

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Análisis de la Madurez e Implementación de la Metodología BIM en la  
Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**Ingeniero civil**

Presentado por:

Carlos Alberto Pérez Palacios

Luis Enrique Atiencia Arrobo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

## DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico en primer lugar a Dios, por darme su bendición y fortaleza para continuar con mis estudios y metas trazadas sin desfallecer.

A mis padres por ser los promotores de mis sueños, por su apoyo, amor incondicional, por sus consejos, valores y principios que me inculcaron día a día.

A mi hermano por su cariño y soporte absoluto por estar conmigo en todo momento durante este proceso.

De igual manera a mis queridos abuelos Paternos Carlos Pérez y Angelina Ordoñez por todo su apoyo, cariño y amor fraternal que diariamente me ofrecieron y me enseñaron a disfrutar cada detalle de la vida.

Así también a mis abuelitos Maternos Victor Palacios y Esther Mora que a pesar de estar en el cielo siempre me inculcaron que estudie y me prepare profesionalmente, nunca los voy a olvidar y los llevaré en mi corazón.

A mis compañeros y amigos por los buenos momentos que compartimos y por haber sido mi soporte, gracias por haber compartido a mi lado sus conocimientos, alegrías y tristezas durante esos años de estudio y hacer que este sueño se haga realidad.

**Carlos Pérez Palacios**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo integrador se lo dedico a Dios por darme fuerza, esperanza y mostrarme que la vida es bella.

A mis padres por impartirme sus valores, sueños, experiencias y fuerza para lograr todo lo que me proponga. Así mismo, a toda mi familia y amigos que me han apoyado para conseguir el éxito profesional y personal.

Finalmente, y de forma muy especial a mis abuelitos Luis Arrobo y Clara Machuca por otorgarme el don de la perseverancia y humildad. La perseverancia de que pase lo que pase hay que seguir luchando por todo lo que amamos.

**Luis Atiencia Arrobo**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por haberme dado la vida; a mis padres y hermano por ser el pilar fundamental y por demostrarme siempre su cariño, confianza y amor incondicional, lo que me permitió culminar con éxito mi carrera profesional.

A mi querida Universidad “ESPOL”, a las autoridades y todos los docentes que me brindaron una formación académica eficiente y de calidad que con sus conocimientos implantados me permitieron concluir con una etapa de mi vida, mil gracias por su dedicación, paciencia, perseverancia y tolerancia.

Quiero agradecer de manera especial al Ing. José Reyes Serrano quien con su conocimiento y experiencia nos direccionó al correcto desarrollo y culminación con éxito en el progreso de nuestra tesis.

Por último, quiero agradecer a toda mi familia por creer en mí, por todos sus consejos que incrementaron en mis las ganas de seguir adelante en mi carrera universitaria. Gracias a mis amigos y compañeros por su amistad y por todas las horas de estudio y trabajo que compartimos juntos a lo largo de nuestra formación académica.

**Carlos Pérez Palacios**

## **AGRADECIMIENTOS**

Aprovecho este espacio para agradecer a aquellas personas que con su ayuda ha sido posible llegar hasta aquí.

En primer lugar, a Dios por darme vida junto con mis padres Víctor Atiencia y Piedad Arrobo, por darme la recompensa de vivirla con su amor incondicional e inquebrantable confianza en mi día a día. A mis abuelitos Luis Arrobo y Clara Machuca por demostrarme que nunca me faltaría nada en la vida.

En segundo lugar, a mis hermanas por darme la motivación de seguir avanzando y ser un ejemplo para ellas. A mis tíos y primos, especialmente a mis tías Diana Arrobo y Victoria Celleri por cuidarme.

En tercer lugar, al Ing. José Reyes por su interés y dedicación mostrados a lo largo del desarrollo de este proyecto integrador.

Finalmente, agradezco a la ESPOL por la oportunidad brindada. Además, doy gracias a mis profesores, amigos y compañeros por haber sido parte de mi formación profesional y personal.

**Luis Atiencia Arrobo**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Carlos Pérez Palacios y Luis Atiencia Arrobo damos nuestro consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Handwritten signature of Carlos Pérez Palacios, featuring a large, sweeping loop above the text "terez C." which is underlined.

---

Carlos Pérez Palacios

Handwritten signature of Luis Atiencia Arrobo, consisting of a complex, stylized cursive script.

---

Luis Atiencia Arrobo

## EVALUADORES

	
Ing. Samantha Hidalgo Astudillo, M.Sc	Ing. Carlos Quishpe Otacoma, M.Sc
<b>PROFESOR DE LA MATERIA</b>	<b>TUTOR DE CONOCIMIENTO</b>

## RESUMEN

El sector de la construcción no ha conseguido adaptarse a los cambios tecnológicos de forma eficiente, esto ha motivado a desarrollar nuevas metodologías para lograrlo. Este estudio tiene como objetivo implementar BIM (Building Information Modeling) en un proyecto de la Gerencia de Infraestructura Física (GIF) de ESPOL previamente realizado con el sistema tradicional, por medio de los requisitos BIM para conocer la correcta transición progresiva de la tecnificación en proyectos de obra civil de la empresa. La metodología usada consta de cuatro partes: (I) Investigación bibliográfica, (II) Desarrollo de la presentación, (III) Desarrollo del plan piloto, y (IV) Resultados. Los resultados muestran el desarrollo de la organización en cuanto a su nivel de madurez BIM sobre su intervención con los temas BIM tratados en el presente caso de estudio. Así mismo, conocer la viabilidad de implementar BIM y sus beneficios. Los resultados obtenidos permitieron identificar puntos de mejora en diversos temas, obteniendo información actual y diversa sobre el estado de la empresa.

**Palabras clave:** Construcción, BIM, Tecnificación, Madurez BIM.

## **ABSTRACT**

The construction sector has not managed to adapt to technological changes efficiently, this has motivated the development of new methodologies to achieve it. This study aims to implement BIM (Building Information Modeling) in a project of the Physical Infrastructure Management (GIF) of ESPOL previously carried out with the traditional system, through the BIM requirements to know the correct progressive transition of technification in projects. of civil works of the company. The methodology used consists of four parts: (I) Bibliographic research, (II) Development of the presentation, (III) Development of the pilot plan, and (IV) Results. The results show the development of the organization in terms of its level of BIM maturity on its intervention with the BIM issues discussed in this case study. Likewise, to know the feasibility of implementing BIM and its benefits. The results obtained made it possible to identify points for improvement in various topics, obtaining current and diverse information on the state of the company.

**Keywords:** Construction, BIM, Technification, BIM Maturity.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
AGRADECIMIENTOS .....	V
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT .....	IX
ÍNDICE GENERAL .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
ÍNDICE DE planos.....	XVIII
ABREVIATURAS.....	XIX
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Localización.....	2
1.3 Información básica .....	2
1.4 Definición del Problema.....	3
1.5 Objetivos .....	3
1.5.1 Objetivo General .....	3
1.5.2 Objetivo Específico .....	4
1.6 Justificación.....	4
1.7 Marco teórico.....	5
1.7.1 Estado del arte .....	5
1.7.2 Definición de BIM .....	6
1.7.3 Lo que no es BIM .....	6

1.7.4	Lo que es BIM .....	7
1.7.5	Dimensiones BIM .....	7
1.7.6	Flujo de trabajo BIM .....	9
1.7.7	Interoperabilidad BIM .....	10
1.7.8	Procesos .....	12
1.7.9	Usos BIM.....	12
1.7.10	Niveles de desarrollo e información (LOD & LOI) .....	13
1.7.11	Adopción de BIM en el mundo.....	13
1.7.12	Estado de madurez BIM .....	15
1.7.13	Temas que se evalúan en el Índice de Madurez BIM .....	16
1.7.14	Plan de ejecución BIM (BEP).....	17
1.7.15	Libro de Estilo .....	17
CAPÍTULO 2.....		18
2	Desarrollo del proyecto.....	18
2.1	Metodología.....	18
2.2	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete .....	21
2.2.1	Exposiciones y Capacitaciones.....	21
2.2.2	Gestión del servidor .....	22
2.2.3	Plataforma Gestión de proyectos .....	22
2.3	Análisis de alternativas.....	22
2.4	Alternativa seleccionada.....	24
CAPITULO 3.....		25
3	IMPLEMENTACIÓN DE LA METOLOGÍA BIM.....	25
3.1	Análisis del nivel de madurez .....	25
3.1.1	Intervenciones.....	25
3.1.2	Evaluaciones.....	25
3.2	Procesos BIM .....	27

3.2.1	Solicitud de Información (SDI).....	27
3.2.2	Plan de Ejecución BIM (BEP).....	29
3.2.3	Libro de Estilo .....	32
3.3	Tecnología.....	55
3.3.1	Hardware.....	55
3.3.2	Software .....	56
3.3.3	Redes.....	57
3.4	Organización/Empresa.....	57
3.5	Personas .....	57
3.6	Estándares .....	58
3.6.1	Estándar BIM para Proyectos Públicos.....	58
3.6.2	Estándar BIM de AEC (Reino Unido) para Autodesk Revit.....	58
3.6.3	Sistemas de Clasificación .....	58
3.7	Desarrollo del modelo BIM .....	58
CAPITULO 4.....		60
4	PRESUPUESTO.....	60
4.1	Viabilidad económica.....	60
4.1.1	Costo de capacitaciones .....	60
4.1.2	Costo de hardware .....	62
4.1.3	Costo de software .....	63
4.1.4	Costo de implementación.....	64
4.2	Viabilidad financiera .....	65
4.2.1	Hipótesis financiera.....	65
4.2.2	Análisis de la viabilidad financiera.....	66
4.3	Cantidades de obra del Modelado en Revit.....	66
CAPITULO 5.....		68
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68

5.1	Conclusiones.....	68
5.2	Recomendaciones.....	70
	REFERENCIAS.....	72
	CAPITULO 6.....	75
6	ANEXOS.....	75
6.1	ANEXO A. Plan de Trabajo.....	75
6.2	ANEXO B. Intervenciones.....	75
6.3	ANEXO C: Evaluaciones.....	77
6.3.1	Encuesta Brindada por IAC.....	77
6.3.2	Resultado de Evaluación Inicial de GIF - Encuesta de IAC.....	81
6.3.3	Resultado de Evaluación Final de GIF - Encuesta de IAC.....	90
6.4	ANEXO D. Parámetros Solicitados.....	101
6.5	ANEXO E. Usos BIM.....	106
6.6	ANEXO F. Entregables BIM y sus Formatos.....	111
6.7	ANEXO G. Estrategia de Colaboración.....	115
6.8	ANEXO H. Recursos Humanos y Tecnológicos.....	117
6.9	ANEXO I. Requisitos Revit Server.....	121
6.10	ANEXO J. Metodología CAD vs BIM.....	122

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Zona de estudio. [Elaboración Propia].....	2
Figura 1.2 Dimensiones BIM. [Elaboración propia].....	8
Figura 1.3 Flujo de trabajo BIM. [Autodesk].....	10
Figura 1.4 Intercambio de proyectos 2D vs interoperabilidad BIM. [Biblus].....	11
Figura 1.5 Usos BIM. [Pennsylvania State University].....	12
Figura 1.6 Índice de Madurez. [Bilal Succar] .....	15
Figura 2.1 Diagrama de flujo de la metodología utilizada en este proyecto. [Elaboración propia] .....	18
Figura 2.2 Socialización del Proyecto con GIF [Elaboración Propia] .....	21
Figura 2.3 Capacitación de uso de la plataforma Plannerly. [Elaboración Propia] .....	21
Figura 2.4 Interfaz de la plataforma Plannerly. [Elaboración Propia] .....	22
Figura 3.1 Evaluación de nivel de madurez BIM inicial de GIF. [Elaboración propia]....	26
Figura 3.2 Diagrama de nivel de madurez BIM inicial de GIF. [IAC].....	26
Figura 3.3 Diagrama de nivel de madurez BIM Final de GIF. [IAC].....	27
Figura 3.4 Fases de un Entorno Común de Datos. [ ISO: 19650-I] .....	34
Figura 3.5 Esquema de Modelos BIM. [AEC (UK) BIM Standard for Autodesk Revit]...	36
Figura 3.6 Exportar modelo en formato IFC. [Elaboración propia].....	39
Figura 3.7 Ventana de incidencias. [Elaboración propia].....	40
Figura 3.8 Plugin BIM Manager en Revit. [Elaboración propia] .....	42
Figura 3.9 Diagrama de subproyectos. [Elaboración propia] .....	45
Figura 3.10 Ventana de sincronización con archivo central. [Elaboración propia].....	46
Figura 3.11 Abrir archivo central. [Elaboración propia] .....	47
Figura 3.12 Creación de archivo local. [Elaboración propia] .....	48
Figura 3.13 Imagen corporativa. [Elaboración propia] .....	53
Figura 3.14 Interfaz de BIMcollab Zoom. [Elaboración propia] .....	56

Figura 3.15 Perfiles Responsables del Proyecto [Elaboración propia] .....	57
Figura 3.16 Planimetría del modelo. [Elaboración propia] .....	59
Figura 3.17 Visitas de campo realizadas a la zona de estudio. [Elaboración propia] ....	59
Figura 4.1 Cantidades de Obra – Metodología Tradicional vs BIM. [Elaboración Propia] .....	67
Figura 6.1 Cronograma de Trabajo [Elaboración propia].....	75
Figura 6.2 Presentación de Socialización del proyecto [Elaboración propia] .....	75
Figura 6.3 Presentación de Intervención de los procesos BIM en GIF [Elaboración propia] .....	76
Figura 6.4 Instalación del Software Revit [Elaboración propia].....	76
Figura 6.5 Finalización y despedida de la Materia Integradora [Elaboración propia].....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de decisión de alternativas. [Elaboración propia].....	24
Tabla 3.1 Objetivos específicos de la utilización de BIM en el proyecto. [Elaboración propia] .....	28
Tabla 3.2 Niveles. [Elaboración propia] .....	28
Tabla 3.3 Listado de planos. [Elaboración propia].....	28
Tabla 3.4 Listado de parámetros solicitados. [Elaboración propia].....	29
Tabla 3.5 Información general del proyecto. [Elaboración propia].....	29
Tabla 3.6 Hoja de control de documento. [Elaboración propia] .....	30
Tabla 3.7 Empresas participantes. [Elaboración propia] .....	30
Tabla 3.8 Responsables y Usos BIM. [Elaboración propia] .....	30
Tabla 3.9 Entregables BIM. [Elaboración propia] .....	32
Tabla 3.10 Estrategia de Colaboración. [Elaboración propia].....	32
Tabla 3.11 Criterios Generales de Organización. [Elaboración propia] .....	32
Tabla 3.12 Acceso a documentación del proyecto. [Elaboración propia] .....	33
Tabla 3.13 Sistema BIM y softwares de Interoperabilidad. [Elaboración propia] .....	33
Tabla 3.14 Plataforma y formatos del CDE. [Elaboración propia].....	34
Tabla 3.15 Insumos del Proyecto. [Elaboración propia] .....	45
Tabla 3.16 Asignación de subproyectos. [Elaboración propia] .....	49
Tabla 3.17 Listado de planos entregables. [Elaboración propia] .....	51
Tabla 3.18 Niveles solicitados en el proyecto. [Elaboración propia].....	51
Tabla 3.19 Materiales de uso frecuente. [Elaboración propia].....	51
Tabla 4.1 Propuesta académica curso Building Information Management. [Elaboración Propia] .....	61
Tabla 4.2 Especificaciones de computadores. [Elaboración propia].....	62
Tabla 4.3 Costos de implementación. [Elaboración propia].....	65

Tabla 6.1 TDI-A: Meta Data del Proyecto.....	101
Tabla 6.2 TDI-B: Propiedades Físicas de Objetos y Elementos .....	101
Tabla 6.3 TDI-C: Propiedades Geográficas y de Localización Espacial de Objetos & Elementos.....	102
Tabla 6.4 TDI-D: Requerimientos Específicos de Información para el Fabricante .....	102
Tabla 6.5 TDI-E: Especificaciones de Detalle.....	102
Tabla 6.6 TDI-G: Requerimientos Energéticos.....	103
Tabla 6.7 TDI-J: Validación de Cumplimiento de Programa.....	103
Tabla 6.8 TDI-K: Cumplimiento Normativo y Requerimientos de Seguridad de Ocupantes .....	103
Tabla 6.9 TDI-M: Logística de Construcción y Secuencia .....	103
Tabla 6.10 TDI-N: Entrega de la Construcción.....	104
Tabla 6.11 TDI-O: Gestión de Activos e Información Interna .....	104
Tabla 6.12 Levantamiento de condiciones existentes. ....	106
Tabla 6.13 Estimación de cantidades y costos.....	107
Tabla 6.14 Coordinación 3D.....	108
Tabla 6.15 Modelación as-built.....	109
Tabla 6.16 Modelos BIM solicitados y sus formatos.....	111
Tabla 6.17 Estado de Avance de información de Modelos BIM para cada Entrega ...	112
Tabla 6.18 Documentos solicitados y sus formatos.....	113
Tabla 6.19 Plataforma y formatos del Entorno de Datos Compartido [Elaboración propia] .....	115
Tabla 6.20 Consolidación de modelos BIM [Elaboración propia].....	115
Tabla 6.21 Procedimiento de Reuniones [Elaboración propia].....	115
Tabla 6.22 Nombre de archivos de los modelos BIM [Elaboración propia] .....	116
Tabla 6.24 Recursos humanos y tecnológicos presentes en GIF. [Elaboración propia] .....	117
Tabla 6.25 Requisitos del sistema de Autodesk® Revit® Server 2016 .....	121

## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Implantación General y Localización de los baños del edificio 9M - Planta baja
- PLANO 2 Modelo de Implantación general
- PLANO 3 Plantas, Cortes y Tablas de Planificación Arquitectónicas
- PLANO 4 Renders de Baños del Edificio 9M - Planta baja
- PLANO 5 Fases y Vistas Constructivas
- PLANO 6 Plantas y vista de Sistemas Eléctrico y Extracción de Aire

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GIF	Gerencia de Infraestructura Física
GTSI	Gerencia de Tecnologías y Sistemas de Información
FCV	Facultad de Ciencias de la Vida
FCMN	Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
FIEC	Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación
AEC	Architecture, Engineering and Construction
ISO	International Organization for Standardization
PAS	Publicly Available Specification
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
CDE	Common Data Environment
LOD	Level of Development
LOI	Level of Information
1D	Idea
2D	Boceto
3D	Modelo
4D	Tiempo
5D	Coste
6D	Sostenibilidad
7D	Facilidad de Administración
IFC	Industry Foundation Classes
BCF	BIM Collaboration Format
BEP	BIM Execution Plan
SDI	Solicitud De Información
TDI	Tipo De Información
NDI	Nivel De Información

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), a través de su departamento de la Gerencia de Infraestructura Física (GIF), en el año 2021 realizó el proyecto “Mantenimiento y Reparación de Baños Comunes de Edificios, ESPOL”, ubicados en:

Facultad de Ciencias de la Vida (FCV), Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNM), Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC), y en Biblioteca Central por medio de un diseño bajo la metodología CAD (Computer Aided Design, por sus siglas en inglés). Con el fin de dar una imagen institucional, el cual estará en operación en el año 2022.

La revisión del proyecto en mención permitió evidenciar la ineficiencia que presenta realizar diseños del sector Arquitectura, Ingeniería y construcción, también llamado AEC (Architecture, Engineering and Construction; por sus siglas en inglés) con el sistema tradicional y resultados desfavorables por un primer intento de tratar de incursionar con la nueva metodología en el año 2019. Como parte de su experiencia trabajando en GIF con este sistema la Ing. Carola Gordillo menciona los siguientes temas:

- En el año 2020, GIF desarrolló un repositorio digital para poder digitalizar y almacenar su información existente, pero frecuente constantes caídas del sistema en donde no se puede trabajar de forma adecuada.
- Sus recursos tecnológicos cumplen parcialmente con los requisitos recomendados para ejecutar los programas necesarios de forma óptima.
- Se realizó una capacitación para el uso de la herramienta Revit de Autodesk al equipo de GIF para incursionar en la implementación BIM, pero no

correspondía a una hoja de ruta adecuada para su correcta ejecución por carencia de los conceptos que la envuelven.

- Atrasos en la ejecución del proyecto, debido a los procesos ineficientes del sistema tradicional.

## 1.2 Localización

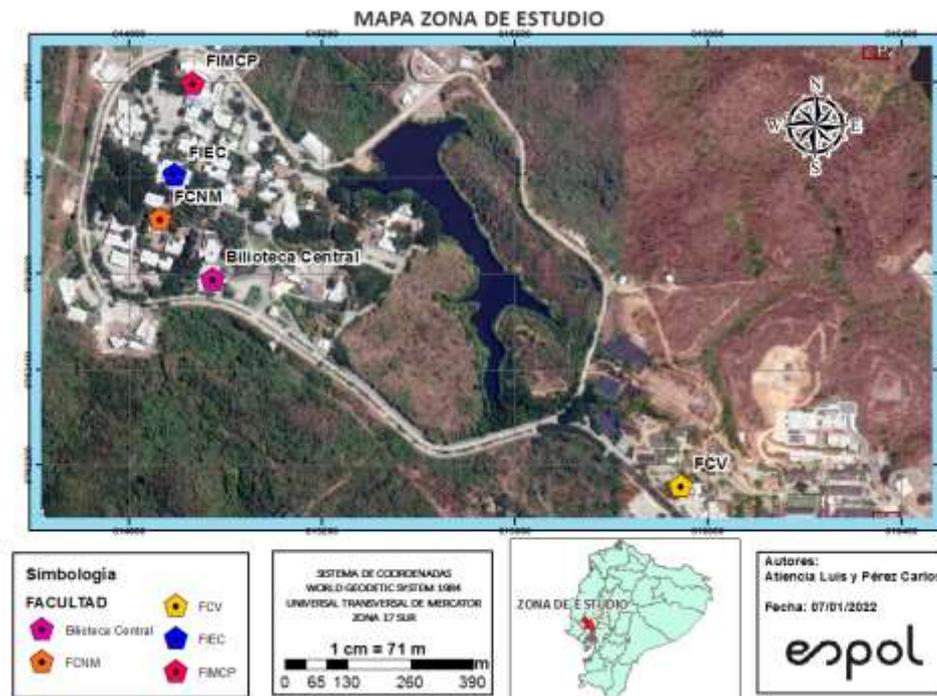


Figura 1.1 Zona de estudio. [Elaboración Propia]

El proyecto se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) del Campus Gustavo Galindo de la ESPOL. En la figura 1.1 se muestra la zona de estudio ubicada en la ciudad de Guayaquil, en la Vía Perimetral, con un total de 24.51 hectáreas aproximadamente.

## 1.3 Información básica

El cliente, la Gerencia de Infraestructura Física de la ESPOL, proporcionó la siguiente información necesaria para el desarrollo del proyecto:

1. Planos en CAD del proyecto “Mantenimiento y Reparación de Baños Comunes de Edificios, ESPOL”.
2. Informe de la documentación realizada hasta el momento:
  - Términos de referencia.
  - Especificaciones Técnicas.
  - Metodología Constructiva.
  - Listado de Equipos.
  - Cronograma.
  - Presupuesto.
3. Datos de las capacidades y experiencias sobre los sistemas CAD y BIM de la unidad que conforma a GIF.

#### **1.4 Definición del Problema**

La Gerencia de Infraestructura Física (GIF), dedicada a realizar el diseño, construcción y mantenimiento de toda la infraestructura de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), desea incursionar hacia la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en sus proyectos de obra civil a partir del año 2022. Con la finalidad de dar un mejor servicio en cuanto a la calidad de sus proyectos, destacar en proyectos de obra pública y disfrutar de los beneficios que conlleva el nuevo sistema.

