Docs://DEMO-2023\_3/MB\_G2\_HS\_MODELO.rvt

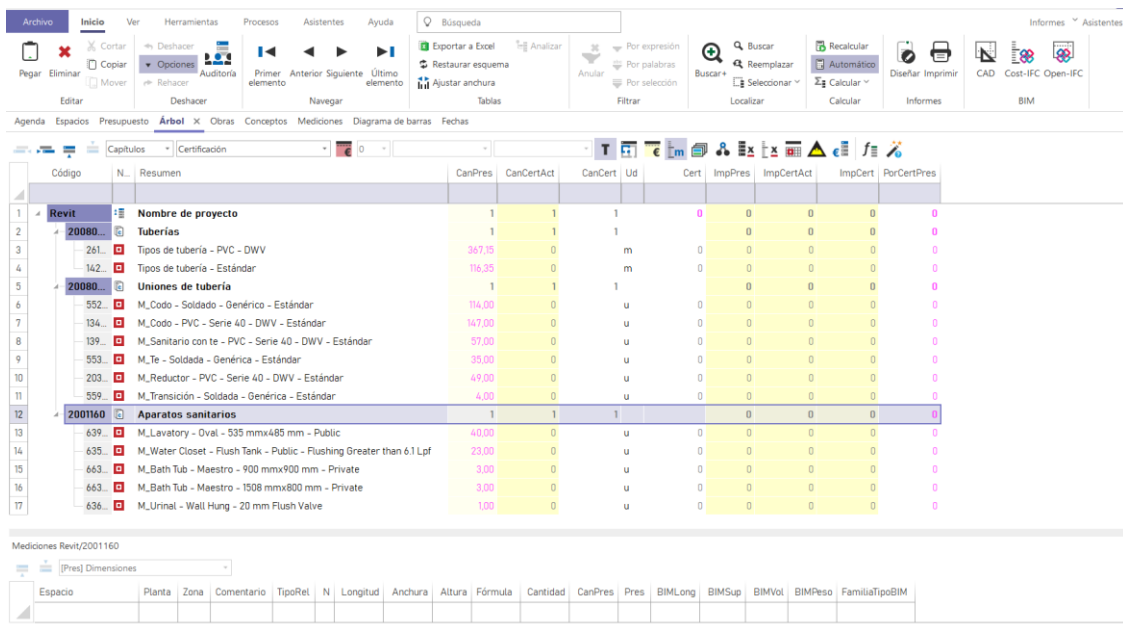
**Archivo**  
**Checkset** <https://interopability.autodesk.com/modelchecker/hostedchecks/bestpractices-2023.xml>

**Revit Model Best Practices**  
 97 chequeos, 4 (100%) Pass, 0 FAIL, cuenta/lista 39, 54 no ejecutado

**Model Performance**  
 8 chequeos, cuenta/lista 5, 3 no ejecutado

*Ilustración 36. Model checker HS. (Elaboración Propia)*

## 7.5.7 5D Presupuesto



Código	N.	Resumen	CanPres	CanCertAct	CanCert	Ud	Cert	ImpPres	ImpCertAct	ImpCert	PorCertPres
1	Revit	Nombre de proyecto	1	1	1		0	0	0	0	0
2	20080	Tuberías	1	1	1		0	0	0	0	0
3	261.	Tipos de tubería - PVC - DWV	367,15	0		m	0	0	0	0	0
4	142.	Tipos de tubería - Estándar	116,35	0		m	0	0	0	0	0
5	20080	Uniones de tubería	1	1	1		0	0	0	0	0
6	552	M_Codo - Soldado - Genérica - Estándar	114,00	0		u	0	0	0	0	0
7	134.	M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV - Estándar	147,00	0		u	0	0	0	0	0
8	139.	M_Sanitario con te - PVC - Serie 40 - DWV - Estándar	57,00	0		u	0	0	0	0	0
9	553.	M_Te - Soldada - Genérica - Estándar	35,00	0		u	0	0	0	0	0
10	203.	M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV - Estándar	49,00	0		u	0	0	0	0	0
11	559.	M_Transición - Soldada - Genérica - Estándar	4,00	0		u	0	0	0	0	0
12	2001160	Aparatos sanitarios	1	1	1		0	0	0	0	0
13	639.	M_Lavatory - Oval - 525 mmx485 mm - Public	40,00	0		u	0	0	0	0	0
14	635.	M_Water Closet - Flush Tank - Public - Flushing Greater than 6.1 Lpf	23,00	0		u	0	0	0	0	0
15	663.	M_Bath Tub - Maestro - 900 mmx900 mm - Private	3,00	0		u	0	0	0	0	0
16	663.	M_Bath Tub - Maestro - 1508 mmx800 mm - Private	3,00	0		u	0	0	0	0	0
17	636.	M_Urinal - Wall Hung - 20 mm Flush Valve	1,00	0		u	0	0	0	0	0