Sin embargo, cuenta con las siguientes limitaciones: I) Su repositorio digital frecuenta leves interferencias, II) No dispone de los recursos tecnológicos y humanos necesarios, III) Carece de una estrategia para adoptar progresivamente la metodología.

#### **1.5 Objetivos**

##### **1.5.1 Objetivo General**

Implementar la metodología Building Information Modeling (BIM) en la Gerencia de la Infraestructura Física (GIF) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL),

por medio de su aplicación en el proyecto de reforma “Mantenimiento y Reparación de Baños Comunes de Edificios, ESPOL” previamente diseñado en CAD, para que la unidad pueda seguir desarrollándose y gozar de los beneficios que el sistema ofrece.

### **1.5.2 Objetivo Específico**

1. Evaluar la madurez BIM de la Gerencia de Infraestructura Física de la Escuela Superior Politécnica del Litoral por medio del modelo del “Índice de Madurez BIM” para mejorar su funcionamiento interno.
2. Estimar los recursos humanos y económicos necesarios, a través de un análisis de factibilidad económica de mercado para la implementación de la metodología BIM en la Gerencia de Infraestructura Física.
3. Desarrollar el modelo del proyecto “Mantenimiento y Reparación de Baños Comunes de Edificios, ESPOL” en el software Revit de Autodesk por medio de los requisitos BIM para demostrar los beneficios frente al método tradicional.
4. Definir un servidor, por medio de la configuración de Windows Server 2012 para trabajos colaborativos con el software Revit de Autodesk.

### **1.6 Justificación**

El desarrollo de un proyecto de obra civil trae consigo una gran cantidad de información, de la cual solo una parte se mantiene hasta la etapa final. El sector AEC (Architecture, Engineering and Construction) no ha conseguido adaptarse a los cambios tecnológicos de forma eficiente, por ejemplo, el 70% de las obras civiles se entregan tarde y el 73% presentan un costo por encima del esperado (Graves & Rowe, 1999). Así, nace BIM (Building Information Modeling) que le da un giro a la industria, porque está poniendo toda la revolución tecnológica a la disposición de la construcción de forma eficiente.

El sistema consiste en reunir toda la información de un proyecto en un solo modelo digital en el que puedan intervenir todos los involucrados de forma simultánea, a fin de tener un mejor control durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde la etapa de planificación hasta la etapa operativa (BuildingSMART, 2019).

En Ecuador no se ha reflejado el impacto necesario para conocer el valor de implementar BIM en las empresas AEC, a diferencia de otros países latinoamericanos (Por ejemplo; Chile, Colombia y Perú) (BIMCO, 2020; CORFO, 2021b; gob.pe, 2019), donde ya exigen en sus normativas la implementación de BIM. Actualmente, Ecuador no es parte de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos (RedBIMGobLatam), una organización que fomenta la implementación BIM compuesta por Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay (RedBIMGobLatam, 2021).

Por esta razón, GIF desea implementar la metodología en el desarrollo de sus próximos proyectos para destacar como unidad en el entorno público. Nuestro trabajo pretende aplicar la metodología BIM en un proyecto previamente elaborado en CAD por la gerencia de infraestructura física, a fin de asistir a la unidad para una correcta transición progresiva hacia dicha metodología.

## **1.7 Marco teórico**

### **1.7.1 Estado del arte**

En el sector AEC (Ingeniería, Arquitectura y Construcción), ha utilizado el sistema tradicional desde hace varios siglos, comenzando con el uso de hojas de papel y tinta. A mediados del siglo XX, empezaron cambios en la forma tradicional del dibujo con la creación de los sistemas CAD y CAE, lo cual significó un cambio importante en la industria constructora, generando beneficios en tiempos y costos en los proyectos de ingeniería (Business IDESIE, 2020).

Trabajar con el sistema tradicional tiene limitaciones, ya que, al realizar modificaciones en un modelo, es necesario corregir todas las vistas, plantas y alzados; lo que se traduce como tiempo desperdiciado.

Al trabajar en proyectos multidisciplinarios donde sea necesario superponer planos, es fácil cometer errores al revisar, modificar o enviar un entregable final. Si transferimos esto a la fase constructiva, ocurrirían colisiones en los elementos, lo que suele ocurrir entre los sistemas sanitarios y estructurales, provocando atrasos y sobrecostos en el proyecto. Por otra parte, en las fases de operación y mantenimiento no permite realizar análisis de prevención o eficiencia energética para una mejor calidad de vida (IDESIE, 2020).

### **1.7.2 Definición de BIM**

La norma ISO 19650 que estandariza la gestión de la información para todo el ciclo de vida de un activo construido mediante un modelo de información para la construcción, definiendo a BIM como:

“Building Information Modeling es el uso de una representación digital compartida (modelo de información) de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones” (buildingSMART, 2019).

### **1.7.3 Lo que no es BIM**

Antes de conocer BIM, hay que aclarar algunas ideas erradas que se tiene sobre lo que implica hacer BIM. A continuación, se presentan las tres más generalizadas.

**Renders y 3D:** Usar BIM no significa crear imágenes fotorrealistas o modelos 3D, porque si se desea un recorrido virtual o un render se tiene que utilizar softwares de renderizado, en cambio, a BIM para gestionar la información.

**Softwares:** El hecho de que estemos usando un software BIM (Por ejemplo; Revit, ArchiCAD o Navisworks) no significa que estemos haciendo BIM, porque para hacer BIM hay que jugar según sus reglas (Seguir estándares, flujos de trabajo, colaboración y métricas).

**Magia:** BIM no es una barita mágica que nos da haciendo todo el trabajo. Es correcto que nos ahorramos bastante tiempo en ciertos pasos (Crear vistas 3D, cortes o alzados), pero ese tiempo hay que invertirlo en el análisis de otros procesos (Miquel, 2016).

#### **1.7.4 Lo que es BIM**

Es un modelo virtual de lo que vamos a construir, donde siempre hay que jugar según las reglas. Se diferencia esencialmente de otros sistemas porque con BIM no se dibuja, con BIM se construye. Por esta razón, quizás, hayamos escuchado sobre la metodología BIM, porque es una nueva forma de trabajar en comparación del sistema tradicional donde se dibuja. En el cual, el modelamiento es el comienzo para dar lugar a la gestión de la información, y la gestión de la Información obedece a una gestión de los procesos (Un flujo de trabajo).

Respecto a sus iniciales, la letra “B” hace referencia a la construcción de la edificación o infraestructura. La letra “I” de información en sus siglas es la que le da mayor valor a la metodología, por toda la información útil que podemos gestionar para lograr proyectos más desarrollados con mejores resultados. En cambio, la letra “M” hace referencia al modelo digital, representado la parte gráfica.

#### **1.7.5 Dimensiones BIM**

Dentro del conjunto de conceptos, se encuentran las dimensiones BIM, que son una simplificación de los usos BIM (atbim, 2021). Actualmente, existen siete dimensiones las que se presentan en vigencia, sin embargo, esta metodología continúa evolucionando con más dimensiones para tener una completa información de la construcción (BIM Academy, 2019; BIMnD, 2019). En la figura 1.2 se puede observar la intervención que tiene cada dimensión durante todo el ciclo de vida de la edificación o infraestructura, desde su concepción hasta su demolición (Hernández, 2021).

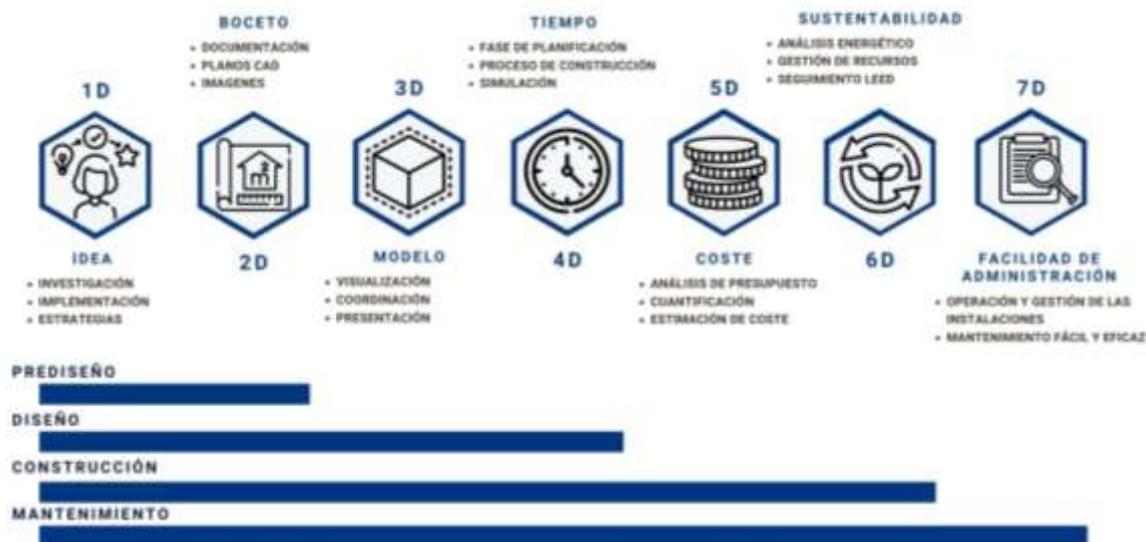


Figura 1.2 Dimensiones BIM. [Elaboración propia]

**1D-Idea:** es la idea, donde se lleva a cabo la investigación, implementación, estimaciones de la superficie, volumetría y costes generales (Sánchez Ortega, 2016).

**2D-Boceto:** es la presentación de características principales de la idea ya sea a mano alzada o con un software (Por ejemplo; planteamiento de los materiales, la definición de las cargas estructurales, la determinación de la dimensión energética del proyecto y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad general de éste) (Najjar et al., 2019).

**3D-Modelo:** es la representación gráfica nativa de cualquier proyecto BIM, mediante su diseño vectorial en tres dimensiones representando la parte geometría con un modelo realista de arquitectura, estructuras, instalaciones y demás disciplinas (Sisternes García, 2020).

**4D-Tiempo:** es la intervención del tiempo para ejecución del proyecto. Logrando controlar las variaciones del proyecto con simulaciones de las diferentes fases de construcción junto con el diseño del plan de ejecución (Poza, 2017; Reyes, 2017).

**5D-Coste:** es el control de costes, cantidades de obra y costos operativos, dirigido a una gestión económica eficiente del proyecto desde el inicio y hasta la fase de operación junto con el mantenimiento (Walter de Rossi & Andrade, 2018).

**6D-Sostenibilidad:** con la finalidad de lograr un ahorro energética y de la optimización de los sistemas constructivos, estructuras e instalaciones, sin perder la esencia del proyecto (Morales, 2017).

**7D-Facilidad de administración:** con la finalidad de alargar y mantener la calidad del proyecto luego de su construcción, incluyendo inspecciones, reparaciones por medio de un plan de mantenimiento y de soporte técnico (BIMnD, 2019).

BIM es un proceso que nos ayuda en todas las fases del proyecto (Prediseño, Diseño, Construcción y Mantenimiento). En la fase de diseño podemos agregar la información y en construcción podemos controlar lo que hemos ingresado en ese modelo. Por esta razón, se trabaja con un archivo o modelo único al que vamos añadiendo información. Cuando agregamos la variable tiempo con simulaciones o cronogramas nuestro proyecto pasa al 4D, cuando se agrega el costo pasa al 5D, cuando se realiza un análisis energético pasa al 6D. Finalmente, cuando ese modelo único para el proveedor que le va a dar mantenimiento a la edificación pasa al 7D. Entonces, podemos concluir que el modelo va evolucionado según la información que vayamos añadiendo.

### **1.7.6 Flujo de trabajo BIM**

Es un flujo colaborativo entre las diferentes especialidades y en las distintas etapas del proyecto. El flujo de trabajo BIM es muy importante, porque quizás nuestra madurez usando las herramientas no sea la más indicada, además, necesitamos de una alta información para una correcta validez en construcción. Entonces, el flujo de trabajo BIM es ese conjunto de pasos para llegar a un proyecto útil.



**Figura 1.3 Flujo de trabajo BIM. [Autodesk]**

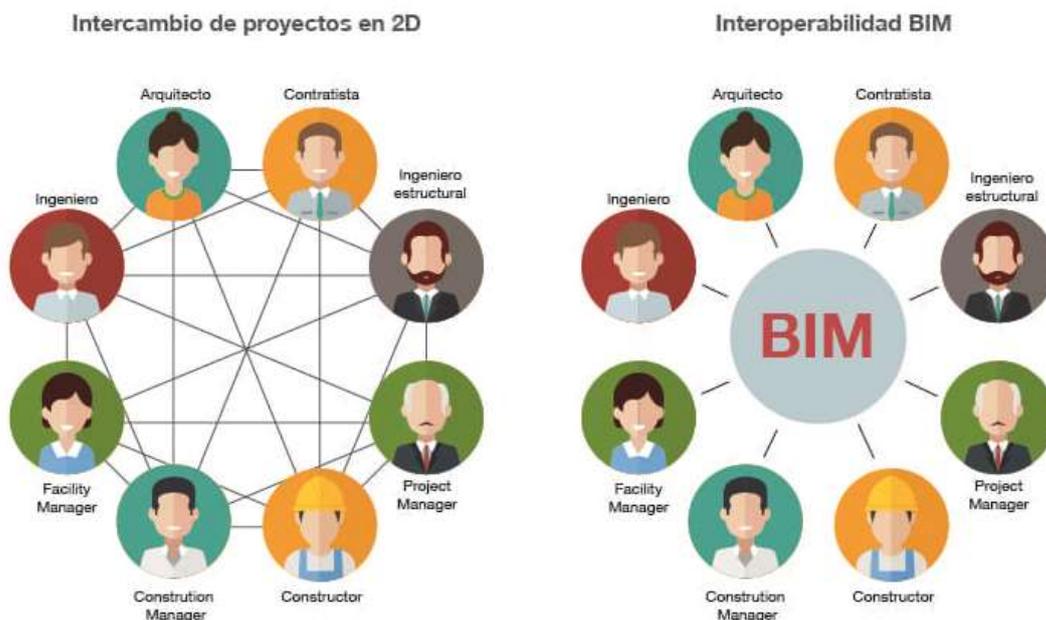
La figura 1.3 nos muestra que en el centro del gráfico existe un modelo virtual que contiene la información de todo el ciclo de vida de la edificación, indicándonos que todas las fases de proyecto dependen de BIM. Con ello, se obtiene información para analizar, documentar, fabricar, calcular, construir y operar. Los softwares son únicamente las herramientas que comunican nuestro modelo BIM con la fase que deseamos analizar, teniendo como requisito que sean bidireccionales en la compartición de información. Por ejemplo, del modelo central podemos tomar la información necesaria para ser usada en un programa de análisis estructural, pero si esos resultados no pueden compartirse de regreso al modelo central de forma directa no se está aplicando BIM de forma adecuada.

### **1.7.7 Interoperabilidad BIM**

El trabajo colaborativo involucra la participación de los agentes del proyecto de forma simultánea y en todo momento, familiarizándose en un entorno de confianza con toda la información que envuelve el proyecto. Esto es posible por el uso un entorno común de datos o CDE (Common Data Environment, por sus siglas en inglés). El CED es una herramienta que permite a los diferentes agentes implicados en un proyecto trabajar de forma inter-conectada en la nube. La norma PAS 1192-2: 2013 que

suministra las indicaciones para los requisitos de gestión de información vinculados con proyectos con implementación BIM, define a un CDE como:

"Fuente única de información para cualquier proyecto dado, utilizado para recopilar, gestionar y difundir todos los documentos de proyecto aprobados para equipos multidisciplinarios en un proceso gestionado" (BSI, 2013).



**Figura 1.4 Intercambio de proyectos 2D vs interoperabilidad BIM. [Biblus]**

La figura 1.4 nos muestra la comparación entre sistemas. El sistema tradicional "Intercambio de proyectos en 2D", es el estado de trabajo en el cual no existe ningún tipo de colaboración. Cada agente elabora su propia documentación, donde hay varias vías de comunicación generando pérdida de información, duplicidades o desinformación. Por esto, es que aquí donde se dan proyectos con atrasos y sobrecostos en sector AEC.

En cambio, el sistema BIM se caracteriza fundamentalmente por su colaboración entre los diferentes participantes desarrollando un modelo único, por medio de un servidor, donde no se generan duplicidades y se da la transparencia.

### 1.7.8 Procesos

Una parte fundamental de BIM es el trabajo colaborativo, pero la otra es la estandarización de procesos para que la empresa pueda decir que efectivamente está utilizando BIM. Lo que se necesita es crear un proceso estandarizado, por ejemplo, en el caso de una persona se desvincule del cargo, la siguiente pueda lograr la continuidad del trabajo con dicha documentación ordenada.

### 1.7.9 Usos BIM

Los Usos BIM son las posibles aplicaciones que le podemos dar a la metodología. Es decir, para que la implementación de BIM sea exitosa, es importante que los miembros del equipo comprendan para qué se va a realizar un proyecto con BIM. Por ese motivo, hay que considerar las fases finales del proyecto para entender que información nos será de utilidad (Campos, 2018).

Los Usos BIM están estandarizados, los más empleados son los aportados por la guía de Penn State (Messner et al., 2019). En la figura 1.5 se presentan los usos de BIM a lo largo del ciclo de vida de un edificio o infraestructura (organizado en orden cronológico desde la planificación hasta la operación), adaptados a la normativa española (Basáñez, 2018).

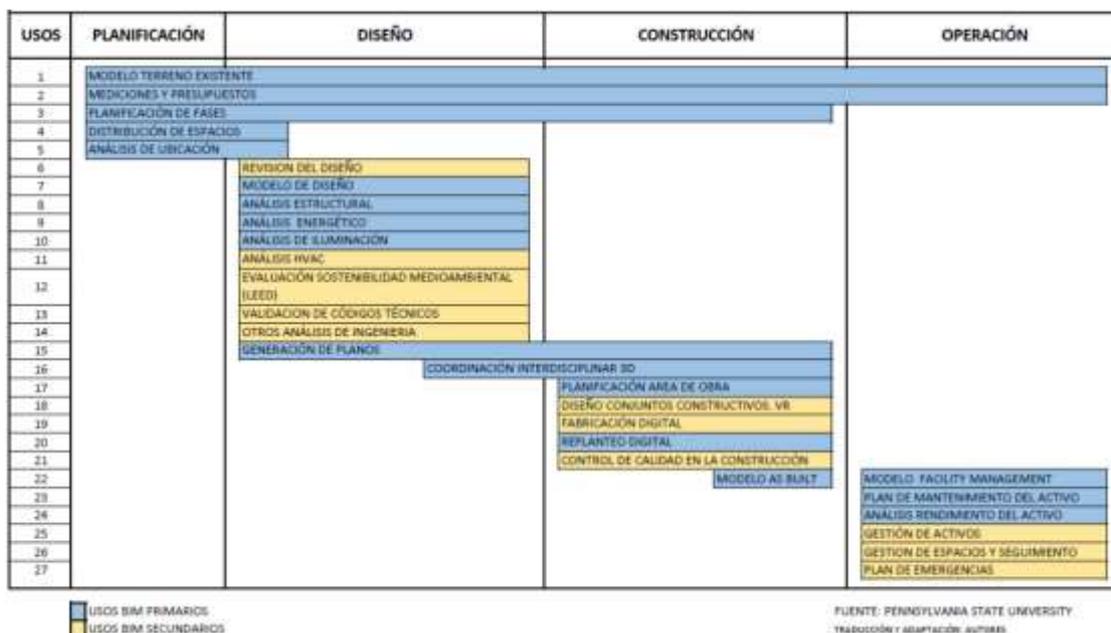


Figura 1.5 Usos BIM. [Pennsylvania State University]

### **1.7.10 Niveles de desarrollo e información (LOD & LOI)**

El nivel de desarrollo o LOD (Level of Development, por sus siglas en inglés), determina el Nivel de Desarrollo que tiene un modelo BIM. En cambio, el nivel de información o LOI (Level of Information, por sus siglas en inglés), es la cantidad de información no modelada que tiene nuestro objeto BIM.

### **1.7.11 Adopción de BIM en el mundo**

#### **Estados Unidos:**

La metodología BIM tuvo su nacimiento en Estados Unidos durante los años 70, su implementación fue lenta y difícil, pues esta se encontraba en una fase experimental pero finalmente pudo ser implantada y posteriormente distribuida al resto del mundo. Sin embargo, la falta de una estrategia nacional para todos los estados confederados, muchos departamentos federales desarrollaron estándares independientes, generando una falta de paridad en la metodología.

Por este motivo, Estados Unidos perdió su ventaja inicial, siendo superado por otros países como Reino Unido, que actualmente cuenta con el Nivel 2 de madurez BIM en el modelo británico aproximadamente en todas sus obras de origen público.

En la actualidad, gracias al Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (NIBS) se ha desarrollado un documento que lleva por objetivo estandarizar todos los procesos constructivos en el que destaca que gracias a la aplicación de BIM Estados Unidos obtuvo:

- Reducción del 5% en el costo final de construcción.
- Incremento del 5% en la velocidad para completar obras.
- Incremento del 25% en la productividad laboral.
- Reducción del 25% en la mano de obra (Dodge Data & Analytics, 2015).

#### **Reino Unido:**

En la actualidad Reino Unido es el País que encabeza la Aplicación de la Metodología. BIM llegó al país ya que este tenía una mala administración que

provocaba que los proyectos fueran extremadamente caros y entregados fuera tiempo. El 2008 la crisis financiera que enfrentaba el mundo fue la excusa perfecta para adoptar el cambio pues el gobierno ya no tenía el dinero necesario para llevar a cabo obras no rentables.

Un informe publicado por Construction Excellence en 2009 señaló los puntos de mejora de la industria constructora británica provocando que el gobierno tomara cartas en el asunto, instaurando una estrategia de adopción de la metodología BIM de manera gradual a fin de realizar su correcta aplicación en diferentes proyectos (Zigurat, 2018).

En 2016 logró alcanzar el nivel 2 de madurez al instaurar una ley de uso BIM obligatoria en la ejecución de obras públicas. Con el objetivo de alcanzar el nivel 3, el gobierno británico desarrollo un plan que incluye:

- Uso de BIM obligatorio durante todo el ciclo de vida de edificaciones públicas.
- Uso de BIM en el diseño y construcción de obras del sector privado.
- Aprovechar al máximo el potencial BIM en la fase de mantenimiento y gestión de edificios.

### **Australia:**

En septiembre de 2015, la Air Conditioning and Mechanical Contractors Association (AMCA) propuso al gobierno australiano implementar la metodología de manera obligatoria en sus proyectos. En 2016 con el plan de infraestructuras de 15 años se sugirió hacer uso de BIM en el diseño de infraestructuras complejas y de gran escala, y de la mano de Australian Procurement and Construction Council desarrollar guías y estándares (CBIM, 2019).

### **Chile:**

Michelle Bachelet. En la apertura del XXXVII Encuentro Nacional de la Empresa (ENADE 2015), Mencionó la implementación de la metodología BIM en los ministerios de salud, vivienda y obras públicas.

En 2016, se creó el programa Planbin, impulsado por CORFO, promoviendo la modernización de la industria constructora durante todo el ciclo de vida de los proyectos. Este programa busca reducir los costos y tiempos de ejecución de los proyectos públicos de obra civil. Para lograr este objetivo propuso la implementación de la metodología BIM en el desarrollo de proyectos públicos a partir del año 2020.

La implementación se está llevando a cabo con la ayuda de distintas instituciones públicas, privadas y el sector académico, fomentando la integración de BIM en programas de capacitación y mallas curriculares. Se espera que estos sectores contribuyan en la difusión de la metodología en el país (CORFO, 2021a).

### 1.7.12 Estado de madurez BIM

La madurez BIM es la mejora gradual y continua de la calidad, repetibilidad y predictibilidad en el marco de una Capacidad BIM disponible (BIMe Initiative, 2016). Conocer el estado de madurez BIM es fundamental para mejorar el desempeño general de la organización. Esta evalúa a las organizaciones o equipos de trabajo, la figura 1.6 muestra el Índice de Madurez BIM en una escala de cinco niveles (Succar, 2010).



Figura 1.6 Índice de Madurez. [Bilal Succar]

**Nivel Ad-hoc o Inicial:** No existe una estrategia de procesos definidos. No se han establecido los roles ni responsabilidades. El trabajo colaborativo es mínimo y no se desarrolla bajo ningún estándar, guía o protocolo.

**Nivel Definido:** La implementación de la metodología es llevada a cabo gracias a la directiva. La mayoría de los procesos cuentan con su respectiva documentación. El trabajo colaborativo se aplica bajo estándares básicos previamente definidos. Se distribuyen los roles y responsabilidades.

**Nivel Gestionado:** El personal entiende el alcance de la empresa. Los roles BIM están bien definidos y se consigue el objetivo requerido. El modelo 3D y su información se rige por los estándares y planes de calidad.

**Nivel Integrado:** La visión de la institución y la metodología BIM se incorporan adecuadamente. Los procesos y sistemas de la institución y la metodología BIM se incorporan adecuadamente.

Los softwares para utilizar se rigen de los objetivos estratégicos. Los roles y objetivos se encuentran integrados en la unidad. Al trabajo colaborativo se suman agentes claves para las etapas iniciales del proyecto. La productividad de la institución es previsible.

**Nivel Optimizado:** Las estrategias de la institución y la metodología BIM se sincronizan constantemente. Los cambios necesarios en el proyecto se ejecutan de forma dinámica. Los softwares para utilizar se verifican constantemente a fin de optimizar la productividad. Los datos, procesos y canales de comunicación se mejoran constantemente. El modelo 3D se examina y optimiza para aprovechar todas las funcionalidades del software. Las responsabilidades, riesgos y recompensas se verifican a cada momento. Los modelos contractuales generan el mayor valor para todos los involucrados.

### **1.7.13 Temas que se evalúan en el Índice de Madurez BIM**

#### **Procesos:**

Se evalúan los procesos que serán utilizados por la empresa al aplicar la metodología BIM en un proyecto. Verifica que los procesos se encuentren correctamente documentados e integrados con otros procesos de la organización.

**Tecnología:**

Se evalúa el nivel de madurez en relación con herramientas de software, hardware, redes y conectividad.

**Organización/ Empresa:**

Se evalúa que la visión y las estrategias de la empresa y de BIM, se encuentren alineadas.

**Personas:**

Se evalúa la claridad existente en la empresa para la asignación de roles y planes de capacitación.

**Estándares:**

Se evalúa la utilización y constante mejora de los documentos que son base para el proceso BIM (KINENERGY, 2021).

**1.7.14 Plan de ejecución BIM (BEP)**

El Plan de Ejecución BIM o BEP (BIM Execution Plan, por sus siglas en inglés), es un documento con dos objetivos principales. Primero, hacer que el cliente tenga confianza en el oferente porque el documento refleja la capacidad del equipo de trabajo para ejecutar el proyecto bajo la metodología. Segundo, expresa la guía de procesos necesarios para que el equipo de trabajo pueda implementar BIM de forma adecuada al proyecto en mención.

Un BEP es único de cada proyecto y es desarrollado por los integrantes de un equipo de proyecto para planificar su estrategia de gestión de la información (Franz & Messner, 2019).

**1.7.15 Libro de Estilo**

El Libro de Estilo o también llamado Estándares de la Organización es un documento que coordina las actividades de una empresa. Esencialmente útil para tener calidad en cuanto al modelamiento de un proyecto, definimiento los criterios de control gráfico y visualización de los proyectos (Barco Moreno, 2018).

# CAPÍTULO 2

## 2 DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 Metodología

Para la sección de metodología se decidió seguir la secuencia que se muestra en la figura 2.1, la cual consta de cuatro fases: (I) investigación bibliográfica, (II) desarrollo de la presentación, (III) desarrollo del plan piloto, y (IV) resultados, en donde se muestran los aportes y avances que se han logrado por la ejecución del presente proyecto.

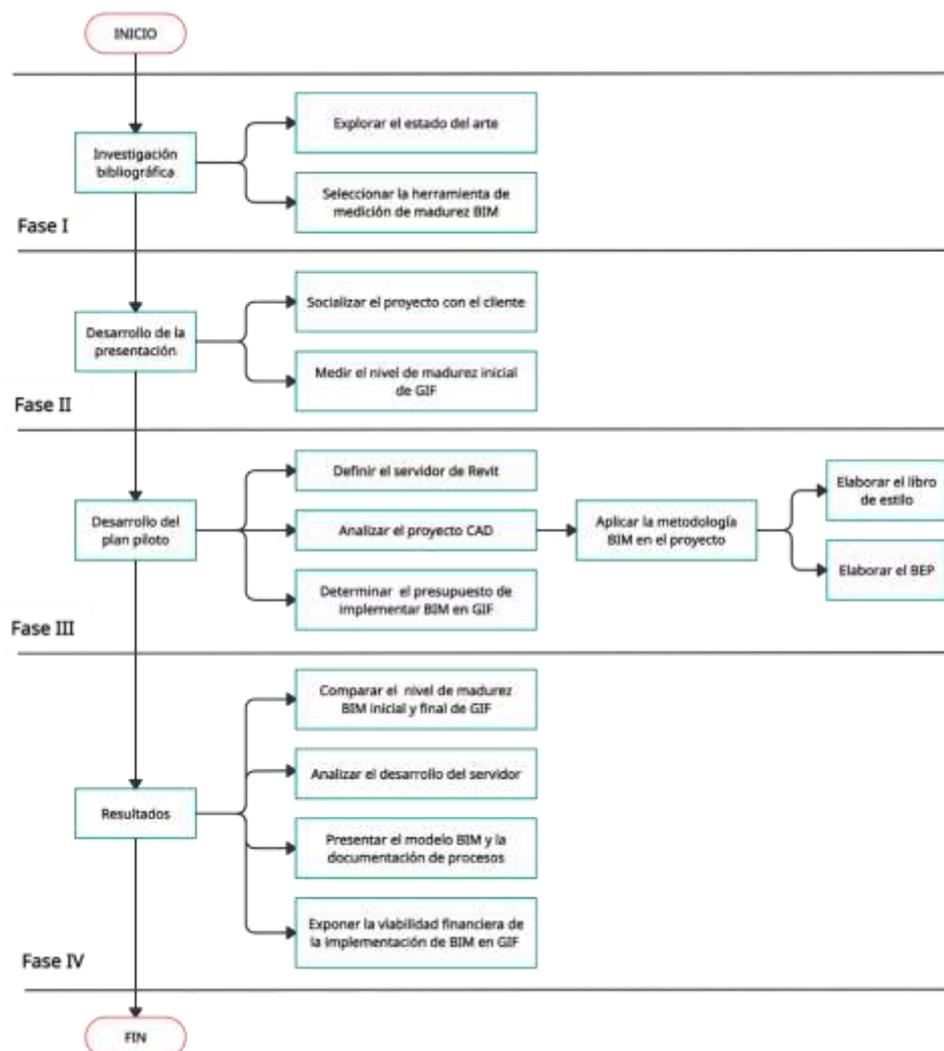


Figura 2.1 Diagrama de flujo de la metodología utilizada en este proyecto.

[Elaboración propia]

**Fase I:**

Primero, parte del objetivo del presente trabajo fue realizar una investigación bibliográfica para comprender el estado del arte y los conceptos fundamentales que envuelve la metodología BIM. Se escogieron fuentes de búsqueda principales (Por ejemplo, la base de datos Scopus) y secundarias (Por ejemplo; libros, guías y páginas Web destacados en el tema), porque presentan información completa y de carácter confiable.

Las funciones de búsqueda permitieron encontrar revisiones de literatura para seleccionar la herramienta de madurez BIM más adecuada. A fin de realizar el diagnóstico en cuanto al nivel de calidad de implementación BIM actual de la empresa (Wu et al., 2017).

**Fase II:**

Segundo, en cuanto a la intervención de nuestro trabajo fue necesario desarrollar una presentación para socializar nuestra propuesta al equipo de GIF. Dicha presentación tuvo el objetivo de comprender los conceptos que envuelven la metodología BIM, de tal forma que todos podamos partir de la misma línea base en cuenta al tema. Asimismo, hicimos conocer la hoja de ruta de nuestra propuesta.

Además, se realizó una encuesta desarrollada por la empresa IAC (ingeniería asistida por computador) basada en la matriz de capacidades del Departamento de Defensa de Estados Unidos y la matriz de madurez BIM del Dr. Bilal Succar (iac, 2019). Logrando medir el nivel de madurez BIM actual de la empresa evaluando temas de procesos, tecnología, organización, personas y estándares (Eastman et al., 2011; Liang et al., 2016). Dicha herramienta aporta con un análisis y recomendaciones individuales para cada tema evaluado.

**Fase III:**

Tercero, se desarrolló un plan piloto por medio de la gestión de procesos necesarios para impulsar a GIF en el desarrollo de implementar BIM en sus próximos proyectos de obra civil de forma progresiva.

Parte de la estrategia fue solicitar a la Gerencia de Tecnologías y Sistemas de Información (GITI) de ESPOL un servidor, en el que se instaló el programa Revit Server 2019, para que GIF pueda conectar modelos centrales de forma colaborativa en distintas ubicaciones físicas (Barco Moreno, 2018). Además, en la configuración se tomó en cuenta los permisos de administración para una mayor seguridad de la información.

De forma tal que se analizó un proyecto CAD proporcionado por GIF llamado “Mantenimiento y Reparación de Baños Comunales de Edificios, ESPOL”, a fin de crear el mismo proyecto con la metodología BIM, para mostrar los requisitos y beneficios que conlleva ejecutar un proyecto con el nuevo sistema.

De forma tal que, se elaboró el libro de estilo basándonos en las guías UBIM. Por otro parte, para la elaboración del BEP usamos la plantilla promocionada por el PlanBIM Chile y estándares internacionales. Donde principalmente se seleccionaron las dimensiones 3D y 5D como simplificación de los usos BIM; los responsables y sus funciones; a Revit 2019 de Autodesk como software de modelado y Plannerly como plataforma de gestión de proyectos.

Además, se determinó el presupuesto de implementar BIM en GIF mediante la estimación los recursos humanos y económicos necesarios, a través de un análisis de factibilidad económica de mercado, para que la implementación de la metodología BIM continúe su desarrollo progresivo en la Gerencia de Infraestructura Física.

#### **Fase IV:**

Finalmente, se presentaron y discutieron los resultados, respondiendo a nuestros objetivos específicos. Para lo cual; se realizó una segunda evaluación, comparando el nivel de madurez BIM inicial y final de GIF; Se analizó el desarrollo del servidor en cuanto a su funcionalidad como un próximo entorno común de datos; se presentó el modelo BIM y documentación de procesos; se expuso la viabilidad financiera de la implementación de BIM en GIF.

## 2.2 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

### 2.2.1 Exposiciones y Capacitaciones

En la unidad se realizaron las exposiciones grupales correspondientes para presentar las funciones de organización en cuento a la metodología BIM.



**Figura 2.2 Socialización del Proyecto con GIF [Elaboración Propia]**

Nos acercamos a la Gerencia de Infraestructura Física, para desarrollar la respectiva socialización del proyecto, responder dudas existentes y evaluar el nivel de madurez inicial de la unidad. De esta manera GIF se ubicó en el nivel 2, denominado Definido, esto debido a que la unidad presentaba.



**Figura 2.3 Capacitación de uso de la plataforma Plannerly. [Elaboración Propia]**

Así mismo, se realizaron capacitaciones personales para indicar el uso de las herramientas propuestas, como lo es la plataforma de gestión de proyectos Plannerly.

### 2.2.2 Gestión del servidor

Se realizó el seguimiento correspondiente a la asignación de un servidor para el uso de proyectos colaborativos en donde se instaló el programa Revit Server 2019, definiendo temas de privacidad y control.

### 2.2.3 Plataforma Gestión de proyectos

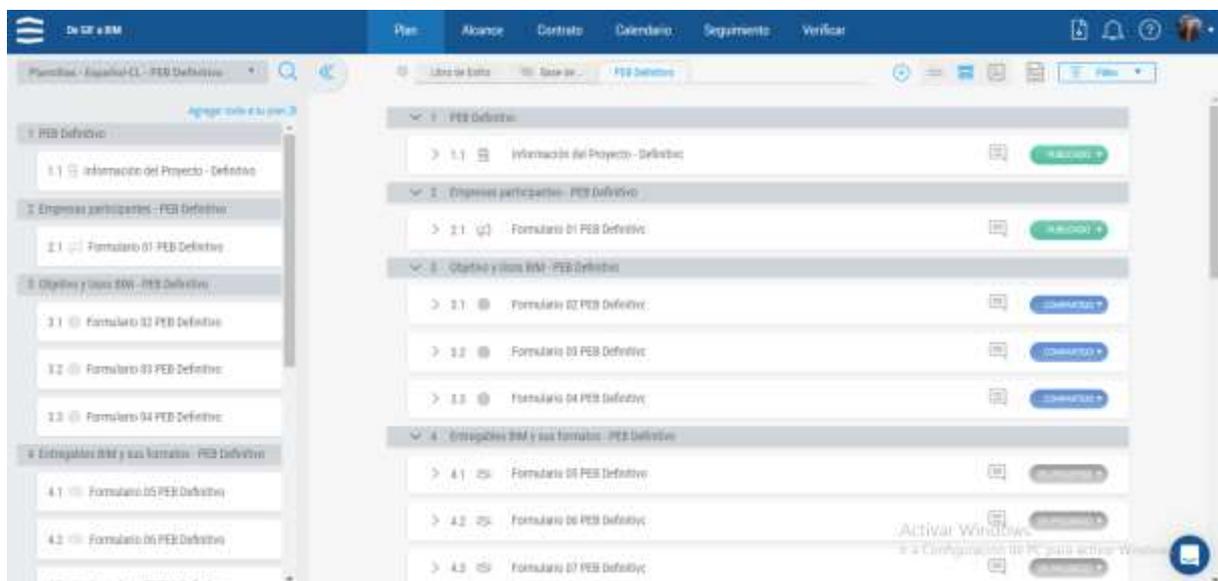


Figura 2.4 Interfaz de la plataforma Plannerly. [Elaboración Propia]

Los procesos son fundamentales en la aplicación de un proyecto elaborado bajo la metodología BIM. Por esa razón, se escogió la plataforma de gestión de proyectos Plannerly. En dicha plataforma se realizó gestión de procesos que se solicitan en la ISO 19650, para la participación de todo el personal involucrado en el proyecto de forma colaborativa y transparente.

## 2.3 Análisis de alternativas

En base a las necesidades dadas por la tecnificación de la construcción se proponen las siguientes alternativas para dar respuesta desde la academia por medio del GIF.

**Proyecto Transversal en materias de FICT:** Capacitar a los docentes de las materias de Gestión de Obras Civiles, Diseño Estructural e Instalaciones para que apliquen un proyecto en su programa académico bajo protocolo BIM correspondiente a su disciplina con insumo de las fases de la implantación que necesiten. Por ejemplo, en Gestión de obras civiles conocer sobre el libro de estilo, BEP, estándares y simulaciones con recursos de un diseño estructural y de instalaciones completados; en Diseño estructural realizar un detalle con el recurso de un libro de estilo y un BEP; en Instalaciones crear un modelo multidisciplinario junto con presupuesto con el recurso de un libro de estilo y un BEP.

**Guía base para aplicación en próximos proyectos:** Desarrollar un libro de estilo y un BEP como base para los futuros proyectos en GIF y FICT, en el que se envuelva de forma comprensible los procesos que involucra un trabajo con metodología BIM.

**Implementar BIM a un proyecto de GIF diseñado en CAD:** Mostrar el beneficio financiero comparando los resultados de aplicar el sistema tradicional frente al nuevo sistema en el proyecto “Mantenimiento y Reparación de Baños Comunales de Edificios, ESPOL” a cambio de configurar los requerimientos necesarios para su aplicación, para una correcta transición inicial de la Gerencia de Infraestructura Física a la metodología BIM.

**Diseñar un proyecto de GID con BIM:** Desarrollar únicamente y en su totalidad un proyecto bajo el protocolo BIM.

A continuación, en la tabla 2.1 se muestran las diferentes alternativas propuestas con el nivel de impacto en sus limitaciones.

**Tabla 2.1 Matriz de decisión de alternativas. [Elaboración propia]**

MATRIZ DE DECISIÓN PARA LA APROBACIÓN DE ALTERNATIVAS					
ALTERNATIVAS	NIVEL DE IMPACTO				
	Facilidad	Costo	Tiempo	Social	Total
Implementar BIM a un proyecto de GIF diseñado en CAD con guías ISO19650	2	8	6	6	55%
Guía base para la aplicación en próximos proyectos	6	7	4	8	63%
Implementar BIM a un proyecto de GIF diseñado en CAD con guías PlanBIM Chile	8	9	8	9	85%
Diseñar un proyecto de GIF con BIM	5	6	3	7	53%

La matriz de decisión para la aprobación de alternativas muestra nivel de incidencia que tiene en cada parámetro a evaluar con la siguiente escala subjetiva: “Muy bueno” (9-10), “Bueno” (8-7), “Medio” (6-5), “Malo” (4-3) y “Muy malo” (1-2). Según la escala mostrada en la tabla 2.1 la alternativa “Aplicar procesos iniciales BIM a un proyecto de GIF diseñado en CAD” es la seleccionada para el caso de estudio por su mayor posibilidad en sus limitaciones.

#### **2.4 Alternativa seleccionada.**

En base al análisis de la tabla 2.1 se ha decidido realizar la 3ra alternativa, “Aplicar BIM a un proyecto de GIF diseñado en CAD con guías PlanBIM Chile” ya que presenta la mayor ponderación y sus valores en cada parámetro son muy buenos. La alternativa consiste en mostrar los requisitos y beneficios de implementar BIM por medio de un proyecto previamente diseñado en CAD, el cual es de conocimiento de la empresa para un mejor entendimiento y practica del sistema. El cronograma de esta alternativa se detalla en el Anexo A.

# CAPITULO 3

## 3 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM

### 3.1 Análisis del nivel de madurez

#### 3.1.1 Intervenciones

Durante el desarrollo de la documentación y entregables, se desarrollaron intervenciones en la unidad GIF, con el objeto de mantenerla al tanto del desarrollo del proyecto, para lo cual recurrimos al uso de presentaciones desarrolladas en la plataforma Canva, como es apreciable en las Figuras 6.2 y 6.3.

Se realizó una visita técnica para instalar el software Revit en los equipos de la unidad y verificar el uso de las licencias. Figura 6.4.

Acudimos al sitio de construcción del proyecto a fin de realizar el modelado as-built para lo cual realizamos el respectivo levantamiento tratando que el modelo se asemeje en lo posible a la realidad.

#### 3.1.2 Evaluaciones

Para determinar el nivel de madurez BIM de la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL, recurrimos al uso de la herramienta desarrollada por IAC (Ingeniería Asistida por Computador), la cual, está basada en la matriz de capacidades del Departamento de Defensa de Estados Unidos en conjunto con la matriz de madurez desarrollada por el referente internacional BIM Bilal Succar.

Esta herramienta, está destinada a la evaluación de empresas no a personas individuales, por lo que, al momento de aplicarla en GIF, solicitamos la asistencia de representantes de las distintas disciplinas que colaboran en la unidad. Esta herramienta, consta de preguntas distribuidas en 5 ejes y presenta los resultados en

5 niveles. En el Anexo 6.3.1 pueden apreciarse las preguntas más representativas de la herramienta.



**Figura 3.1 Evaluación de nivel de madurez BIM inicial de GIF. [Elaboración propia]**

Los resultados, indican que GIF obtuvo inicialmente un 22% de madurez BIM, lo que la ubica en el nivel 2 (Definido). Para resultados más detallados ver el Anexo 6.3.2. A continuación, se muestra un diagrama con los porcentajes obtenidos en cada categoría.



**Figura 3.2 Diagrama de nivel de madurez BIM inicial de GIF. [IAC]**

Los resultados de la evaluación final indican que GIF, alcanzó un 53% de madurez BIM, lo que la ubica en el nivel 3 (Gestionado). Para resultados más detallados ver el Anexo 6.3.3. A continuación, se muestra un diagrama con los porcentajes obtenidos en cada categoría.



Figura 3.3 Diagrama de nivel de madurez BIM Final de GIF. [IAC]

## 3.2 Procesos BIM

### 3.2.1 Solicitud de Información (SDI)

#### Usos y objetivos de utilizar BIM en un proyecto

##### Objetivo General

El objetivo general de utilizar de BIM es evitar la existencia de errores y modificaciones en el presupuesto y cronograma que ya han sido aprobados.

## Requerimientos:

**Tabla 3.1 Objetivos específicos de la utilización de BIM en el proyecto. [Elaboración propia]**

Objetivos específicos	Usos BIM relacionados
Asegurar el cumplimiento de los requisitos programáticos.	Levantamiento de condiciones existentes
Obtener las cantidades y costos de componentes del proyecto.	Estimación de cantidades y costos
Prevenir conflictos críticos entre las distintas especialidades del proyecto.	Coordinación 3D
Registro de los componentes al finalizar la reforma.	Modelación as-built

**Tabla 3.2 Niveles. [Elaboración propia]**

ID	Nombre	Altura [m]
1	00-Planta baja (Arq.)	0
2	01-1er Piso (Arq.)	3.31

Los planos que se deberán presentar una vez que se haya finalizado el diseño, se enlistan a continuación.

**Tabla 3.3 Listado de planos. [Elaboración propia]**

Lámina	Número	Nombre	Contenido
1	101	Plano TOP 1	Implantación General y Localización de los baños del edificio 9M - Planta baja.
2	102	Plano TOP 1	Modelo de Implantación general.
3	101	Plano ARQ 1	Plantas, Cortes y Tablas de Planificación Arquitectónicas.
4	102	Plano ARQ 2	Renders de Baños del Edificio 9M - Planta baja.
5	103	Plano ARQ 3	Fases y Vistas Constructivas.
6	101	Plano ELE 1	Plantas y vista de Sistemas Eléctrico y Extracción de Aire

## Parámetros Generales:

**Tabla 3.4 Listado de parámetros solicitados. [Elaboración propia]**

Grupo	Nombre	Número de tabla
TDI-A	Meta Data del Proyecto	Tabla 6.1 TDI-A: Meta Data del Proyecto
TDI-B	Propiedades Físicas de Objetos y Elementos	Tabla 6.2
TDI-C	Propiedades Geográficas y de Localización Espacial de Objetos & Elementos	Tabla 6.3
TDI-D	Requerimientos Específicos de Información para el Fabricante	Tabla 6.4
TDI-E	Especificaciones de Detalle	Tabla 6.5
TDI-G	Requerimientos Energéticos	Tabla 6.6
TDI-J	Validación de Cumplimiento de Programa	Tabla 6.7
TDI-K	Cumplimiento Normativo y Requerimientos de Seguridad de Ocupantes	Tabla 6.8
TDI-M	Logística de Construcción y Secuencia	Tabla 6.9
TDI-N	Entrega de la Construcción	Tabla 6.10
TDI-O	Gestión de Activos e Información Interna	Tabla 6.11

### 3.2.2 Plan de Ejecución BIM (BEP)

**Tabla 3.5 Información general del proyecto. [Elaboración propia]**

Solicitante	ESPOL
Nombre del Proyecto	PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO
Ubicación del Proyecto	Guayaquil-Vía Perimetral 5-ESPOL-Prosperina-Edificio 9M
Tipo de Contrato	Obra
Descripción del Proyecto	Mantenimiento y reparación de baños comunales de edificios, ESPOL.
Número de contrato	PR1-001

Número de proyecto	PR1
Nº de documento:	1
Fecha	10/01/2022
Revisión	2
Estado	Publicado

**Tabla 3.6 Hoja de control de documento. [Elaboración propia]**

Revisión	Estatus	Página	Enmienda	Fecha	Por
1	Trabajo en progreso	Todas	Entregas, nombres de modelos y entidades seleccionadas.	28/11/2021	Ing. José Reyes, Carlos Pérez y Luis Atiencia
2	Publicado	Todas	Entregas y parámetros.	10/01/2022	Carlos Pérez y Luis Atiencia

**Tabla 3.7 Empresas participantes. [Elaboración propia]**

Empresa	Especialidad	Código	Nombre del responsable
GIF	Proyecto de Arquitectura	ARQ	Arq. Andrea Rojas
LEAA ec	Proyectos de Obras Civiles	OCV	Ing. Luis Atiencia

Los usos y objetivos de la utilización de BIM en el proyecto se indican en la tabla 3.1.