Mediciones Revit/2001160

[Pres] Dimensiones

Espacio	Planta	Zona	Comentario	TipoRel	N	Longitud	Anchura	Altura	Fórmula	Cantidad	CanPres	Pres	BIMLong	BIMSup	BIMVol	BIMPeso	FamiliaTipoBIM

Ilustración 37. Cuadro de rubros para MEP (PRESTO). (Elaboración Propia)





Mecánico	\$ 48,000.00
Hidrosanitario	\$ 18,250.00
Sistemas especiales	\$ 18,500.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 84,750.00</b>

*Ilustración 38. Cuadro con valores para MEP. (Elaboración Propia)*

## 7.6 Conclusiones

- La utilización de BIM en el Role MEP facilita la identificación anticipada de posibles conflictos entre sistemas y componentes. Esto previene errores costosos y retrasos durante la construcción, ya que los problemas pueden solucionarse antes de llegar a la fase de ejecución. Además, nos ayudó a disminuir significativamente la probabilidad de equivocaciones en el diseño y nos permite una planificación más precisa, lo que a su vez mejora la calidad del proyecto final.
- La partición de MEP es valiosa no solo para la etapa de diseño y construcción, también para la gestión integral del edificio a lo largo de su vida útil. Los datos recopilados durante la fase de diseño son útiles para el mantenimiento, la operación y futuras renovaciones del edificio.
- El Role MEP resulta esencial en una implementación BIM para optimizar la coordinación, eficiencia y calidad en los proyectos de construcción. La utilización de BIM en el diseño, análisis y gestión de sistemas MEP brinda beneficios significativos en todas las etapas del ciclo de vida del edificio.



## **Capítulo 8: Conclusiones y Recomendaciones**

### **8.1 Conclusiones:**

La implementación de la metodología BIM en el proyecto “*Clinica de Especialidades*”, le permitió al equipo MEDICAL BIM y a sus diferentes profesionales trabajar de una manera colaborativa, compartiendo información precisa y actualizada en tiempo real a través un entorno virtual y común de datos.

Gracias a las auditorías multidisciplinares realizadas a los modelos tridimensionales en las fases de diseño y planificación, se pudo detectar de manera temprana conflictos y colisiones entre las distintas disciplinas intervinientes en el proyecto; lo que pudo evitar que, en la fase de construcción se tenga que corregir o solventar dichas complicaciones,

Gracias a la identificación y corrección de colisiones y a la programación de obra desarrollada en la fase de diseño y planificación se demostró que durante la ejecución de la obra gris del proyecto se pudo haber ahorrado un 33.33% de tiempo en el cronograma (3 meses), un valor de \$ USD 144,450.00 en el coste de la estructura y un valor de \$ USD 8.783,73 en la arquitectura del Nivel +4.000 (área de quirófanos); lo que nos encaminaría a un retorno de inversión más rápido, una exposición temprana de la marca en el mercado antes que nuestros competidores y una generación ingresos antes de lo previsto.

Finalmente, se ha podido corroborar que el BIM además de todo lo expresado anteriormente, nos permite una adecuada gestión de los recursos humanos, financieros, materiales y tecnológicos necesarios para la construcción, evitando imprevistos, escasez y retrasos durante la ejecución de un proyecto.



## 8.2 Recomendaciones:

Se recomienda mantener un canal de comunicación activo entre las partes, con relación a lo establecido en el BEP, para garantizar el correcto desarrollo de todas las ingenierías del proyecto.