**Tabla 3.8 Responsables y Usos BIM. [Elaboración propia]**

Uso BIM	Empresa	Rol BIM	Persona Responsable	Disciplina	Profesión	Correo electrónico
Levantamiento de condiciones existentes	LEAA ec	Gestión en BIM	Carlos Pérez	TOP	Ingeniero Geomensor	caalpere@espol.edu.ec
Estimación de cantidades y costos	LEAA ec	Gestión en BIM	Luis Atiencia	OCV	Ingeniero Civil	leatienc@espol.edu.ec

Estimación de cantidades y costos	GIF	Gestión en BIM	Arq. Andrea Rojas	ARQ	Arquitecto	adrojas@espol.edu.ec
Coordinación 3D	LEAA ec	Coordinación en BIM	Ing. José Reyes	OCV	Ingeniero Civil	jrreyes@espol.edu.ec
Coordinación 3D	GIF	Revisión en BIM	Ing. Carola Gordillo	OCV	Ingeniero Civil	cgordill@espol.edu.ec
Modelación as-built	LEAA ec	Modelación en BIM	Luis Atiencia	OCV	Ingeniero Civil	leatienc@espol.edu.ec

### **01-Levantamiento de condiciones existentes.**

El proceso de aplicar métodos tradicionales o modernos del escaneo de un sitio o de las instalaciones produce un modelo virtual exacto del edificio o infraestructura (Harvard, 2013). Ver Tabla 6.12

### **02-Estimación de cantidades y costos.**

Proceso de utilización para extraer cantidades precisas de las entidades contenidas en los modelos BIM, junto con el costo de un proyecto en cualquiera de sus fases (Rojas et al., 2019). Ver Tabla 6.13

### **03-Coordinación 3D.**

Proceso el cual mejora eficientemente la colaboración entre todas las disciplinas involucradas en un proyecto, logrando detectar interferencias entre las entidades BIM (BIM and Beam, 2022). Ver Tabla 6.14

### **04-Modelación as-built**

Proceso donde se retroalimenta al modelo con todas modificaciones realizadas en obra de cada entidad. Logrando obtener un modelo BIM exacto de la edificación o infraestructura (BIM Forum, 2019). Ver Tabla 6.15

**Tabla 3.9 Entregables BIM. [Elaboración propia]**

Nombre	Número de tabla
Modelos BIM solicitados.	Tabla 6.16
Estado de avance de Información de modelos BIM para cada entrega.	Tabla 6.17
Documentos solicitados.	Tabla 6.18

## **Estrategia de Colaboración**

**Tabla 3.10 Estrategia de Colaboración. [Elaboración propia]**

Nombre	Número de tabla
Plataforma y formatos del Entorno de Datos Compartido	Tabla 6.19
Consolidación de modelos BIM	Tabla 6.20
Consolidación de modelos BIM	Tabla 6.21
Procedimiento de Reuniones	Tabla 6.22
Nombre de archivos de los modelos BIM	Tabla 6.23
Códigos y colores por disciplinas y/o sistemas	Tabla 6.24

## **Sistema de clasificación**

El sistema de clasificación a utilizar es Omniclass y Unifomat.

### **3.2.3 Libro de Estilo**

#### **Criterios de Organización**

#### **Modelo de Construcción del Proyecto y Mantenimiento**

**Tabla 3.11 Criterios Generales de Organización. [Elaboración propia]**

Localización IFC	Repositorio Digital / PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO / BIM / WIP / IFC
Localización BCF	Repositorio Digital / PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO / BIM / WIP / BCF
Localización RVT	Revit 2019 / Revit Server Network / IP:192.168.1.51 / PROYECTOS / PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO

## Acceso al Proyecto. Prerrequisitos

**Tabla 3.12 Acceso a documentación del proyecto. [Elaboración propia]**

El presente documento de LE-GIF, Libro de Estilo de la Organización del proyecto PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO, estará disponible en el enlace siguiente:	
<a href="https://app.plannerly.com/projects/d2abdc8f-8ead-4db1-b95d-8000aa1d685f/plan">https://app.plannerly.com/projects/d2abdc8f-8ead-4db1-b95d-8000aa1d685f/plan</a>	
La carpeta compartida del proyecto estará disponible en:	<a href="#">Repositorio Digital</a>
Existe una infraestructura de:	Colaboración: Revit Server 2019. Gestión documental: Repositorio Digital; Plannerly
El nombre del equipo de proyecto es:	GIF
El Gestor BIM del Proyecto es:	Ing, José Reyes
El Coordinador BIM del Proyecto es:	Ing, José Reyes

**Tabla 3.13 Sistema BIM y softwares de Interoperabilidad. [Elaboración propia]**

El Proyecto PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO se desarrolla sobre la plataforma BIM:	Revit
El Sistema Operativo es:	Windows 64 bits
LA versión IFC obligatoria es:	IFC 2x3
El software de MEP es:	Revit
El software 5D es:	Revit
El software de revisión BIM es:	BIM Collab Zoom

### Entorno Común de Datos (CDE)

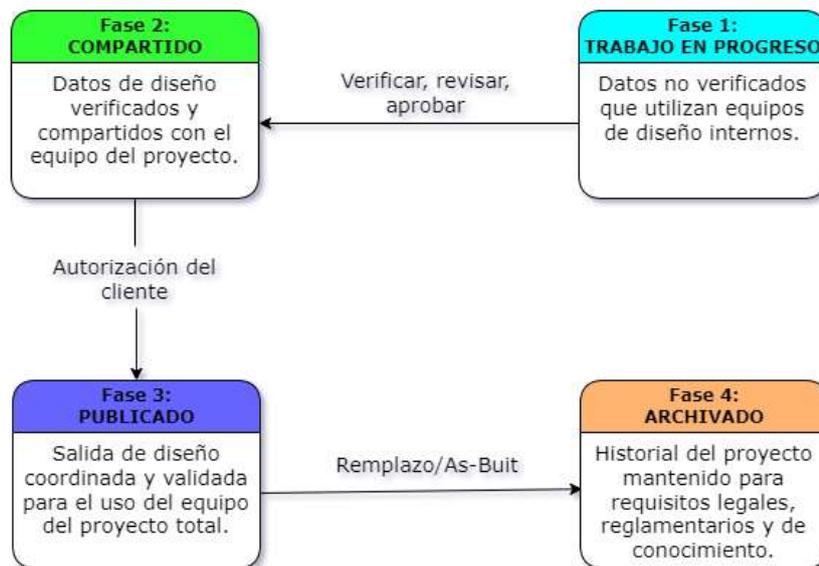
Un CDE tiene la capacidad de comunicar, reutilizar y compartir datos de forma eficiente y transparente, sin llegar a tener perdidas o duplicidades de la información.

El presente proyecto, como se indica en el Plan de Ejecución BIM (BEP). El Entorno común de Datos se encuentra conformado por más de una sola plataforma.

**Tabla 3.14 Plataforma y formatos del CDE. [Elaboración propia]**

Tipo	Plataforma/Formato
Plataforma colaborativa	Revit Server 2019
Plataforma de gestión documental	Plannerly; Repositorio Digital
Formato de requerimiento de información y colaboración.	Archivos BCF; IFC

**A continuación, se muestran las cuatro fases de un CDE:**



**Figura 3.4 Fases de un Entorno Común de Datos. [ ISO: 19650-I]**

### **Fase 1: Trabajo en progreso (WIP)**

Trabajo desarrollado de manera individual por cada disciplina o empresa. Contiene información no verificada ni aprobada para ser compartida con todos los miembros del equipo de trabajo (BS1192, 2007).

Los datos denominados trabajo en curso son aquellos que se encuentran en proceso de desarrollo y no han sido comprobados ni aprobados para ser usados fuera del equipo de creación.

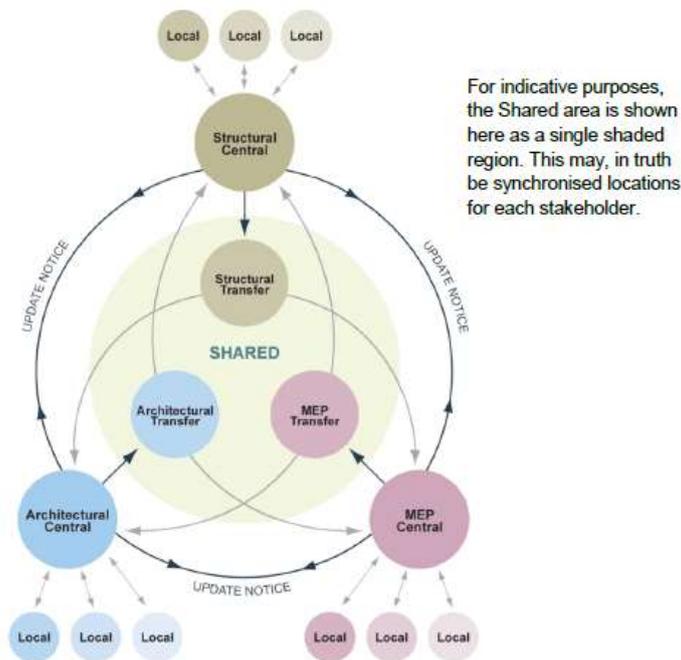
- Los archivos del modelo WIP se crean de manera aislada y presentan información cuya responsabilidad cae en manos de cada parte involucrada.
- Esta información es almacenada y trabajada en la sección WIP.

## **Fase 2: Compartido**

Información verificada y aprobada, disponible para el intercambio de datos entre softwares BIM, estos pueden ser gbXML, CIS / 2, IFC, entre otros.

De manera que el trabajo coordinado sea más eficiente, cada parte permitirá el acceso a sus datos de diseño, a través de un repositorio compartido del proyecto. El acceso a estos archivos debe estar disponible para todos desde una ubicación central. Previo a compartir los datos, deben verificarse, aprobarse y validarse como "Aptos para coordinación" de acuerdo con el flujo de trabajo BS1197.

- Solo archivos validados como "Aptos para coordinación" podrán ser colocados en la sección compartida.
- Se realizará con regularidad el intercambio de modelos, de manera que todas las disciplinas, puedan trabajar con la información validada más reciente disponible.
- Los modelos 3d serán colocados en la sección compartida, con su respectivo documento 2d verificado minimizando así el riesgo en errores de comunicación.
- La sección compartida se utilizará además como repositorio de datos proporcionados por organizaciones externas.
- Cambios realizados en datos compartidos serán comunicados al equipo mediante dibujos, registro de cambios u otro aviso adecuado a la situación, según se define en el documento de estrategia BIM del proyecto.



**Figura 3.5 Esquema de Modelos BIM. [AEC (UK) BIM Standard for Autodesk Revit]**

### Fase 3: Publicado

Documentos y datos generados a partir de información compartida.

- Los archivos 2d PDF o DWG serán colocados en la sección pública posteriormente a ser comprobados, aprobados y autorizados formalmente según los procedimientos corporativos de calidad.
- La revisión y emisión será de acuerdo con los sistemas de control de documento establecidos para el proyecto. Se generará un registro de los entregables mediante una copia electrónica y en papel según se amerite.
- La información presente en los modelos BIM es interdependiente, por lo que cada cambio realizado en una vista se verá reflejado en las demás. Por lo tanto, todas las vistas asociadas a un modelo BIM serán consideradas como trabajo en progreso, hasta el momento en que sean independizadas del modelo en un formato no editable.
- Solo los dibujos que hayan sido considerados necesarios revisar, podrán ser reeditados luego del trabajo de modificación.

## **Fase 4: Archivado**

Puede ser información gráfica o no gráfica como planos, secciones, elevaciones u otra vista de un proyecto.

- Todos los datos de salida del modelo BIM serán almacenados en la sección Archivo del proyecto, sean estos dibujos y datos publicados, remplazados y "As Built".
- En etapas clave del diseño, se realizará una copia completa de los datos BIM y los entregable respectivos en una ubicación del archivo.
- Los datos archivados deben colocarse en carpetas en las que pueda identificarse el estado del archivo. (AEC (UK) BIM Standard for Autodesk Revit)

## **Revisión de datos BIM:**

### **Importancia de un Formato Estandarizado**

Es crucial generar información transparente e inclusiva. Por tal motivo, usar el formato estandarizado IFC o BCF complementa un proyecto BIM. Por ejemplo, en una licitación poder usar el software que deseemos. Además, recordando que el IFC no solo es un formato, sino que también ayuda a que toda la información está clasificada y definida según ISO. Manteniendo cada dato en su lugar logrando un Open BIM.

## **Industry Foundation Classes (IFC):**

El IFC es un formato estandarizado que nos permite el intercambio de información entre diferentes disciplinas. Además, permite acceder del edificio o infraestructura sin utilizar el software nativo, guarda una representación del modelo similar a un PDF y facilita las tareas de coordinación multidisciplinaria.

Lista de softwares gratuitos que permiten visualizar IFC de la página IFC WIKY:

<https://www.ifcwiki.org/index.php?title=Freeware>

Lista de softwares que tienen certificada su importación o exportación IFC2x3 o IFC4:

<https://technical.buildingsmart.org/resources/software-implementations/>

### **BIM Collaboration Format (BCF):**

El BCF es un formato estandarizado que promovido por la Building smart, entonces, hay que tener presente que se va a usar cada vez más. El IFC permite compartir información entre distintos integrantes. Pero no podemos comprobar los cambios que se han realizado en el modelo o de las incidencias que se han encontrado. El formato que permite eso es BCF (BIM Collaboration Format).

Con el BCF podemos agregar todas las incidencias que hagan falta. Entonces, logramos guardar este archivo, y no únicamente trabajar con IFC estático. Sino con un archivo que puede ir almacenando todo el historial de modificaciones del modelo. Esto es una visión totalmente distinta al del IFC, porque ya no es un modelo 3D sino es información. Además, conforma un conjunto de incidencias que podemos registrar.

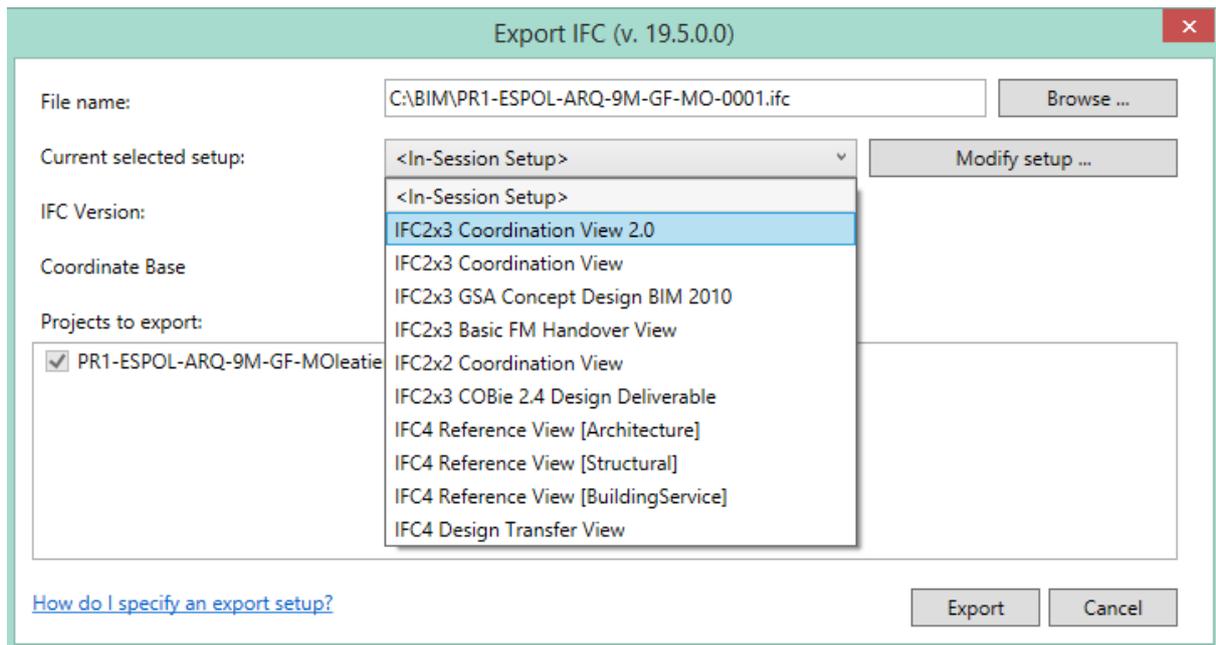
### **Flujo de Trabajo**

En el caso de no contar con capacitación en creación de modelos BIM en el software Revit de Autodesk de forma directa, la revisión del modelo se la realizará exportando un archivo en formato IFC y se utilizará el software BIM Collab Zoom de libre acceso.

### **Exportación básica y uso de las Model View Definitions (MVD) en Revit:**

Únicamente se exportarán en IFC las plantas solicitadas en la SDI o el BEP. Realizarlo mediante las propiedades de los niveles en activar o desactivar "planta de edificio".

Los Model View Definitions son configuraciones estandarizadas, donde su configuración será "IFC 2x3 coordinate view 2.0" siendo de tipo IFC o la personalizada que se acoja al BEP.



**Figura 3.6 Exportar modelo en formato IFC. [Elaboración propia]**

El mapeo de exportación es el establecido por el Manual de Entrega de Información (MEI), del estándar para proyectos públicos de Chile. Logrando que cada categoría de Revit se traduzca a su correcta clase IFC.

El BIM Manager es el encargado de conocer flujo de trabajo IFC. Aquí se presentan las clases IFC compatibles en Revit.

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit/learnexplore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ESP/Revit-DocumentPresent/files/GUID-EE6C0CF8-7671-4DCC-B0C7-EEA7513C90A9-htm.html>

### **Parámetros específicos:**

Para exportar un conjunto de parámetros en específico:

1. Crear una tabla de planificación de la categoría que deseamos exportar dichos parámetros específico.
2. Es muy importante que la tabla contenga una de las siguientes palabras: "IFC", "Common" o "Pset".

3. Luego agregamos los parámetros que necesitamos.

Los parámetros se alinean a la SDI o BEP.

### Exportación del formato BCF en BIM Collab Zoom:

Usaremos el software de revisión gratuito BIM Collab Zoom. Aquí vamos a importar nuestro archivo IFC de modelado previamente exportado de Revit.

Luego de haber revisado el modelo BIM, en la pestaña "Incidencias" agregamos las acotaciones pertinentes (Titulo, Descripción, comentario, vencimiento, relevancia, imagen). Un ejemplo de cómo deberían realizarse es el siguiente:

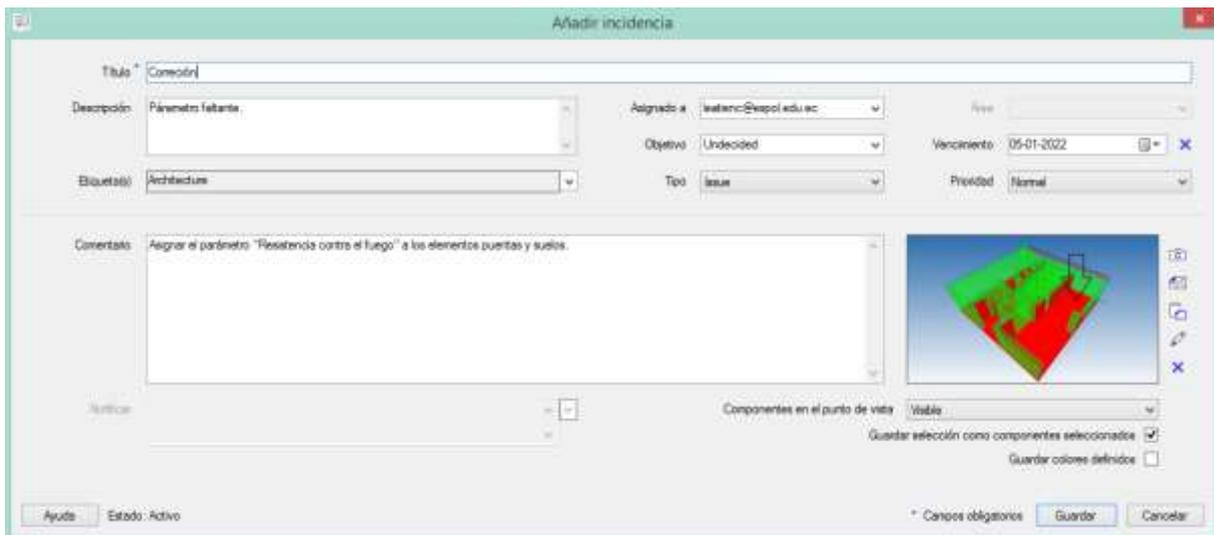


Figura 3.7 Ventana de incidencias. [Elaboración propia]

Finalmente, exportar como formato BCF.

### Validación

La validación o verificación es el proceso necesario para que la información de la Fase1: Trabajo en Progreso pase a la Fase 2: Compartido. Los archivos oficiales para

realizar la validación será mediante los formatos IFC, BCF o PDF. Siendo BIM Collab Zoom el software de revisión.

La validación de los datos BIM debe cumplir con:

- Cumplir con las reglas del Manual de Entrega de Información (MEI):
- Eliminar las vistas, planos o tablas sin alguna utilidad.
- Modelo purgado (Eliminar familias de Revit que nunca se utilizaron, etc.).
- Nomenclatura acorde a los procesos BIM definidos en el Plan de ejecución BIM (BEP).
- Modelo actualizado con todas las copias locales sincronizadas.
- Los archivos del modelo se separan del archivo central.
- Eliminar vínculos que no aporten utilidad, caso contrario también se compartirán los vínculos.
- Modelo completamente ensamblado mediante inspección visual.
- Comunicar cualquier cambio desde el último problema al equipo del proyecto por los medios de comunicación oficiales (Correo, Plannerly, whatsapp).

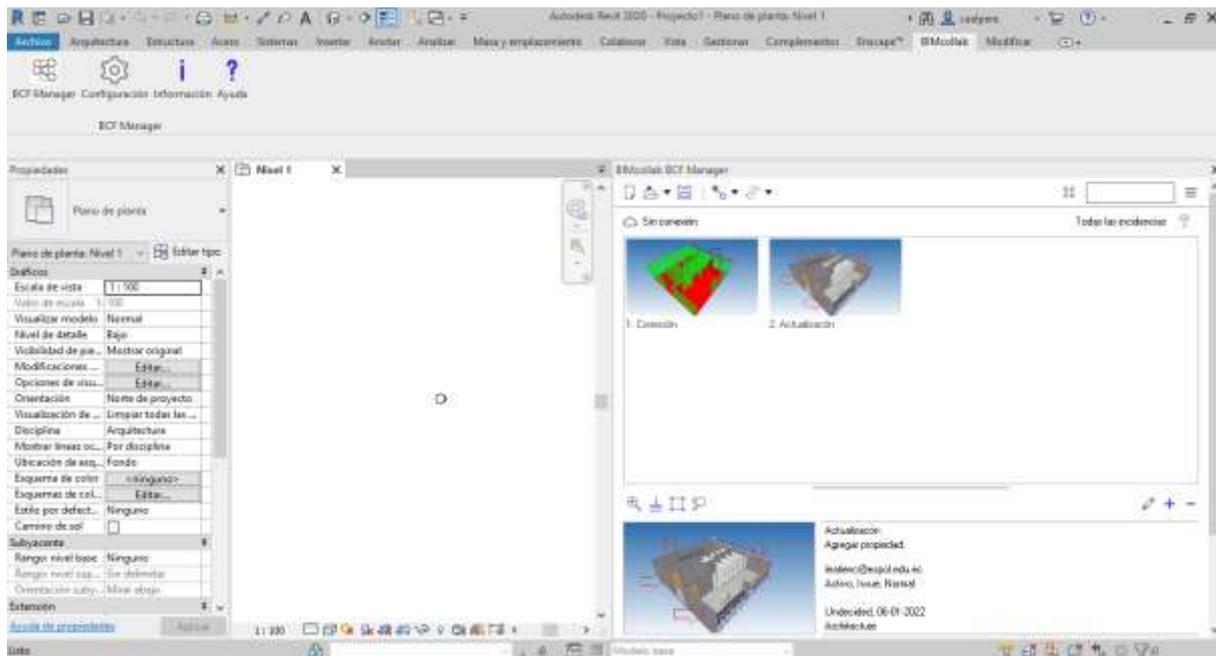
## **Corrección de Datos BIM**

### **Exportación del formato BCF en Revit:**

Usaremos plugin "BIMcollab® BCF Manager for Autodesk Revit 2019" para leer los comentarios del formato BCF exportado de la revisión previamente realizada del software "BIM Collab Zoom",

<https://support.bimcollab.com/en/Support/Support/Downloads/revit>

En la pestaña BIM Collab abrir el plugin BIM Manager, posteriormente importar el formato BCF. Finalmente, realizar las correcciones correspondientes. Un ejemplo de cómo deberían realizarse es el siguiente:



**Figura 3.8 Plugin BIM Manager en Revit. [Elaboración propia]**

## **Seguridad y Ahorro de Datos**

### **El control de los datos BIM debe cumplir con:**

- Mediante permisos de acceso se controlará quien puede ingresar a los datos del modelo BIM en los servidores.
- Cada modelador creará máximo 3 copias de seguridad locales.
- Sincronizar cada hora.
- El recordatorio de guardado será cada 30 minutos.
- Incluir una página de bienvenida con los datos de la empresa, logo y un URL que redirija a la gestión documental del proyecto BIM.

### **Sistema de resolución y registro de problemas del proyecto**

Cuando se tengan que comunicar los errores encontrados durante el proceso de revisión se deberá documentar y compartir a agentes pertinentes para su corrección. La exportación será mediante el formato BCF (BIM Collaboration Format).

El informe debe incluir como mínimo, lo siguiente:

- Ubicación específica de cualquier choque, incluidas imágenes 2D y 3D cuando sea posible.

- EL ID de los objetos cuando sea necesario.
- Una descripción detallada del problema.
- Detalles de la fecha / revisión / origen de la información vinculada a la que se hace referencia en colisiones.
- Aportar con posibles soluciones o acciones a tomar, por quién y en qué fecha.
- Autor del problema y lista de distribución para información o resolución.
- Confirmación de que la resolución ha sido probada en el modelo.
- Estado del problema: respuesta pendiente / vencida / respuesta inadecuada / cerrada.
- Nivel de importancia (Alto, medio, bajo).
- Los elementos con una respuesta inadecuada se volverán a registrar como un problema nuevo para evitar confusiones sobre si el problema se ha resuelto. Finalmente, las revisiones pendientes se debatirán en las reuniones ICE (Integrated Concurrent Engineering) de coordinación del proyecto. Si llega a ser necesario este proceso se lo puede hacer mediante el software pertinente (Navisworks).

## **Interoperabilidad**

### **Gestión de datos CAD / BIM entrantes**

- Todos los insumos, ya sean en CAD o BIM se registrarán de acuerdo con los procedimientos de gestión de datos del proyecto.
- Una copia de los datos CAD / BIM entrantes se almacenará en su formato original dentro de la subcarpeta entrante del proyecto.
- El coordinador BIM del proyecto debe verificar la veracidad de los datos de entrada antes de compartirla con el equipo de trabajo,
- Las modificaciones de los datos CAD / BIM entrantes se mantendrán al mínimo absoluto y solo se llevarán a cabo cuando el formato de los datos recibidos impida el diseño.
- Las modificaciones solo se realizarán con la aprobación del Coordinador BIM del proyecto.

- Los datos se limpiarán antes de importarlos o vincularlos al modelo BIM para eliminar cualquier dato irrelevante o extraño que pueda desestabilizar la base de datos BIM.
- De ser necesario cambiar los datos CAD al 0,0,0 antes de la importación, sino usar la opción "Centro a Centro" en la importación DWG.
- Los detalles de los cambios realizados en la limpieza de un archivo deben estar completamente documentados en la Estrategia BIM del Proyecto.
- La autoría de los datos depurados se transfiere del creador a la disciplina de depuración.
- Los datos ya limpios se almacenan dentro de la Fase 1: Trabajo en Progreso, a menos que se considere apropiado compartir todo el proyecto, en cuyo caso se almacena la Fase 2: Compartida.

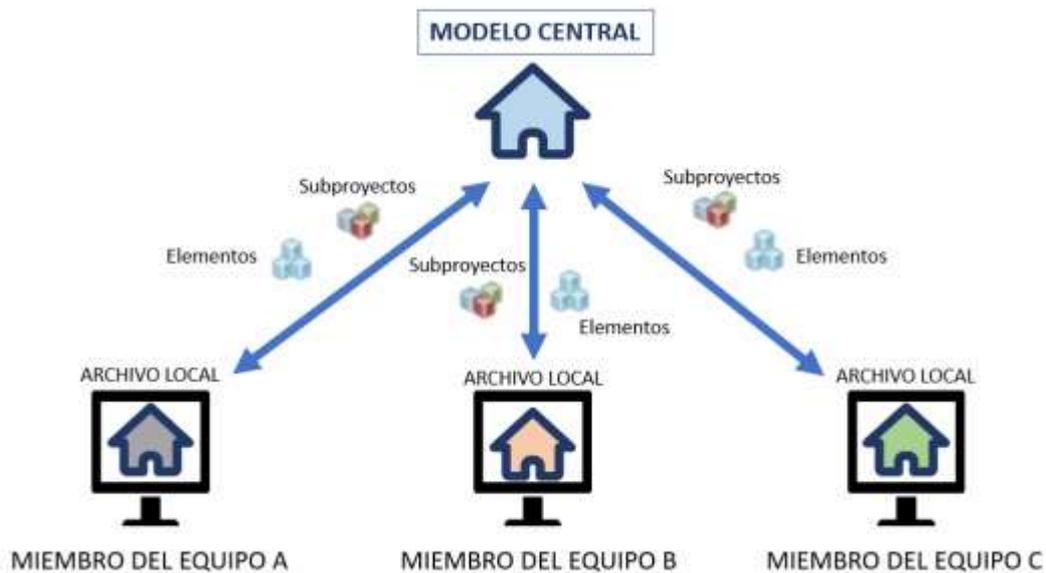
## **Trabajo Colaborativo**

### **Introducción**

Uno de los pilares de la metodología BIM es el trabajo colaborativo, donde todos los integrantes del proyecto puedan trabajar de forma simultánea y transparente. Independientemente de la herramienta (software) que usemos, existen dos modos para trabajar colaborativamente:

1. Vinculación de archivos, logrando separar la información en grandes archivos. Así, llegando a un modelo federado.
2. Compartición de archivos, trabajando con un modelo central (único) por medio de modelos locales. Así, obteniendo un modelo integrado.

Hay algunos métodos para la compartición de archivos (Por ejemplo; Usar una Red de Área Local (LAN); Una Red de Área Amplia (WAN); Servicios en la nube ya sean de paga a o libres), que se pueden complementar usando una Red Virtual Privada (VPN) o un escritorio remoto. De forma tal que podemos llegar a tener proyectos más eficientes y eficaces.



**Figura 3.9 Diagrama de subproyectos. [Elaboración propia]**

El presente proyecto será realizado mediante el modo de compartición de archivos en donde se podrá vincular modelos de ser necesario.

### Información Preliminar

El presente proyecto trata sobre la remodelación de los baños de hombres y mujeres del edificio 9M, planta baja de ESPOL.

**Tabla 3.15 Insumos del Proyecto. [Elaboración propia]**

ID	Nombre	Formato	Propietario
01	Planos de los baños.	DWG y PDF	Arq. Andrea Rojas
02	Presupuestos específicos y generales.	XDLS y PDF	Arq. Andrea Rojas
03	Levantamiento topográfico de ESPOL	DWG y PFD	Ing. Bill Vera
04	TDRs, objetivos y responsables.	DOC	Ing. Carola Gordillo

### Red y Sincronización

#### Configuración de RED:

1. Usar únicamente la versión de Revit 2019 de Autodesk.

2. Todos deben tener un nombre de usuario para saber identificarlo. Caso contrario tendremos problemas de sincronización.
3. Tener en cuenta donde guardamos nuestro archivo local. Nunca usemos una carpeta de Red, sino de nuestro ordenador. Caso contrario ralentizaríamos mucho el trabajo.
4. Los intervalos de sincronización son como mínimo cada hora, comunicando al equipo pertinente que van a sincronizar. Nunca dos personas o más deben de sincronizar simultáneamente.
5. Siempre fijarnos que si abrimos el archivo desde el botón abrir directamente (esto ayuda a no tener que abrir el antiguo y luego darle a sincronizar, sino que aquí directamente al abrí desde el inicio ya tendremos lo más actualizado sin tener tantas demoras), tengamos la casilla de abrir "nuevo archivo local".
6. Al momento de sincronizar usar únicamente la opción "Sincronizar con archivo central". Aquí vamos a tener activas las casillas de ceder todos nuestros cambios y comentar de forma asertiva el nuevo trabajo realizado.
7. Confirmar, dando click "Ceder todo lo mío" luego de sincronizar.

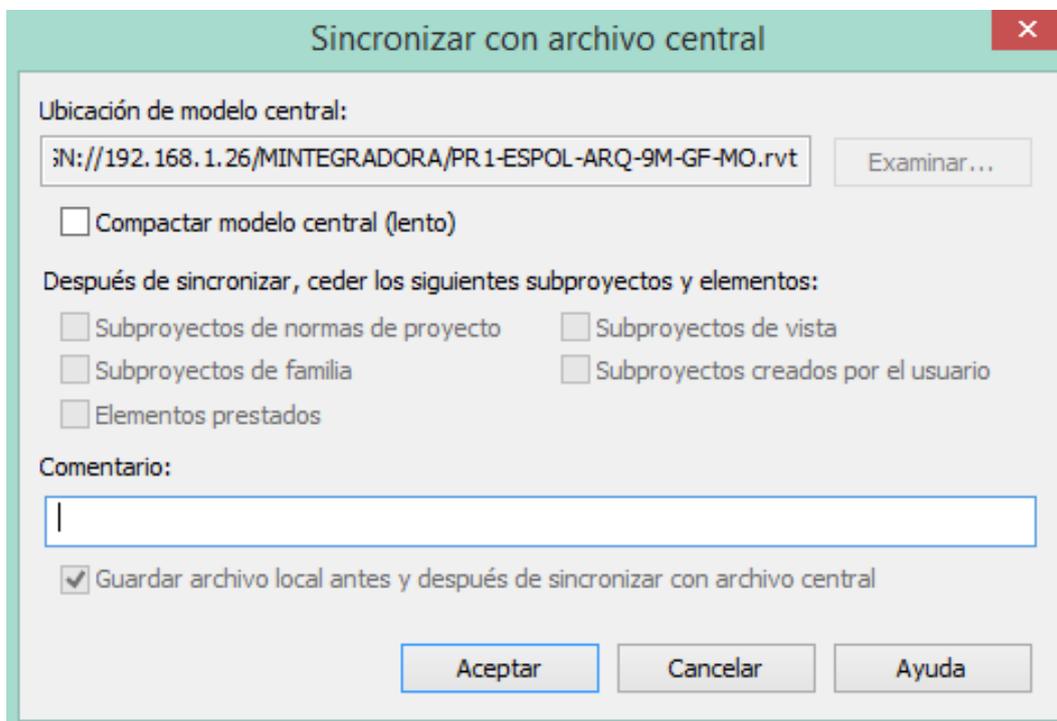


Figura 3.10 Ventana de sincronización con archivo central. [Elaboración propia]

## Abrir archivo local:

A continuación, se muestra la forma de entrar al archivo central de forma indirecta mediante la creación de una copia local.

Los integrantes del equipo trabajarán en el archivo de forma colaborativa; para acceder a él, se deberá seguir el procedimiento detallado a continuación:

1. Conectarse a la VPN de la ESPOL con el usuario institucional.
2. Abrir el software Revit 2019 de Autodesk.
3. Hacer clic en el botón “Abrir” de la parte superior izquierda.
4. En la ventana emergente, elegir la opción “Revit Server Network” de la columna izquierda.
5. Seleccionar la IP 192.168.1.51
6. Abrir la carpeta MIntegradora.
7. Abrir el archivo de interés: PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO.rvt o PR2-ESPOL-OCV-ZZ-XX-MO.rvt

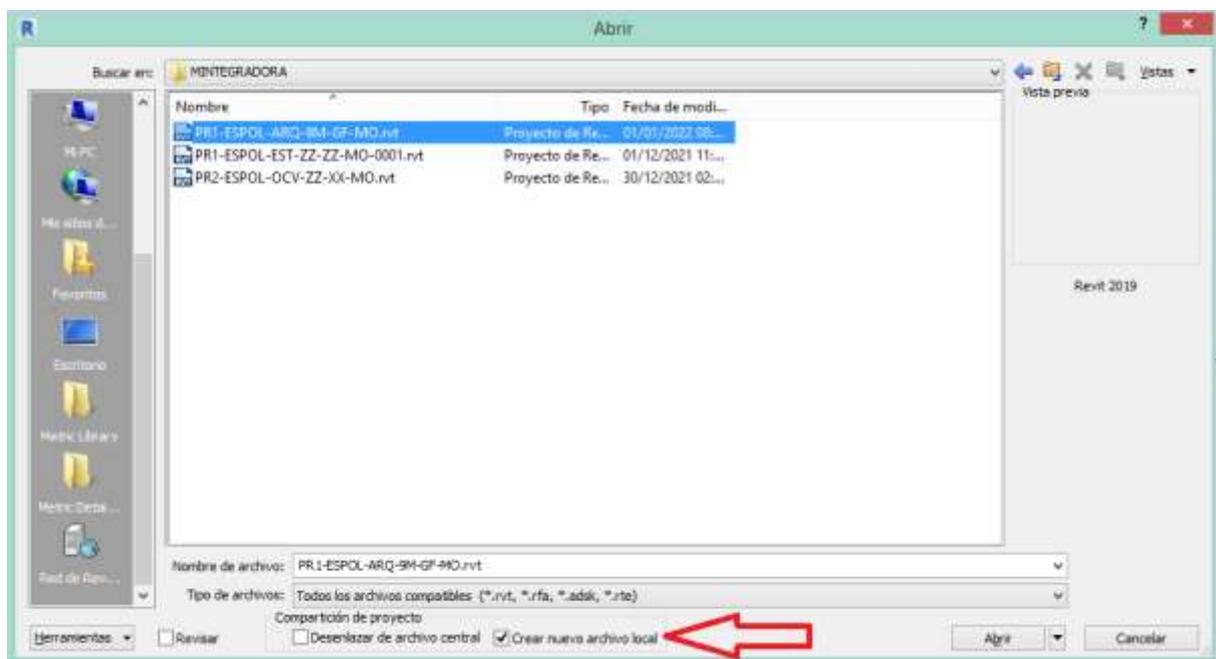


Figura 3.11 Abrir archivo central. [Elaboración propia]

Importante, siempre tener activada únicamente la casilla "Crear nuevo archivo local". Finalmente, escoger la opción "Sobrescribir archivo existente". Sin embargo, cada semana crear una nueva copia local con la opción "Añadir sello horario a nombre de archivo existente".

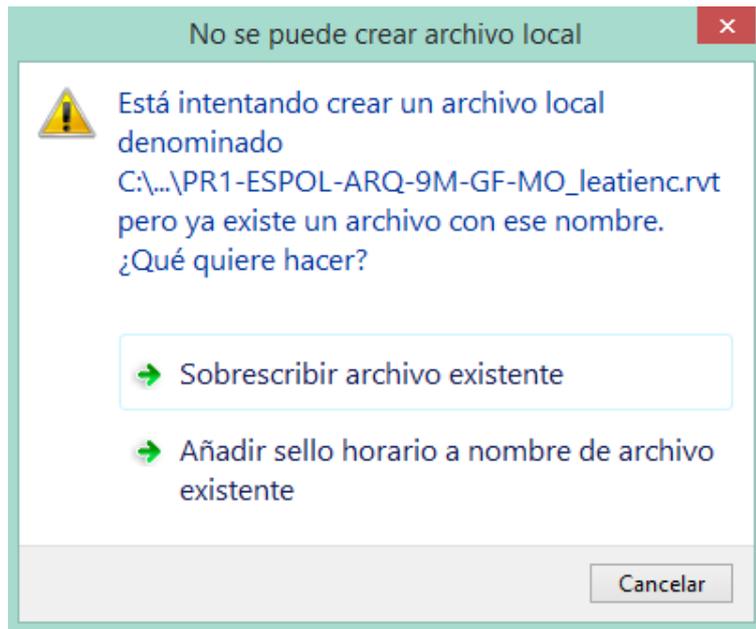


Figura 3.12 Creación de archivo local. [Elaboración propia]

## ¿Dónde y cuándo partir/dividir un modelo?

### 1. Por el tamaño del archivo.

Cuando el archivo llegue a pesar entre 200 a 250Megas, debería empezar a partirlo. Porque el modelo se empieza hacer lento y difícil de manejarlo ágilmente.

### 2. Por tener varias disciplinas.

Cuando empezamos a trabajar con varias disciplinas en proyectos complejos, como arquitectura e instalaciones es buen momento para separarlo. Principalmente, porque probablemente entren equipos de trabajo distintos, profesionales diferentes que no tienen por qué estar trabajando sobre el mismo archivo.

### 3. Varios bloques/torres.

Cuando no solo tenemos un edificio sino cuando tenemos varios bloques que componen nuestro proyecto, es una buena práctica dividirlo por bloques. No solamente porque los niveles no tienen por qué coincidir, sino porque el punto de base nos interesa que este separado. Además, porque la tabla de habitaciones este más fácilmente delimitada y porque el tamaño del archivo poco a poco se ira minimizando.

### 4. Plantas repetidas.

Cuando tengamos una planta que se repita varias veces o una vivienda tipo que se repita muchas veces. Todos los ejemplos tienen una razón lógica y ayudan a como base para tomar la mejor decisión.

## Información del Proyecto

### Subproyectos:

Los subproyectos son indispensables en la ejecución de un trabajo colaborativo. Estos nos ayudan a evitar tener conflictos durante la sincronización de las copias locales con el archivo central.

En la siguiente tabla se presentan los subproyectos y sus principales responsables.

**Tabla 3.16 Asignación de subproyectos. [Elaboración propia]**

ID	Subproyectos	Responsables
01	ARQ	Luis Atiencia Arrobo
02	Carpintería	Luis Atiencia Arrobo
03	ELE	Carlos Pérez Palacios
04	EXT	Carlos Pérez Palacios
05	Niveles y rejillas	Luis Atiencia Arrobo
06	SAN-Hombres	Carlos Pérez Palacios
07	SAN-Mujeres	Luis Atiencia Arrobo

## **Navegador de proyectos:**

Para presentar el navegador de proyectos de manera ordenada, se debe organizar las vistas, primero por especialidad y segundo por el tipo de plano que se esté manejando, así:

### - Vistas (Disciplina)

#### -Arquitectura

- +Planos estructurales

- +Planos de planta (Detalles de muro)

- +Planos de planta

- +Planos de planta (Detalles Arquitectónicos)

- +Planos de techo

- +Vistas 3D

- +Alzados (Alzado de edificio)

- +Secciones (Secciones de edificio)

- +Coordinación

- +Electricidad

- +Fontanería

## **Planos:**

Los planos que se deberán presentar una vez que se haya finalizado el diseño, se enlistan a continuación.

**Tabla 3.17 Listado de planos entregables. [Elaboración propia]**

Lámina	Número	Nombre	Contenido
1	101	Plano TOP 1	Implantación General y Localización de los baños del edificio 9M - Planta baja.
2	102	Plano TOP 2	Modelo de Implantación general.
3	101	Plano ARQ 1	Plantas, Cortes y Tablas de Planificación Arquitectónicas.
4	102	Plano ARQ 2	Renders de Baños del Edificio 9M - Planta baja.
5	103	Plano ARQ 3	Fases y Vistas Constructivas.
6	101	Plano ELE 1	Plantas y vista de Sistemas Eléctrico y Extracción de Aire.

**Tabla 3.18 Niveles solicitados en el proyecto. [Elaboración propia]**

ID	Nombre	Altura [m]
01	00-Planta baja (Arq.)	0.00
02	01-1er Piso (Arq.)	3.31

**Tabla 3.19 Materiales de uso frecuente. [Elaboración propia]**

ID	Material	Propiedad
01	Hormigón estructural	Hormigón estructural f'c=210kg/cm2
02	Ladrillo	Ladrillos cerámicos huecos 39x19x15cm
03	Accesorios PVC	Aguas residuales PVC y accesorios de 2 y 4 pulg.
04	Cerámica	Pared: 20x20cm; Piso: 60x60cm
05	Tableros de yeso	Plancha fibra mineral: 60x120cm
06	Tubería de aluminio	Conduit EMT de ½ pulg.

## Seguimiento

El proyecto se evaluará como mínimo semanalmente para corroborar cumplimiento de las actividades propuestas y establecidas según el cronograma planteado. Sin embargo, el trabajo se rige por las fases de "Estado" de cada tarea asignada por cada integrante en el módulo "Seguimiento" de la plataforma documental Plannerly.

Las fases de estado son las siguientes:

- Iniciado
- Tarea en progreso
- Listo para verificar (completo)
- Con problemas - Ver comentarios (propuesto)
- Aprobado

### **Ejemplo:**

Un modelador asigna su tarea como "Iniciado" cuando ha comenzado en trabajo por primera vez. Eventualmente, pasará al estado "Tarea en progreso" cuando continúe trabajando en su tarea. Cuan el modelador haya finalizado su tarea, debe asignarle a su tarea al estado "Listo para verificar", aquí el coordinador o revisor BIM valida el trabajo por medio del software BIM Collab Zoom o del software Revit.

En el caso de que el trabajo sea erróneo el coordinador o revisor BIM asigna la tarea al estado de "Con problemas - Ver comentarios (propuesto)". Entonces, el modelador debe revisar los cometarios y asignar la tarea al estado "Tarea en progreso" y repetir el proceso hasta que se cumpla con éxito. Así mismo, en el caso de que el trabajo sea asertivo el coordinador o revisor BIM asignar la tarea al estado de "Aprobado".