Para el desarrollo del manual de estilo, protocolo de modelado y plantillas es indispensable que el coordinador BIM involucre a los diferentes Líderes de cada disciplina previo a la entrega oficial de la documentación y al desarrollo del modelado 3D, para garantizar que las necesidades de cada disciplina sean correctamente programadas en los elementos previamente mencionados, de esta manera se garantiza un trabajo de modelado más fluido y seguro.

Se recomienda definir y aprobar los flujos de trabajo generales y disciplinares, los cuales permitan a todos los miembros del equipo entender claramente la forma de proceder en cada una de sus labores dentro del proyecto, previo al inicio de la generación de información de cada disciplina.

Es indispensable identificar adecuadamente los interesados “Stakeholders” que pueda tener el proyecto a realizar, y garantizar su participación para unificar y garantizar que todas las necesidades sean solventadas con el producto final.

Esta metodología de trabajo para la gestión de un proyecto sin duda es el futuro de la Industria AEC del Ecuador y el mundo, pues nos encamina hacia la eficiencia, logrando que se alcancen parámetros y objetivos determinados incluso por debajo de los plazos establecidos. por lo que se recomienda a los entes gubernamentales profundizar y generar una normativa nacional BIM, que permita a las entidades públicas y privadas optimizar y mejorar los procesos en todas las distintas fases de un proyecto.



## Capítulo 9: Referencias Bibliográficas

- ACCIONA. (2020). *BUILDING INFORMATION MODELING BIM*. Obtenido de [https://www.accionacom.es/proyectos/bim/?\\_adin=02021864894](https://www.accionacom.es/proyectos/bim/?_adin=02021864894)
- Autodesk. (2023). *VENTAJAS DE BIM*. Obtenido de ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE BIM?: <https://www.autodesk.mx/solutions/bim/benefits-of-bim#why-is-bim-important>
- Autodesk University. (2022). *Norma ISO 19650, el entorno común de datos y Autodesk Construction Cloud*. Obtenido de <https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/article/ISO-19650-Common-Data-Environment-and-Autodesk-Construction-Cloud-2021#:~:text=La%20norma%20ISO%2019650%20establece,con%20ayuda%20de%20la%20tecnolog%C3%ADa>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *ENCUESTA BIM AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2020*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/encuesta-bim-america-latina-y-el-caribe-2020>
- BIMe Initiative. (2019). *BIM Dictionary*. Obtenido de Quality Management (QM): <https://bimdictionary.com/en/quality-management/1>
- BIMe Initiative. (2019). *BIM Dictionary*. Obtenido de Interoperability: <https://bimdictionary.com/en/interoperability/1>
- Building SMART Spain. (Mayo de 2021). *INTRODUCCIÓN A LA SERIE EN ISO 19650*. Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/en-iso-19650/>
- BuildingSMART International. (2023). *Industry Foundation Classes (IFC)*. Obtenido de <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc>



BuildingSMART International. (2023). *What is openBIM®?* Obtenido de <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>

BuildingSMART Spain. (2022). *¿Qué es BIM?* Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/bim/qu%C3%A9-es/>

BuildingSmart Spain. (2023). *Manual de Nomenclatura de Documentos al utilizar BIM.* Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/nomenclatura-documentos-bim/>

Cekin, E., & Seyis, S. (2020). *BIM Execution Plan based on BS EN ISO 19650-1 and BS EN ISO.* Obtenido de <https://eresearch.ozyegin.edu.tr/bitstream/handle/10679/7657/BIM%20execution%20plan%20based%20on%20BS%20EN%20ISO%2019650%e2%80%901%20and%20BS%20EN%20ISO%2019650%e2%80%902%20standards.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Coloma, E., & Garcés, J.-M. (2022). *Control de calidad de los modelos.* Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/recursos/comunicaci%C3%B3n-con-bcf/control-de-calidad-de-los-modelos/>

EN ISO 19650-1. Organización Internacional de Normalización. (2018). *Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Parte 1: Conceptos y principios. (ISO 19650-1:2018).*

Hidroplan Cia. Ltda. (2022). *¿Qué es el BIM y por qué es tan importante para el diseño de proyectos?* Obtenido de <https://www.hidroplan.com.ec/post/qu%C3%A9-es->



el-bim-y-por-qu%C3%A9-es-tan-importante-para-el-dise%C3%B1o-de-proyectos

Moon , L. (2019). *¿Qué es un flujo de trabajo y para qué se usa?* Obtenido de <https://blog.trello.com/es/que-es-un-flujo-de-trabajo-ejemplo>