### **Control del trabajo:**

Por medio de la plataforma Manager del servidor Revit de Autodesk se podrá comprobar el trabajo de cada integrante, ya que al sincronizar con el archivo central queda el registro de la participación de los miembros del equipo.

### **Imagen Corporativa**

La presentación de los planos se deberá realizarla en formato A1 con el rotulo de la empresa. Los planos deben contar con toda la información y detalles requeridos para su buen entendimiento.



Figura 3.13 Imagen corporativa. [Elaboración propia]

## Estilos de Presentación

### Estructura de Carpetas y su Nomenclatura

La estructuración de carpetas se alinea a las 4 fases del Entorno común de Datos (CDE). Todos los datos del proyecto (con la excepción de las copias locales de cada usuario) se mantendrán dentro de la estructura de carpetas del proyecto ubicada en los servidores de la red central o en la tecnología de gestión de documentos adecuada. Las carpetas no deben contener espacios.

### Carpeta de recursos central (Compartida de la Empresa)

Los datos no específicos de los proyectos se mantendrán dentro de la Biblioteca de recursos central basada en el servidor con acceso restringido.

-Servidor

-Recursos

-Autodesk\_Revit

+Rótulos

+Estándares

+Plantillas

-Familias

-2017

-2019

+Arquitectura

+MEP

+General

+Autodesk\_Metric\_Librería

### **Carpetas del proyecto local (Única de cada usuario)**

No es necesario realizar copias de seguridad de las copias locales de los modelos de proyectos centrales, sin embargo, la copia local de cada usuario debe guardarse en el disco sólido.

-D:\

-Proyectos BIM

+PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO

### **Carpeta del proyecto (Compartida de la Empresa)**

-PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO [Carpeta de proyecto]

-BIM

-01-WIP

+CAD\_Data

+Modelos\_BIM

+Hojas\_Archivos

+Exportar

+Familias

-2017

-2019

+Arquitectura

+MEP

+General

+Autodesk\_Metric\_Libería

+WIP\_TSA

-02-Compartido

+CAD\_Data

+Modelos\_BIM

+Coord\_Models

-03-Publicado

+YYMMDD\_Descripción

-04-Archivado

+YYMMDD\_Descripción

- 05-Entrante
  - Fuente
    - +YYMMDD\_Descripción
- 05-Recurso
  - +Rótulos
  - +Estándares
  - +Logotipos

### **Sub-Categoría de familias**

- Arquitectura
  - +Trabajo de caso
  - +Techos
  - +Columnas
- MEP
  - +Techos
  - +Conductos
  - +Componentes\_Eléctricos
  - +Modelos\_Genéricos
- Estructura
  - +Columnas
  - +Pisos
- General
  - +Anotación
  - +Rótulos

## **3.3 Tecnología**

### **3.3.1 Hardware**

El inventario de los recursos tecnológicos fue realizado mediante una visita de campo a GIF revisando las características del hardware correspondiente de cada equipo. Además, se solicitó que completen la información de los equipos faltantes por medio de un documento compartido. La información salvada se presenta la Tabla 6.24.

### 3.3.2 Software

El programa Revit 2019 de Autodesk fue utilizado como el software modelado para las disciplinas de Arquitectura, MEP y Topografía. Aquí se trabajó de forma colaborativa aplicando los criterios del modelo central, copias locales, subproyectos y sincronización alineado a los procesos BIM.

Plannerly fue utilizada como la plataforma de gestión documental BIM del presente proyecto. Aquí se ocuparon los módulos Plan, Alcance, Calendario y Seguimiento, donde se documentó el BEP, Libro de estilo, SDI, TDI, NDI y las fases del CDE. Los documentos mencionados se presentan en el Anexo D.

El programa BIMcollab Zoom fue utilizado para la revisión de los modelos por medio de del formato IFC (Industry Foundation Classes) previamente exportado del Revit. Aquí se revisó la información requerida con las reglas de validación MEI (Manual de Entra de Información). Además, los comentarios para las correcciones se lo realizaron mediante el formato BCF (BIM Collaboration Format) como se muestran en la Figura 3.14.

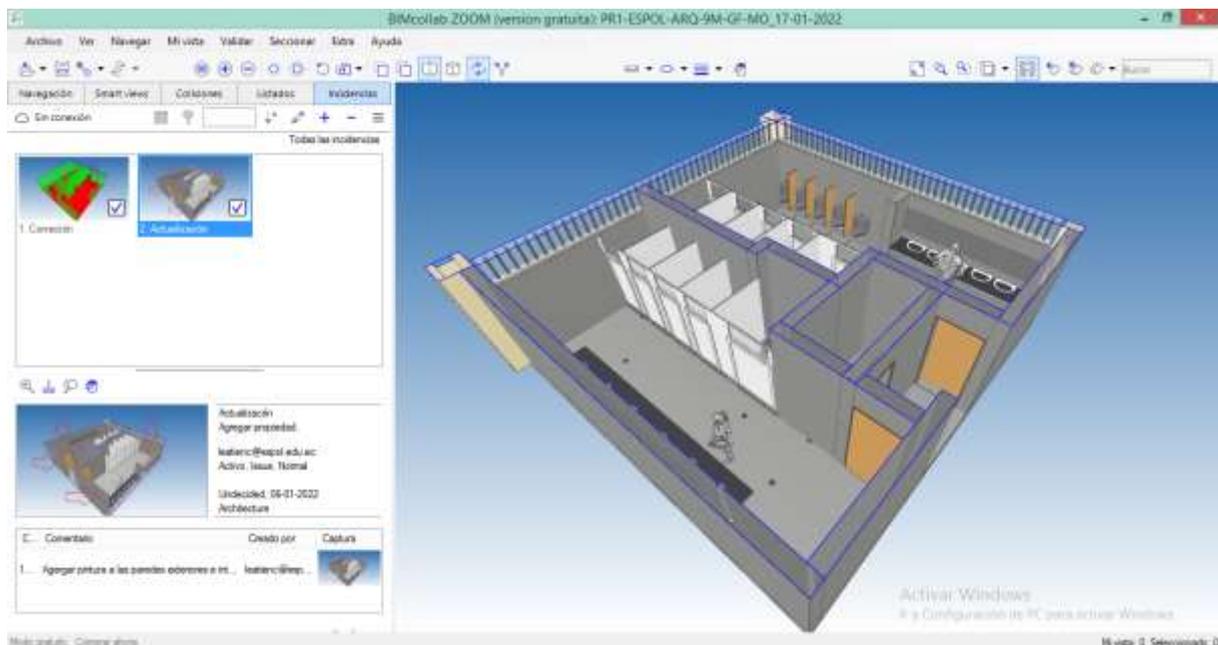


Figura 3.14 Interfaz de BIMcollab Zoom. [Elaboración propia]

### 3.3.3 Redes

Revit Server 2019 fue utilizado como la red para el entorno colaborativo de modelos BIM, por medio de un servidor personal para GIF. Su creación fue mediante la gestión de las configuraciones necesarias indicadas en el Anexo I, solicitadas a la Gerencia de Tecnologías y Sistemas de Información de ESPOL.

### 3.4 Organización/Empresa

Se ilustró que el éxito de implementar BIM es tener una visión clara a nivel organizacional en donde exista al apoyo de los líderes. Además, estar en constante aprendizaje buscando nuevos modelos de negocio para su beneficio.

El flujo de trabajo tradicional presentaba que no existía una jerarquía en cuanto a funciones y responsabilidades. Por esta razón, se presenta en la Figura 3.15 un organigrama alineado a los procesos BIM de la empresa en la ejecución del presente proyecto.



Figura 3.15 Perfiles Responsables del Proyecto [Elaboración propia]

### 3.5 Personas

Se presentó por medio de las intervenciones los beneficios de la inversión en capacitación del personal. De esta forma, reflexionando en la importancia de seguir actualizándose y prestar atención a las propuestas del personal encargados de los proyectos.

## **3.6 Estándares**

### **3.6.1 Estándar BIM para Proyectos Públicos**

El presente estudio para lograr el objetivo del modelado BIM del proyecto “Mantenimiento y Reparación de Baños Comunales de Edificios, ESPOL” fue realizando bajo los lineamientos del “Estándar BIM para Proyectos Públicos, Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores”.

### **3.6.2 Estándar BIM de AEC (Reino Unido) para Autodesk Revit**

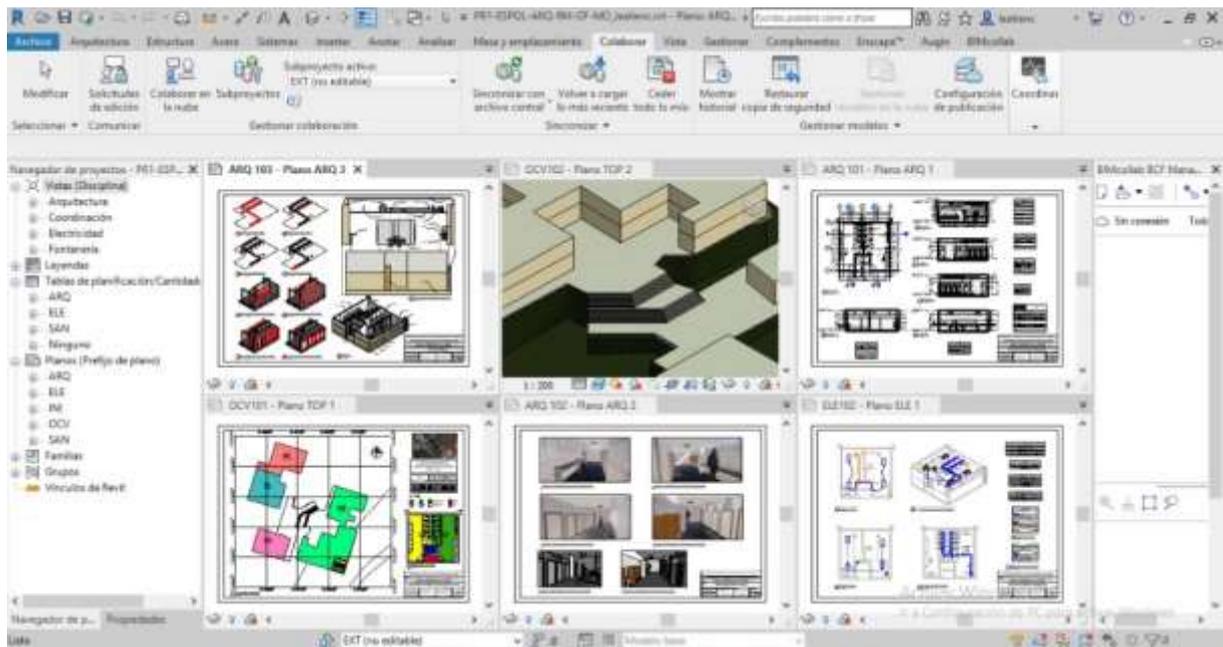
Las reglas para el control de calidad en cuanto al modelado del software Revit se acoge a las normas del estándar BIM para Revit del Reino Unido. Dicho documento fue adaptado al libro de estilo del proyecto.

### **3.6.3 Sistemas de Clasificación**

Los sistemas de clasificación seleccionados fueron el Omniclass (Nivel de familias) y Uniformat (Nivel tipología). Dichos sistemas fueron integrados en la herramienta de modelado BIM. Aquí se asignó a cada elemento su lugar en el sistema de clasificación para diferenciarlo del resto. Así mismo, con la finalidad de preparar al proyecto para las siguientes etapas (Por ejemplo; Programación de obra, presupuesto, construcción y operación).

## **3.7 Desarrollo del modelo BIM**

El modelado se acogió a los procesos BIM previamente definidos. Como se indica en el BEP, se creó el archivo PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO.rvt que contiene de forma integrada los modelos de arquitectura (ARQ), eléctrico (ELE) y sanitario (SAN). Así mismo, se creó el archivo PR2-ESPOL-OCV-ZZ-XX-MO.rvt que contiene de forma integrada los modelos de sitio (TOP) y volumetría (OCV) junto con el archivo PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO.rvt de forma vinculada, obteniendo modelos correctamente coordinados. En Figura 3.16 se muestra la planimetría extraída de los modelos BIM.



**Figura 3.16 Planimetría del modelo. [Elaboración propia]**

La modelación As-Built se realizó con visitas periódicas a la zona de estudio para retroalimentar al modelo con las modificaciones hechas en obra como se muestra en la Figura 3.17.



**Figura 3.17 Visitas de campo realizadas a la zona de estudio. [Elaboración propia]**

# CAPITULO 4

## 4 PRESUPUESTO

La siguiente propuesta es una inversión de implantación BIM en la Gerencia de Infraestructura Física, con un periodo de 5 años de proyección donde la empresa cumplirá su afán de transformarse hacia la tecnificación de la construcción. Adicionalmente, dicha proyección puede ser ejecutada de forma gradual en la adquisición de cada producto o servicio.

### 4.1 Viabilidad económica

Es de importancia analizar los factores que intervienen en la implementación BIM de la empresa para lograr su visión de transformarse y volverse competitiva. Por esta razón, se presenta una propuesta de inversión de capacitaciones, hardware y software.

#### 4.1.1 Costo de capacitaciones

Actualmente, la mayoría de los cursos que se ofertan en el mercado son enfocados únicamente al uso técnico de softwares BIM. En donde no se mencionan temas BIM (Por ejemplo; empresa, tecnología, estándares, personas y procesos). Por esta razón, se presenta una propuesta académica de nivel básico para GIF como se indica en la tabla 4.1 con una duración de 40 horas de clases teórica-prácticas.

#### Objetivos:

- Proporcionar los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para la gestión y el desarrollo de proyectos en un entorno multidisciplinar y colaborativo BIM; así como la integración de sistemas de información en el desarrollo de dichos proyectos.
- Fomentar el trabajo en equipo y colaborativo.
- Conocer y manejar las herramientas BIM más innovadoras

**Tabla 4.1 Propuesta académica curso Building Information Management.  
[Elaboración Propia]**

Ítem		N°. de Horas
1	INTRODUCCIÓN	
1.1	Preparar los archivos CAD	1
1.2	Procedimiento CAD	1
1.3	Ejes y Niveles	1
1.4	Vistas	1
1.5	Familias	1
2	REVIT STRUCTURE	
2.1	Familias/Biblioteca Estructural	1
2.2	Insertar Zapatas – Armado de Zapatas	1
2.3	Insertar Columnas – Armado de Columnas	1
2.4	Insertar Vigas – Armado de Vigas	1
2.5	Conexiones Metálicas	1
3	REVIT MEP	
3.1	Familias/Biblioteca MEP	1
3.2	PLOMERÍA	
3.2.1	Fontanería: Agua Fría y Caliente	1
3.2.2	Sistema Sanitario	1
3.2.3	Sistema Pluviales	1
3.2.4	Electricidad e iluminación	1
3.3	ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN	
3.3.1	Iluminación	1
3.3.2	Interruptores	1
3.3.3	Cables y Tuberías	1
4	METODOLOGÍA BIM	
4.1	Definición	1
4.2	Libro de Estilo	1
4.3	BIM Execution Plan	1
4.4	Interoperabilidad, archivos IFC	1
4.5	Trabajo en Equipo (Pestaña “Colaborar” en Revit) – Roles del Equipo	1
4.6	Archivo Central	1
4.7	Subproyectos (Abrir/Cerrar subproyecto, presentar solicitud de edición, ceder todo lo mío, volver a cargar lo más reciente, sincronizar y modificar configuración, hacer subproyecto editable, mostrar historial)	6
4.8	EJERCICIO – Trabajo colaborativo todos los participantes	10

El costo de la capacitación propuesta es:

$$N_T = N_{ARQ} + N_{ING} \quad (3.1)$$

$$C_{curso} = N_T * V_{cupo} * N_{cursos} \quad (3.2)$$

Donde:

$N_T$ , cantidad total de participantes [u].

$N_{ARQ}$ , cantidad total de arquitectos [u].

$N_{ING}$ , cantidad total de ingenieros [u].

$N_{cursos}$ , cantidad total de cursos [u].

$V_{cupo}$ , valor del costo por persona del curso [\$].

$C_{curso}$ , costo total del curso [\$].

$$N_T = 5 + 8 = 13$$

$$C_{curso} = 13 * \$240.00 * 3 = \$9,360.00$$

#### 4.1.2 Costo de hardware

El hardware se acoge a las necesidades de cada trabajo, por ello, en la tabla 4.2 se han planteado los casos de modelos intermedios para ingenieros e imágenes profesionales para arquitectos. En ambos casos son portátiles por razón de realizar trabajos independientes del lugar.

**Tabla 4.2 Especificaciones de computadores. [ Elaboración propia]**

Trabajos con modelos intermedios	
Procesador	Quad-Core i7-1065G7
Memoria Ram	32 GB
Disco Duro	1 TB SSD
Tarjeta Gráfica	Gráficos Iris Plus
Costo	\$1,199.00
Trabajos con imágenes/videos profesionales	
Procesador	Core i9-11900H
Memoria Ram	32 GB
Disco Duro	2 TB NVME SSD
Tarjeta Gráfica	NVIDIA GeForce RTX 3060
Costo	\$2,599.99

El costo del hardware propuesto es:

$$C_{ARQ} = N_{ARQ} * V_{ARQ} \quad (3.3)$$

$$C_{ING} = N_{ING} * V_{ING} \quad (3.4)$$

$$C_{hardware} = C_{ARQ} + C_{ING} \quad (3.5)$$

Donde:

$N_{ARQ}$ , cantidad total de arquitectos [u].

$N_{ING}$ , cantidad total de ingenieros [u].

$V_{ARQ}$ , valor del costo de un computador para imágenes y vídeos profesionales [\$].

$V_{ING}$ , valor del costo de un computador para modelos sencillos [\$].

$C_{hardware}$ , costo total del hardware [\$].

$$C_{ARQ} = 5 * \$2,599.99 = \$12,999.95$$

$$C_{ING} = 8 * \$1,199.00 = \$9,592.00$$

$$C_{hardware} = \$12,999.95 + \$9,592.00 = \$22,591.95$$

#### 4.1.3 Costo de software

Existen colecciones de licencias de pago anuales con grandes descuentos que incluyen múltiples softwares. Este factor es de importancia ya que el precio de la adquisición de una colección anual de 15 programas es tan solo un 30% más al de conseguir únicamente la licencia para el software Revit de forma anual. Por esta razón, se optó por la colección AEC anual de Autodesk, que incluye Revit, AutoCAD, Civil 3D, InfraWorks, Navisworks Manage, Autodesk Docs, Advance Steel, FormIt Pro, Robot Structural Analysis Professional, Autodesk Rendering, Insight, ReCap Pro, 3ds Max, Vehicle Tracking y Structural Bridge Design.

Así mismo, se incluye el paquete anual de 10 usuarios profesionales con sus 6 módulos de la plataforma de gestión documental BIM Plannerly.

El costo del software propuesto es:

$$C_{software} = (N_T * V_{licencia} + V_{plan}) * 5 \quad (3.6)$$

Donde:

$N_T$ , cantidad total de participantes [u].

$V_{licencia}$ , valor del costo de una colección AEC anual por usuario [\$].

$V_{plan}$ , valor del costo del plan anual con 10 usuarios de Plannerly [\$].

$C_{software}$ , costo total del software [\$].

$$C_{software} = (13 * \$3,115.00 + \$708.00) * 5 = \$206,015.00$$

#### 4.1.4 Costo de implementación

El subtotal propuesto es:

$$S_{subTotal} = C_{curso} + C_{hardware} + C_{software} \quad (3.7)$$

Donde:

$S_{subTotal}$ , subtotal de la implementación [\$].

$$S_{subTotal} = \$9,360.00 + \$22,591.95 + \$206,015.00 = \$237,966.95$$

En esta propuesta se pueden estar omitiendo algunas variables que podrían elevar el costo de la implementación en la empresa. Por tal razón, se adiciona un 10% al subtotal que van a hacer usados en capacitaciones, equipos y licenciamiento del equipo de obra.

El costo total de la implementación en la empresa es:

$$C_{implementación} = S_{subTotal} * 1.10 \quad (3.8)$$

Donde:

$C_{implementación}$ , costo total de la implementación [\$].

$$C_{implementación} = \$237,966.95 * 1.10 = \$261,763.65$$

**Tabla 4.3 Costos de implementación. [Elaboración propia]**

Nombre	Descripción	Costo
Capacitaciones	Cursos para la unidad.	\$ 9,360.00
Hardware	Equipos para arquitectos e ingenieros.	\$ 22,591.95
Software	Licencias de colección AEC y Plannerly.	\$ 206,015.00
Subtotal	Costos específicos.	\$ 237,966.95
Total	Agregando 10% por costos extra.	\$ 261,763.65

## 4.2 Viabilidad financiera

Calcular el retorno de invertir en recursos humanos y tecnológicos es necesario para conocer las ganancias que se obtendrán. Por esta razón, se planteó una operación en la que los líderes de la empresa conozcan el beneficio económico del que serán acreedores.

### 4.2.1 Hipótesis financiera

Tomando en consideración que el presupuesto anual de GIF es de USD2'000.000.00, en el hipotético caso de que la empresa se encuentre en un nivel avanzado de implementación BIM. Además, tomando en cuenta que los proyectos que llegan hasta la fase de construcción puede tener un porcentaje de ahorro del 23% (McGraw Hill Construction, 2014).

El ahorro de implementar BIM en un proyecto es:

$$V_{ahorrado} = P_{tradicional} * f_0 \quad (3.9)$$

Donde:

$V_{ahorrado}$ , valor ahorrado con la implementación [\\$].

$P_{tradicional}$ , presupuesto de un proyecto con el sistema tradicional [\\$].

$f_0$ , porcentaje de ahorro implementado BIM.

$$V_{ahorrado} = \$2'000,000.00 * 0.23 = \$460,000.00$$

Sin embargo, como la empresa aún se encuentra en etapas tempranas de madurez BIM se asume un porcentaje de ahorro en proyectos es del 18% durante cinco años de experiencia.

El ahorro esperado para GIF es:

$$V_{ahorrado} = \$2'000,000.00 * 0.18 = \$360,000.00$$

#### 4.2.2 Análisis de la viabilidad financiera

$$R = \frac{C_{implementación}}{V_{ahorrado}} \quad (3.10)$$

Donde:

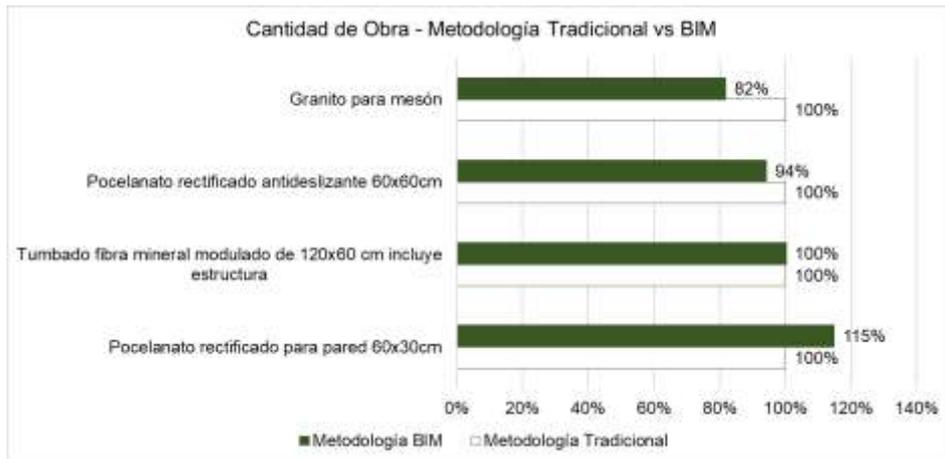
R, relación entre el costo y el ahorro de implementar BIM en un proyecto.

$$R = \frac{\$261,763.65}{\$360,000.00} = 0.73$$

El costo de la implementación proyectada para 5 años es 73% del ahorro que se obtendrá en un proyecto aplicando la metodología BIM.

#### 4.3 Cantidades de obra del Modelado en Revit

Mediante el modelado en Revit del proyecto “Mantenimiento y Reparación de Baños Comunes de Edificios, ESPOL”, fue posible determinar las cantidades de obra exactas, de un determinado número rubros pertenecientes al baño del edificio 9M. Con lo cual, fue posible generar una tabla comparativa tomando en cuenta las mismas unidades y porcentajes de desperdicios, como puede apreciarse en el Anexo J. Es así, que es posible obtener un presupuesto, más cercano a la realidad, evitando que exista una desviación estándar elevada.



**Figura 4.1 Cantidades de Obra – Metodología Tradicional vs BIM. [Elaboración Propia]**

# CAPITULO 5

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

1. Realizada la evaluación del nivel de madurez BIM inicial proporcionada por el método de la empresa IAC se concluye que, dentro de los cinco niveles del modelo, la Gerencia de Infraestructura Física se encuentra en el nivel 2 (Definido).
  - 1.1. Se obtuvo dicho nivel ya que cuentan con procesos internos bien definidos. Sin embargo, su porcentaje de puntuación fue del 21% indicando que llegó al mínimo del nivel 2.
2. Para la implementación en un plazo de 5 años se estima que la inversión proyectada durante todo ese tiempo es aproximadamente de USD265,000.00.
  - 2.1. Proyectando para la empresa una experiencia de 5 años en proyectos BIM con un porcentaje de ahorro económico del 18% por su continua mejora en su nivel de madurez BIM, en el caso de que se llegara a ejecutar únicamente un proyecto valorado en USD2'000,000.00 la relación entre el costo total de la implementación y el ahorro del proyecto significaría el 73% (o hasta un 80% agregando otras variables) de la inversión. Demostrando de esta manera que implementar BIM no es caro.
3. Se evidenció las ventajas del nuevo sistema en contra del tradicional por medio del desarrollado del proyecto "Mantenimiento y Reparación de Baños Comunes de Edificios, ESPOL" mediante la gestión de modelos BIM denominados "PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO" el cual fue un archivo integrado y el proyecto "PR2-ESPOL-OCV-XX-ZZ-MO" siendo federado e integrado como se indica en el BEP.

- 3.1. Los requisitos BIM que se explican en el Plambim Chile como el BEP y la SDI son procesos transversales a los procesos de la empresa que ayudan tanto al promotor en que tenga confianza en la capacidad de usar BIM de la empresa adjudicada, así mismo, como para el equipo de trabajo en su guía de ejecución. Entonces, estos documentos definen el éxito de una correcta implementación BIM.
- 3.2. El uso de softwares de modelado, revisión y gestión documental mostraron los beneficios en obtener un proyecto útil para cualquier fase del ciclo de vida de una edificación o infraestructura. Como se vio reflejado principalmente en temas de trabajo colaborativo, ahorro del tiempo, transparencia, cantidades exactas, coordinación, información ordenada y sin duplicidades.
4. Actualmente, GIF cuenta con un servidor para realizar trabajos colaborativos en todos sus proyectos. Las capacitaciones realizadas para la empresa ayudaron a los especialistas a mejorar los conceptos y aplicación en el desarrollo de trabajos colaborativos.
5. En la Gerencia de Infraestructura Física se implementó la metodología BIM que inicialmente al realizar la encuesta del nivel de madurez BIM se obtuvo un nivel 2, pero con esta implementación que se ha realizado la Gerencia pasa a nivel 3 (Gestionado).
  - 5.1. La frecuencia del diagnóstico de madurez BIM debería realizarse al menos cada 6 meses, pero en el presente caso de estudio la diferencia de tiempo realizada entre ambas evaluaciones fue de aproximadamente 3 meses, se concluye que el 53% de puntuación es debido al acercamiento con los requisitos BIM; además, por las capacitaciones periódicas de cada concepto BIM y nuevos aportes para la empresa (servidor).

6. La implementación de la Gerencia de Infraestructura Física tiene la filosofía de una mejora continua por lo que dicha gerencia deberá continuar promoviendo la inclusión de esta metodología en sus procesos.
7. Al comparar las cantidades de obra presentadas por GIF, en los rubros del baño del edificio 9M Planta baja, y las obtenidas mediante la implementación del uso BIM “estimación de cantidades y costos” (Anexo J), se obtuvo un ahorro del 18% y 4% en Granito para mesón y porcelanato para piso respectivamente, un empate en la cantidad de fibra mineral para tumbado y un faltante del 15% en porcelanato para pared. Demostrando que la metodología BIM, se acerca mucho más a las cantidades reales; lo que hace más fácil conocer, qué se va a necesitar y cuánto, en cada etapa del proyecto.

## **5.2 Recomendaciones**

1. Es importante que la implementación tenga una continuación. Por esta razón, se recomienda a GIF realizar un mínimo de 3 cursos en un periodo de 5 años para capacitarse en el desarrollo de la tecnificación de la construcción.
2. La eficiencia del traslado de GIF a BIM depende en mayor medida de la directiva y de su afán de volverse una empresa competitiva. En todo negocio, es necesario evolucionar y adaptarse a los requerimientos actuales de mercado, buscando siempre estar a la vanguardia. Es así como tomando en cuenta los beneficios que la metodología BIM ofrece, es correcto mencionar que implementarla no es un gasto, sino más bien una inversión.
3. La dependencia del porcentaje de ahorro en los proyectos ejecutados con BIM tiene algunas aristas. Por esta razón, se recomienda priorizar en los siguientes puntos. Primero, desde el BEP, definiendo el alcance junto con objetivos ambiciosos y claros. Segundo, que la información sea útil y gestionada (modelar como se construye), alimentando a los modelos con la correcta información obteniendo un buen presupuesto o análisis. Tercero, también

depende de la etapa a la que se llegue (diseño, construcción o mantenimiento), precisando la coordinación sobre matrices de colisión y cómo se solventen las imprecisiones.

4. Establecer una hoja de ruta es fundamental para cualquier implementación, ya que mostrará a GIF una imagen profunda de la implementación de los objetivos conseguir del conjunto de tareas a abordan en los tiempos para conseguirlos. Definir esta hoja de ruta es de vital importancia ya que nos ayudará a vigilar el avance de implementación y el cumplimiento de los objetivos.

## REFERENCIAS

- atbim. (2021). *BIM en Obra: Usos, beneficios y madurez BIM*. <https://atbim.com/bim-en-obra-usos-beneficios-y-nivel-de-madurez-bim/>
- Barco Moreno, D. (2018). *Guía para Implementar y Gestionar Proyectos BIM* (Costos S.A).
- Basáñez, E. (2018). *Usos BIM adaptados a la normativa en España*. Especialista3D. <https://especialista3d.com/usos-bim-adaptados-a-la-normativa-en-espana/>
- BIM Academy. (2019). *LAS 10 DIMENSIONES DE BIM*. <http://bimacademy.es/que-es-bim/>
- BIM and Beam. (2022). *BIM 3D Coordination , History, Workflow and Benefits*. <https://www.bimandbeam.com/2022/01/bim-3d-coordination-history-workflow.html>
- BIM Forum. (2019). *Grupo Normativa y Estandarización BIM Forum Uruguay*.
- BIMCO. (2020). *Estrategia BIM Colombia proyecta para 2026 que la totalidad de los proyectos de construcción públicos incorpore BIM*. CAMACOL. <https://camacol.co/comunicados/estrategia-bim-colombia-proyecta-para-2026-que-la-totalidad-de-los-proyectos-de>
- BIMe Initiative. (2016). *BIM Maturity Matrix*.
- BIMnD, E. (2019). *Las 7 Dimensiones BIM*. BIMnD. <https://www.bimnd.es/7dimensionesbim/>
- BSI. (2013). PAS 1192-2:2013. *BSI Standards Publication, 1*, 1–68.
- buildingSMART. (2019). *INTRODUCCIÓN A LA SERIE EN-ISO 19650 Partes 1 y 2*.
- BuildingSMART. (2019). *¿Qué es BIM?* BuildingSMART Spanish.
- Business IDESIE. (2020). *¿Metodología BIM o Método tradicional?* THINKBIM. <https://idesie.com/blog/2020/04/23/metodologia-bim-o-metodo-tradicional/>
- Campos, E. (2018). *Revisión BIM | eBook* (C. Briones (ed.); 4th ed.). Punto Lab.
- CBIM. (2019). *BIM EN EL MUNDO: Australia*. <https://cbim.mitma.es/bim-en-el-mundo/australia>
- CORFO. (2021a). *Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores*.
- CORFO. (2021b). *Planbim*. Planbim.Cl. <https://planbim.cl/>

- Dodge Data & Analytics. (2015). *SmartMarket Brief: BIM Advancements No. 1. 1.*
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors.* John Wiley & Sons.
- Franz, B., & Messner, J. (2019). Evaluating the Impact of Building Information Modeling on Project Performance. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 33(3), 04019015. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000832](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000832)
- gob.pe. (2019). *Plan BIM - PERÚ.* Ministerio de Economía y Finanzas. [https://www.mef.gob.pe/es/?option=com\\_content&language=es-ES&Itemid=100713&view=article&catid=767&id=5898&lang=es-ES](https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100713&view=article&catid=767&id=5898&lang=es-ES)
- Graves, A., & Rowe, D. (1999). Benchmarking the government client: Stage two study. *HM Treasury.*
- Harvard. (2013). *BIM USES GUIDE.*
- Hernández, J. A. (2021). *¿Qué es la Metodología BIM y cuál es su importancia?* Cuadra Universitaria. <https://www.lacuadrauniversitaria.com/blog/que-es-la-metodologia-bim-y-cual-es-su-importancia>
- iac. (2019). *Evaluación de Madurez BIM.* Ingeniería Asistida Por Computador. <https://www.iac.com.co/evaluacion-de-madurez-bim-2/>
- KINENERGY. (2021). *Las etapas de madurez BIM.* <https://www.kin.energy/blogs/post/las-etapas-de-madurez-bim1>
- Liang, C., Lu, W., Rowlinson, S., & Zhang, X. (2016). Development of a Multifunctional BIM Maturity Model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(11), 06016003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001186](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001186)
- McGraw Hill Construction. (2014). The business Value of BIM for Construction in Major Global Markets. In S. Report (Ed.), *SmartMarket Report.*
- Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., & Zikic, N. (2019). BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.2. In *The Pennsylvania State University.*
- Miquel, A. (2016). *El concepto BIM.*
- Morales, F. (2017). *La sexta dimensión del BIM: BIM aplicado a la eficiencia energética.*

Revista Obras Urbana. <https://www.obrasurbanas.es/bim6d-sexta-dimension-bim-eficiencia/>

Najjar, M. K., Tam, V. W. Y., Di Gregorio, L. T., Evangelista, A. C. J., Hammad, A. W. A., & Haddad, A. (2019). Integrating Parametric Analysis with Building Information Modeling to Improve Energy Performance of Construction Projects. *Energies*, 12(8), 1515. <https://doi.org/10.3390/en12081515>

Poza, E. (2017). *Los diferentes niveles de la metodología BIM: Derribando mitos en torno a BIM*. Tech Data. <https://www.datech.es/software/bim-5d-facilita-la-gestion-de-costes/>

RedBIMGobLatam. (2021). *Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos*. <https://redbimgoblatam.com/>

Reyes, R. (2017). *MODELADO DE FASES DE EJECUCIÓN*. Tecnología Especializada Asociada de México (TEAM). <https://www.teamnet.com.mx/blog/bim-7d>

Rojas, M. J., Herrera, R. F., Mourgues, C., Ponz-Tienda, J. L., Alarcón, L. F., & Pellicer, E. (2019). BIM Use Assessment (BUA) Tool for Characterizing the Application Levels of BIM Uses for the Planning and Design of Construction Projects. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/9094254>

Sánchez Ortega, A. (2016). *DIMENSIONES BIM, LAS 7 Y BLANCA-BIM*. Espacio BIM. <https://www.espaciobim.com/dimensiones-bim/>

Sisternes García, Á. (2020). *¿Diseño BIM en 7 dimensiones?* Kommerling. <https://retokommerling.com/disenio-bim-7-dimensiones/>

Succar, B. (2010). *Building Information Modelling Maturity Matrix* (pp. 65–103). <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-928-1.ch004>

Walter de Rossi, A. M., & Andrade, R. M. (2018). *BIM CONSTRUYE EL FUTURO*. Andrés Lorenzo. <http://andreslorenzo.com/bim-construye-el-futuro>

Wu, C., Xu, B., Mao, C., & Li, X. (2017). OVERVIEW OF BIM MATURITY MEASUREMENT TOOLS. *Journal of Information Technology in Construction*, 22(March 2016), 34–62.

Zigurat. (2018). *BIM en el Reino Unido: El éxito en progreso*. Zigurat Global Institute of Technology. <https://www.e-zigurat.com/blog/es/convertir-objetos-mep-cype-revit-plugin-open-bim-revit/>

# CAPITULO 6

## 6 ANEXOS

### 6.1 ANEXO A. Plan de Trabajo

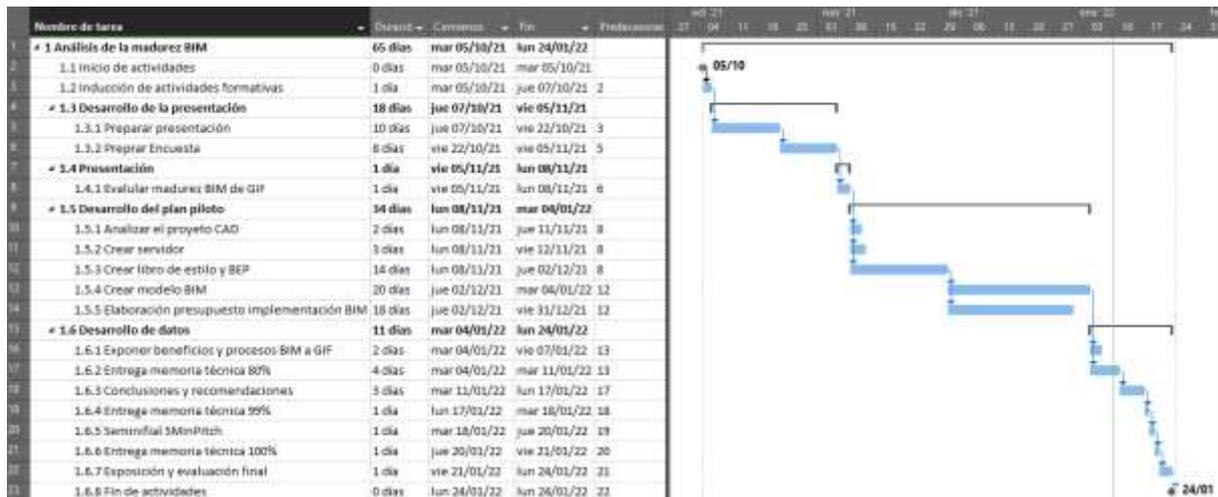


Figura 6.1 Cronograma de Trabajo [Elaboración propia]

### 6.2 ANEXO B. Intervenciones



Figura 6.2 Presentación de Socialización del proyecto [Elaboración propia]



Figura 6.3 Presentación de Intervención de los procesos BIM en GIF [Elaboración propia]

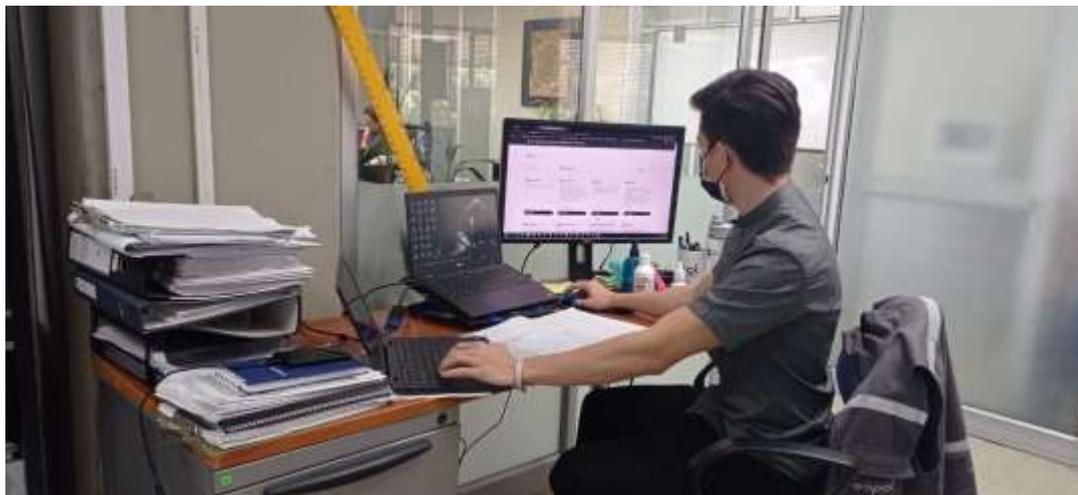


Figura 6.4 Instalación del Software Revit [Elaboración propia]



Figura 6.5 Finalización y despedida de la Materia Integradora [Elaboración propia]

## **6.3 ANEXO C: Evaluaciones**

### **6.3.1 Encuesta Brindada por IAC**

#### **Evaluación de Madurez BIM**

##### **Tecnología**

En esta sección se busca conocer el nivel de madurez de la empresa en relación con las herramientas de software, hardware, redes y conectividad. En relación con la conectividad se da relevancia a contar con herramientas de trabajo colaborativo y acceso remoto en función del rol (iac, 2019).

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa

##### **Con respecto a los computadores y equipos para procesos BIM:**

- A. Tienen especificaciones inferiores a las recomendadas por el fabricante del software.
- B. Además de cumplir especificaciones recomendadas, son afinados para un desempeño adecuado (drivers de video adecuados, etc.).
- C. El hardware es considerado como una inversión que permite conseguir los objetivos de desempeño por proyecto. Hay inversiones en hardware para facilitar la movilidad de las personas en los procesos en donde es requerido (sitio de obra, por ejemplo).
- D. Las inversiones en hardware se consideran fundamentales, están consideradas en los planes financieros y están alineados con objetivos de negocio.
- E. Se evalúan continuamente innovaciones que puedan mejorar el proceso BIM de la empresa (impresión 3D, realidad virtual, estaciones robóticas, etc.).

##### **Con respecto a las redes y soporte para trabajo colaborativo:**

- A. La información de los proyectos se almacena en el computador de cada usuario.
- B. La información de todos los usuarios en el proyecto se almacena en un solo repositorio comunicado por una red local (LAN) sin algún esquema de restricción para acceso o modificación.
- C. La información de todos los usuarios del proyecto se almacena en un repositorio comunicado por una red local (LAN) con funcionalidad para gestión de versiones, respaldos programados y control de acceso por usuario.
- D. La información es almacenada en un repositorio común (CDE) web que es para este propósito específico. Cuenta con gestión de versiones, respaldos, control de acceso por usuario y posibilidad de configurar flujos de aprobación de cambios. La empresa cuenta con ancho de banda de internet adecuado para este propósito. Este sistema se integra con otros sistemas de la empresa.
- E. Las soluciones de conectividad son evaluadas continuamente en función de los avances tecnológicos. Las conexiones de red son habilitadoras para la gestión de conocimiento.

### **Las herramientas de software para diseño, análisis, cálculos, etc:**

- A. Son seleccionados por cada usuario de acuerdo con su criterio. No hay políticas claras sobre las herramientas a usar en cada proceso y sobre uso legal de licencias.
- B. Son seleccionados con base en una definición única de herramientas de software para uso al interior de la organización o equipos de proyecto.
- C. Son seleccionadas en función de los entregables requeridos para cada proceso (ejemplos: diseño, cuantificación, análisis, programación, etc). La posibilidad de generar intercambio de datos es obligatoria.
- D. Son seleccionados en función de los objetivos estratégicos de la empresa. Están sincronizados a lo largo de cada proyecto y estrechamente integrados con los procesos de negocio de la empresa.
- E. Para su selección, se evalúan nuevas tecnologías y las mejoras en las herramientas de software existentes para asegurar la alineación con los objetivos de negocio y las mejoras en productividad de los procesos actuales.

### **Organización**

En esta sección se busca conocer la alineación existente entre la visión y estrategia de la organización con la visión y estrategia BIM. Se busca identificar si la organización considera BIM como un proceso estratégico que genera nuevas oportunidades de negocio.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.

### **Con respecto a la visión y estrategia BIM:**

- A. No existe una declaración de visión ni definición de estrategia BIM.
- B. Existe declaración de visión y una estrategia BIM. No se han definido de acciones concretas a ejecutar.
- C. La visión y estrategia BIM son comunicadas y entendidas por la mayoría de los empleados. Hay un plan de acción concreto para la implementación.
- D. La visión BIM es compartida por todos los empleados y por los proveedores/contratistas. Los procesos BIM están integrados en la estrategia de la organización.
- E. La estrategia de implementación BIM es revisada continuamente y realineada con otras estrategias de la organización.

### **Con respecto a las nuevas oportunidades de negocio con base en el proceso BIM:**

- A. No se reconocen.
- B. Se reconocen, pero no son explotadas.
- C. Son reconocidas y usadas por la empresa.
- D. Son evaluadas como parte de la ventaja competitiva y usadas para mantener y atraer nuevos clientes.
- E. Son buscadas de forma proactiva.

**Con respecto a un foro, comité o reunión formal para revisar la ejecución de la estrategia BIM:**

- A. No se ha definido aún.
- B. Se programa cada que surge una urgencia o necesidad.
- C. Se ha definido, pero no hay una estructura clara en función de los objetivos estratégicos BIM.
- D. Se ha definido y la estructura es clara. En esta reunión solo participan las personas relacionadas con BIM de la empresa.
- E. Se ha definido y la estructura es clara. En esta reunión participan diferentes áreas de la empresa. Para la empresa, BIM no se limita a un área o grupo en particular.

**Personas**

En esta sección se busca conocer la relevancia que da la organización a las personas como base fundamental para el proceso BIM. Se evalúa la claridad en la definición de los roles y el abordaje para el entrenamiento en relación con BIM.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.

**Con respecto a los programas de entrenamiento de su empresa para BIM:**

- A. No se han definido. El entrenamiento se considera un costo adicional.
- B. Los entrenamientos son ejecutados en función de la solicitud de cada usuario.
- C. Hay un programa en función de las competencias técnicas de cada rol.
- D. Hay un programa en función de las competencias técnicas y desarrollo de habilidades blandas (liderazgo, gestión, etc.).
- E. Se evalúan las competencias de forma continua, se buscan nuevos métodos de aprendizaje. Se evalúan los contenidos de entrenamiento en función de los objetivos de negocio y evolución de las herramientas de software.

**Con respecto a los roles y funciones BIM en su empresa:**

- A. No están definidos. Los resultados no son predecibles y dependen de los esfuerzos individuales.
- B. Hay una definición informal.
- C. Están definidos. Los resultados son consistentes en la mayoría de los proyectos.
- D. Están definidos claramente. Existe una cultura de trabajo en equipo, las personas tienen claridad sobre conceptos de trabajo colaborativo y gestión de proyectos. Los resultados son predecibles.
- E. Las prácticas de gestión de talento humano son continuamente revisadas y mejoradas.

**Estándares**

En esta sección se busca conocer la madurez de la organización en relación con los documentos, estándares y plantillas que son la base para BIM.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.