Organización Internacional de Normalización. EN ISO 19650-2. (2018). *EN ISO 19650-2. Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Parte 2: Fase de entrega del activo. (ISO 19650-2: 2018).*

Planbim, Comité de Transformación Digital, Corfo. (2019). *Roles BIM y Matriz de Roles BIM.* Obtenido de <https://planbim.cl/documentos/matriz-roles/matriz-roles/matriz-roles-enlace/>

PlanGrid; FMI. (2018). *2018 Industry Report. Construction Disconnected.* Obtenido de [https://constructionblog.autodesk.com/wp-content/uploads/2023/03/Construction\\_Disconnected.pdf](https://constructionblog.autodesk.com/wp-content/uploads/2023/03/Construction_Disconnected.pdf)

Ruiz, A. (2021). *El crecimiento de la digitalización en construcción y el sector AEC.* Obtenido de <https://checktobuild.com/digitalizacion-en-construccion/#auto-popup>

SACYR. (2023). *DIGITALIZACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA CONSTRUIR EDIFICIOS CON BIM.* Obtenido de <https://www.sacyr.com/-/digitalizacion-e-inteligencia-artificial-para-construir-edificios-con-bim#:~:text=Este%20modelo%20permite%20gestionar%20la,%2C%20renovaci%C3%B3n%20y%20Fo%20demolici%C3%B3n.>



- Soto, C., Manriquez , S., Tala, N., Sauznabar, C., & Henriquez, P. (2022). *Guía para la implementación de Building Information Modelling a nivel de pilotos en proyectos de construcción pública*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Guia-para-la-implementacion-de-Building-Information-Modelling-a-nivel-de-pilotos-en-proyectos-de-construccion-publica.pdf>
- United Nations Population Fund. (2022). *World Population Dashboard*. Obtenido de <https://www.unfpa.org/data/world-population-dashboard>
- United Nations. Department of Economic and Social Affairs. (2022). *World Population Prospects 2022*. Obtenido de <https://population.un.org/wpp/>
- Uribe & Schwarzkopf. (s.f.). *Grandes ideas para que logres terminar tu carrera de arquitectura*. Obtenido de <https://blog.uribeschwarzkopf.com/grandes-ideas-para-que-logres-terminar-tu-carrera-de-arquitectura>

## Capítulo 10: ANEXOS

Tabla 52. Tabla de Anexos. (Elaboración Propia)

Anexo #	Nombre del Archivo	Contenido	Formato
<b>GERENTE BIM</b>			
ANEXO 1	MB_G2_BEP	Plan de Ejecución BIM.	Pdf
ANEXO 2	MB_G2_EIR	Requerimientos del Cliente.	Pdf
ANEXO 3	MB_G2_FLUJO.GENERAL	Flujo General	Jpg.
ANEXO 4	MB_G2_MINUTAS	Minutas	Pdf
ANEXO 5	MB_G2_INFORME_BIM_TRA DICIONAL	Informe Costo método tradicional	Pdf
<b>LIDER MEP</b>			
ANEXO 6	MB_G2_HS_MODELO	Modelo con los sistemas hidrosanitario	Rvt
ANEXO 7	MB_G2_MEC_MODELO	Modelo con los sistemas mecanicos	Rvt
ANEXO 8	MB_G2_SI_MODELO	Modelo con los sistemas contra incendio	Rvt
ANEXO 9	MB_G2_HS_MODELO	Modelo hidrosanitario exportado en formato NWC	Nwc
ANEXO 10	MB_G2_MEC_MODELO	Modelo mecanico exportado en formato NWC	Nwc
ANEXO 11	MB_G2_SI_MODELO	Modelo contra incendios exportado en formato NWC	Nwc
ANEXO 12	MB_G2_HS_MODEL CHECKER	Informe buenas practicas	Pdf
ANEXO 13	MB_G2_MEC_MODEL CHECKER	Informe buenas practicas	Pdf
ANEXO 14	MB_G2_SI_MODEL CHECKER	Informe buenas practicas	Pdf





ANEXO 15	MB_G2_MEC_MODELO	Presupuesto	Presto
ANEXO 16	MB_G2_MEP_FLUJOS	Flujos creados para MEP	Pdf