**Con respecto a protocolos, guías y estándares BIM:**

- A. No existen. No hay control de calidad sobre los modelos ni la documentación.
- B. Existen guías básicas para la generación de modelos y su documentación. Existen objetivos definidos en relación con el control de calidad
- C. Existen guías detalladas. Existen guías para el control de calidad de entregables. Se monitorea el desempeño real de un proyecto.
- D. Las guías relacionadas con BIM están integradas a las políticas generales de la empresa.
- E. Las guías relacionadas con BIM son revisadas de forma continua en búsqueda de mejoras con base en el conocimiento ganado y los avances tecnológicos. Se hace auditoría sobre la adherencia de la práctica diaria a las guías.

**Con respecto a la especificación de modelos (LOD):**

- A. Los modelos 3D presentan inconsistencias con relación al nivel de desarrollo.
- B. Existe una guía básica de definición de objetos 3D.
- C. Se tiene adoptado algún estándar que defina las especificaciones del modelo en función de la etapa del proyecto. Las guías son respetadas por el equipo de trabajo interno.
- D. Las guías son respetadas por el equipo de trabajo interno y por cualquier proveedor externo.
- E. Los modelos 3D y otros entregables son evaluados continuamente para mejora de los procesos.

**Con respecto a los planes de ejecución por proyecto (BEP):**

- A. No existen.
- B. Existen guías básicas y cada proyecto tiene su propia estructura de BEP.
- C. Existen guías detalladas para la definición del BEP.
- D. Todos los proyectos inician con un BEP definido y compartido por todos los integrantes del equipo (internos y externos).
- E. Las plantillas para BEP son evaluadas de forma continua para incluir los aprendizajes ganados en cada proyecto ejecutado.

**Procesos - General**

Se evalúa si la empresa tiene procesos BIM definidos, documentados, gestionados e integrados con el resto de los procesos de la organización.

Por favor seleccione las opciones más cercanas a la situación actual de su empresa.

**Con respecto a los procesos BIM de la empresa:**

- A. No están definidos.
- B. Existen definiciones básicas.
- C. Están definidos y documentados en diagramas de proceso, además son claros para todas las personas relacionadas con BIM. Se tiene definidos indicadores de desempeño a los cuales se hace revisión permanente.
- D. Están integrados con los demás procesos de la empresa.
- E. Se buscan continuamente oportunidades de mejora a los procesos y se cuenta con un protocolo para la adecuada revisión.

### 6.3.2 Resultado de Evaluación Inicial de GIF - Encuesta de IAC

#### GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA

**Ubicación:** GUAYAQUIL, Ecuador.

**Contacto:** Carola Gordillo

**Cargo:** Gerente General



Resultados evaluación madurez BIM

**11/05/2021**

#### Introducción

Agradecemos el tiempo dedicado a la evaluación de madurez BIM de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA. Este informe presenta los resultados que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA obtuvo en relación con la madurez de sus procesos BIM y algunas sugerencias para ir al siguiente nivel (iac, 2019).

Sugerimos hacer este ejercicio de revisión con la frecuencia que la mejora de sus procesos lo amerite. La implementación de las acciones sugeridas en este informe permitirá llevar a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA al siguiente nivel.

Agradecemos al referente internacional BIM Bilal Succar por autorizar el uso de su matriz de madurez BIM como referencia.

La reproducción total o parcial de esta herramienta y su contenido no está autorizada.

IAC evalúa la madurez BIM en cinco ejes: procesos, tecnología, organización, personas y estándares.

### **Procesos**

Se evalúa si GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA tiene procesos BIM definidos, documentados, gestionados e integrados con el resto de los procesos de la organización.

### **Tecnología**

Se evalúa el nivel de madurez de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA en relación con las herramientas de software, hardware y conectividad. En el aspecto de conectividad se da relevancia a contar con herramientas de trabajo colaborativo y acceso remoto en función del rol.

### **Organización**

Se busca conocer la alineación existente entre la visión y estrategia general de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA con la visión y estrategia BIM. Se busca identificar si GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA considera BIM como un proceso estratégico que genera nuevas oportunidades de negocio.

### **Personas**

Se evalúa la relevancia que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA da a las personas como base fundamental para el proceso BIM. Se busca conocer principalmente la claridad que se tienen en la definición de los roles y el abordaje para el entrenamiento en relación con BIM.

### **Estándares**

La sección de estándares busca conocer la madurez de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA en relación a los documentos, estándares y plantillas que son la base para la ejecución BIM.

### **Resultado general GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA**

Los resultados generales muestran que su empresa obtuvo un porcentaje del 22% en la evaluación, lo cual sitúa su grado de madurez en Nivel 2: Definido con relación al

proceso BIM. La siguiente gráfica muestra los resultados para su empresa: +



## Resultados y recomendaciones por categoría GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA

### Procesos



#### **Madurez Nivel 2. Definido**

Con respecto a los procesos BIM de la empresa:

La correcta definición de los procesos BIM es una de las bases más importantes para tener el primer nivel de madurez. La definición de estos procesos permite contar con estructuras de trabajo organizadas que son la base para aumentar la eficiencia, productividad, y colaboración de todos los interesados en el proyecto. Se recomienda que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA documente de forma clara sus procesos BIM incluyendo diagramas de flujo. Se sugiere hacer uso de herramientas de software para diagramación de procesos.

Con respecto a los procesos de diseño y coordinación de disciplinas:

Los procesos de diseño y coordinación son parte fundamental del aseguramiento de la calidad del modelo BIM; es indispensable contar con una estandarización de los procesos relacionados con la producción de dicho modelo. Se recomienda que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA defina sus estándares de diseño y/o coordinación.

Con respecto a los flujos de trabajo y procesos para cantidades de obra, estimados y/o presupuestos:

Los flujos y definiciones básicas son indispensables para mejorar el proceso de generación de cantidades de obra y/o presupuestos en GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA. Las definiciones básicas presentan el problema de que los resultados dependen mucho de la experiencia con la cual cuente el encargado en la ejecución del proceso. Dicho lo anterior, se recomienda establecer unos procesos bien definidos y documentados, donde se determinen las condiciones del modelo BIM, la conexión con el sistema cantidades de estimados y presupuestos y el proceso mismo de cálculo de presupuestos.

Respecto a los procesos para la programación de obra:

Con unas definiciones básicas establecidas, el riesgo de subjetividades se ve reducido sustancialmente. Sin embargo, se recomienda estructurar la definición de estos procesos y documentarlos de forma adecuada para que sean entendibles por todos los interesados. Adicionalmente, se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA establecer indicadores de desempeño para evaluar la predictibilidad de los entregables, los cuales son un resultado de la correcta ejecución de los procesos.

Respecto a los procesos en la etapa de construcción (control de presupuesto, programación, gestión de cambios y as-built):

Bajo un proceso BIM, el control de obra no puede quedar a criterio de la persona con

más experiencia de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA. Inicialmente se deben establecer unos procesos y flujos de trabajo que puedan ser entendidos por todos los interesados.

## Tecnología



### **Madurez Nivel 2. Definido**

Con respecto a los computadores y equipos para procesos BIM:

La interacción fluida con los modelos es fundamental para la ejecución de procesos BIM. No hacer evaluaciones de desempeño a los ordenadores o tener especificaciones inferiores a las recomendadas por los fabricantes de software representa problemas para el desarrollo de los proyectos. Se recomienda que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA haga una evaluación del estado actual de los equipos y ordenadores de trabajo BIM en busca de encontrar mejoras con respecto a las recomendaciones de los fabricantes de las herramientas de software.

Con respecto a las redes y soporte para trabajo colaborativo:

Tener toda la información centralizada es uno de los grandes pilares sobre los cuales se basa el trabajo colaborativo del proceso BIM. Dado que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA ya cuenta con un repositorio común de información, se recomienda contar con herramientas que permitan hacer un control automático del versionado de archivos, así como establecer esquemas de acceso controlado por usuario, roles o equipos con el fin de darles acceso únicamente a la información relevante para estos y proteger el posible uso indebido de la misma.

Las herramientas de software para diseño, análisis, cálculos, etc:

Es necesario asegurar definición en la selección de las herramientas de diseño, análisis y cálculos para que estos cumplan con los entregables particulares de cada proyecto. Se recomienda que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA haga una definición única

y formal de las herramientas de software a usar en cada proceso, sin dejar lugar a la subjetividad de los usuarios.

## Organización



### ***Madurez Nivel 1. Inicial (ad-hoc)***

Con respecto a la visión y estrategia BIM:

Tener una visión clara sobre BIM a nivel empresa es uno de los uno de los factores más importantes de éxito. Si en GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA hay diferentes visiones BIM, se evidencia una desconexión entre los agentes organizacionales y la falta de apoyo de los gerentes y líderes de la empresa. Este es el momento de unificar la visión y estrategia BIM de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA; esta visión debe estar alineada con los objetivos del negocio.

Con respecto a las nuevas oportunidades de negocio con base en el proceso BIM:

BIM es un proceso que requiere que la ejecución de proyectos sea una actividad colaborativa que involucra múltiples áreas de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA, sus clientes y proveedores. De esta forma, se recomienda explorar y reconocer cuáles son las nuevas oportunidades de negocio que se pueden aprovechar para generar ventaja competitiva en el mercado.

Con respecto a un foro, comité o reunión formal para revisar la ejecución de la estrategia BIM:

Los comités BIM son foros que pueden tener alto impacto en la consolidación de procesos BIM de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA ya que en estos escenarios se toman decisiones de forma colectiva. Se recomienda formalizar un escenario para tratar temas relacionados con los procesos BIM.

## Personas



### ***Madurez Nivel 1. Inicial (ad-hoc)***

Con respecto a los programas de entrenamiento de su empresa para BIM:

Considerar el entrenamiento de las personas como un costo adicional impacta la productividad y la motivación del equipo. Se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA reevaluar esta posición, ganar conciencia de la importancia del entrenamiento y atender las propuestas de los integrantes del equipo que conocen los retos que presentan los proyectos.

Con respecto a los roles y funciones BIM en su empresa:

GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA carece de una estructura que defina claramente los roles y funciones de cada integrante en la ejecución de proyectos BIM. Se recomienda dar inicio a la definición de un esquema de roles y funciones que asigne las responsabilidades de cada integrante con base en las competencias necesarias para el rol.

## Estándares



### ***Madurez Nivel 1. Inicial (ad-hoc)***

Con respecto a protocolos, guías y estándares BIM:

La falta de definición de protocolos, guías y/o estándares BIM en los cuales basar los procesos de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA deja a consideración personal la toma de decisiones acerca de cómo deben ser ejecutadas las actividades. Claramente esta no es la situación adecuada, puesto que se generan inconsistencias y faltas de definición en los resultados y entregables de cada proyecto. Se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA definir y documentar los procesos principales sobre los cuales se ejecutan los proyectos con relación a BIM.

Con respecto a la especificación de modelos (LOD):

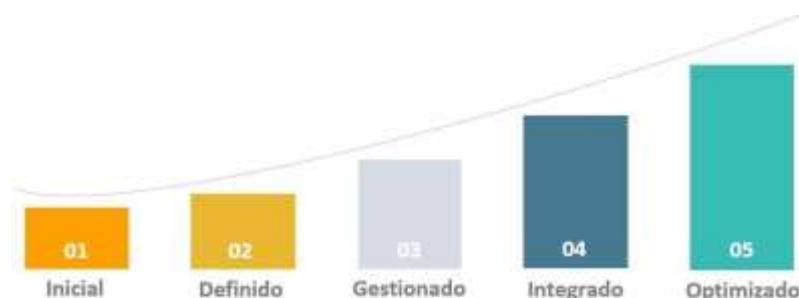
La falta de definición de los niveles de desarrollo (LOD) para cada fase del proyecto es una de las principales causas de inconsistencias en la ejecución. Se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA establecer guías, al menos básicas, para la definición de los objetos BIM tanto a nivel de información como a nivel gráfico.

Con respecto a los planes de ejecución por proyecto (BEP):

Los planes de ejecución BIM son un instrumento muy valioso para garantizar que todos los interesados en el proyecto adopten una forma de trabajo alineada, teniendo en cuenta que la consistencia en todos los entregables y la predictibilidad son unos de los objetivos más importantes del trabajo colaborativo. La inexistencia del BEP en GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA lleva a una desconexión entre los diferentes agentes, generando un nivel más alto de inconsistencias y errores en las entregas. Se recomienda definir unas guías iniciales básicas que sirvan como punto de partida cuando se necesite elaborar un BEP.

### Interpretación de resultados

La evaluación de cada eje se basó en sus respuestas. Se dio el mismo peso a cada pregunta dentro de su eje. La siguiente imagen ilustra los niveles de madurez:



#### Nivel 1. Inicial (ad-hoc)

Rango porcentual: 0-19%

Se caracteriza por la ausencia de una estrategia y escasez de procesos definidos. Las herramientas se implementan de manera no sistemática. La adopción BIM se logra

parcialmente y carece del apoyo de la gerencia. Si se logran, las capacidades de colaboración ocurren con poca o ninguna guía de procesos, estándares o protocolos. No hay una definición formal de los roles y responsabilidades.

## **Nivel 2. Definido**

Rango porcentual: 20-39%

La implementación BIM está impulsada por la visión general de los altos directivos. La mayoría de los procesos y políticas están bien documentados y las oportunidades de negocios que surgen de BIM se identifican, pero no se aprovechan. Las pautas BIM están disponibles. La colaboración con los socios del proyecto sigue guías de procesos, estándares y protocolos de intercambio predefinidos. Las responsabilidades se distribuyen y los riesgos se mitigan a través de medios contractuales.

## **Nivel 3. Gestionado**

Rango porcentual: 40-59%

Los empleados comprenden la visión BIM. La estrategia de implementación combina planes de acción detallados y mecanismos de monitoreo. Las oportunidades de negocio que surgen de BIM se utilizan por el área de Mercadeo e Innovación. Los roles BIM están definidos y los objetivos de rendimiento se logran. La información de los modelos 3D se gestiona a través de estándares detallados y planes de calidad.

## **Nivel 4. Integrado**

Rango porcentual: 60-79%

La visión y estrategia BIM se integran con la estrategia y visión de la empresa. Los procesos y sistemas BIM se integran con otros procesos y sistemas de la empresa. Las oportunidades de negocios son parte de la ventaja competitiva. La selección e implementación de software sigue objetivos estratégicos y los entregables de modelado están integrados con los procesos de negocios. Los roles y objetivos BIM están incorporados en la organización. La productividad es consistente y predecible. Los estándares BIM se incorporan en la gestión de la calidad y los sistemas de mejora del rendimiento. La colaboración se caracteriza por la participación de agentes clave en las

fases iniciales del ciclo de vida de los proyectos.

### **Nivel 5. Optimizado**

Rango porcentual: 80-100%

La estrategia y visión BIM se revisan y realinean continuamente con las de la de la empresa. Si se necesitan modificaciones a los procesos se implementan de manera proactiva. Las soluciones innovadoras y las oportunidades de negocio son buscadas y desarrolladas constantemente. La selección y uso de herramientas de software se revisa continuamente para mejorar la productividad. Los entregables de modelado se revisan y optimizan para sacar provecho de las nuevas funcionalidades de software. La optimización de los datos, procesos y canales de comunicación es constante. Las responsabilidades de colaboración, los riesgos y las recompensas se revisan y realinean continuamente. Los modelos contractuales se modifican para lograr las mejores prácticas y el mayor valor para todos los interesados.

### **Contacto**

Si GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA necesita apoyo para la implementación de las recomendaciones incluidas en este documento, no dude en contactarnos directamente en [www.iac.com.co](http://www.iac.com.co).

Usted y su empresa pueden adelantar los componentes de entrenamiento en el uso de herramientas de software en [www.acaddemia.com](http://www.acaddemia.com)



### **6.3.3 Resultado de Evaluación Final de GIF - Encuesta de IAC**

#### **GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA**

Ubicación: Guayaquil, Ecuador.

Contacto: Carola Gordillo

Cargo: Gerente General



## **Resultados evaluación madurez BIM**

**01/26/2022**

### **Introducción**

Agradecemos el tiempo dedicado a la evaluación de madurez BIM de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA. Este informe presenta los resultados que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA obtuvo en relación con la madurez de sus procesos BIM y algunas sugerencias para ir al siguiente nivel (iac, 2019).

Sugerimos hacer este ejercicio de revisión con la frecuencia que la mejora de sus procesos lo amerite. La implementación de las acciones sugeridas en este informe permitirá llevar a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA al siguiente nivel.

Agradecemos al referente internacional BIM Bilal Succar por autorizar el uso de su matriz de madurez BIM como referencia.

La reproducción total o parcial de esta herramienta y su contenido no está autorizada.

IAC evalúa la madurez BIM en cinco ejes: procesos, tecnología, organización, personas y estándares.

### **Procesos**

Se evalúa si GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA tiene procesos BIM definidos, documentados, gestionados e integrados con el resto de los procesos de la organización.

### **Tecnología**

Se evalúa el nivel de madurez de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA en relación con las herramientas de software, hardware y conectividad. En el aspecto de conectividad se da relevancia a contar con herramientas de trabajo colaborativo y acceso remoto en función del rol.

## **Organización**

Se busca conocer la alineación existente entre la visión y estrategia general de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA con la visión y estrategia BIM. Se busca identificar si GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA considera BIM como un proceso estratégico que genera nuevas oportunidades de negocio.

## **Personas**

Se evalúa la relevancia que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA da a las personas como base fundamental para el proceso BIM. Se busca conocer principalmente la claridad que se tienen en la definición de los roles y el abordaje para el entrenamiento en relación con BIM.

## **Estándares**

La sección de estándares busca conocer la madurez de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA en relación con los documentos, estándares y plantillas que son la base para la ejecución BIM.

## **Resultado general GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA**

Los resultados generales muestran que su empresa obtuvo un porcentaje del 53% en la evaluación, lo cual sitúa su grado de madurez en Nivel 3: Gestionado con relación al proceso BIM. La siguiente gráfica muestra los resultados para su empresa:

## Resultados y recomendaciones por categoría GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA.



### Procesos



#### **Madurez Nivel 2. Definido**

Con respecto a los procesos BIM de la empresa:

Contar con una definición básica de procesos BIM es fundamental para empezar a garantizar la eficiencia del trabajo y dar paso a gestionar los procesos. Se recomienda seguir con una definición más formal de los procesos BIM, documentándolos de forma específica y generando flujos de trabajo que sean claros y compartidos por todo el equipo de trabajo de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA. También es importante contar con indicadores de desempeño para medir la eficiencia de los procesos y su ejecución.

Con respecto a los procesos de diseño y coordinación de disciplinas:

Contar con una definición básica de los procesos de diseño y coordinación es muy importante para el aseguramiento de la calidad de modelo BIM. Sin embargo, las guías

básicas no son suficientes para medir el desempeño del equipo de trabajo ni la eficiencia en la generación de la información, así como también se pueden presentar dificultades de predictibilidad en los tiempos de entrega y en los resultados esperados. Se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA documentar las guías de diseño y/o coordinación de forma detallada, definiendo cuáles son los estándares que se deben usar, los criterios de aceptación de los entregables y los indicadores de gestión apropiados.

Con respecto a los flujos de trabajo y procesos para cantidades de obra, estimados y/o presupuestos:

Los flujos y definiciones básicas son indispensables para mejorar el proceso de generación de cantidades de obra y/o presupuestos en GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA. Las definiciones básicas presentan el problema de que los resultados dependen mucho de la experiencia con la cual cuente el encargado en la ejecución del proceso. Dicho lo anterior, se recomienda establecer unos procesos bien definidos y documentados, donde se determinen las condiciones del modelo BIM, la conexión con el sistema cantidades de estimados y presupuestos y el proceso mismo de cálculo de presupuestos.

Respecto a los procesos para la programación de obra:

Con unas definiciones básicas establecidas, el riesgo de subjetividades se ve reducido sustancialmente. Sin embargo, se recomienda estructurar la definición de estos procesos y documentarlos de forma adecuada para que sean entendibles por todos los interesados. Adicionalmente, se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA establecer indicadores de desempeño para evaluar la predictibilidad de los entregables, los cuales son un resultado de la correcta ejecución de los procesos.

Respecto a los procesos en la etapa de construcción (control de presupuesto, programación, gestión de cambios y as-built):

La definición básica de guías para el control de obra es un primer paso hacia la evolución en la madurez de estos procesos; sin embargo, seguir lineamientos muy generales puede entorpecer el control de obra y prestarse para múltiples interpretaciones. En este momento, GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA debe garantizar la correcta definición de estos procesos. Adicionalmente, se recomienda establecer indicadores respecto al control de obra sobre los cuales se pueda hacer seguimiento continuo.

## **Tecnología**

### ***Madurez Nivel 3. Gestionado***



Con respecto a los computadores y equipos para procesos BIM:

Que se integren las inversiones de hardware con los planes financieros de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA es sinónimo de fortaleza organizacional; esto también muestra que la mentalidad de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA es coherente. Un paso de madurez adicional se enfoca en buscar activamente soluciones tecnológicas que mejoren la calidad y eficiencia del equipo BIM para generar una ventaja competitiva, como la realidad virtual, realidad aumentada, estaciones totales robóticas, impresoras 3D, etc., siempre enfocado a la mejora de los servicios que ofrece GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA.

Con respecto a las redes y soporte para trabajo colaborativo:

Tener toda la información centralizada es uno de los grandes pilares sobre los cuales se basa el trabajo colaborativo del proceso BIM. Dado que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA ya cuenta con un repositorio común de información, se recomienda contar con herramientas que permitan hacer un control automático del versionado de archivos, así como establecer esquemas de acceso controlado por usuario, roles o equipos con el fin de darles acceso únicamente a la información relevante para estos y proteger el posible uso indebido de la misma.

Las herramientas de software para diseño, análisis, cálculos, etc:

Un proceso definido para la selección de herramientas de software en función de los usos BIM y entregables particulares de cada proyecto muestra una buena gestión del proceso. Se recomienda que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA también seleccione las herramientas de diseño, cálculo, análisis, modelado, etc., en función de los objetivos estratégicos de la organización, de tal forma que las salidas de estos procesos puedan ser usadas en otros procesos de la empresa (gestión de obra, cálculo de presupuestos, replanteo, control de calidad, etc).

## **Organización**



### ***Madurez Nivel 3. Gestionado***

Con respecto a la visión y estrategia BIM:

Una clara visión BIM, comunicada y entendida por las personas en GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA, además de las acciones en un plan concreto, son la base para gestionar los procesos a nivel organizacional. Ahora será necesario que esta sea compartida por todos los empleados y proveedores de servicios.

Con respecto a las nuevas oportunidades de negocio con base en el proceso BIM:

Reconocer las nuevas oportunidades de negocio que surgen desde los procesos BIM es de suprema importancia y habilita a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA para aprovecharlas al máximo. Se recomienda generar escenarios formales para evaluar las nuevas oportunidades de negocio incluyendo áreas como mercadeo e innovación en el marco de la visión y estrategia de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA.

Con respecto a un foro, comité o reunión formal para revisar la ejecución de la estrategia BIM:

La definición clara de los comités BIM es una ventaja que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA debe aprovechar. Dado que no se tiene una estructuración formal de este foro, se recomienda definir una agenda con temas propios de GERENCIA

DE INFRAESTRUCTURA FISICA (por ejemplo, avances de proyectos, lecciones aprendidas, revisión de indicadores, oportunidades de mejora, exposición de algún tema nuevo que pueda aportar a la mejora de los procesos, etc); esto facilitará la integración de los procesos BIM con otros procesos de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA.

## Personas



### ***Madurez Nivel 4. Integrado***

Con respecto a los programas de entrenamiento de su empresa para BIM:

En este punto GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA ya tiene definido un programa de entrenamientos técnicos en función del rol. Se recomienda complementar el programa con iniciativas orientadas al desarrollo de competencias blandas como liderazgo y gestión y trabajo en equipo. También se recomienda desarrollar una matriz de conocimientos técnicos y habilidades blandas en función del rol.

Con respecto a los roles y funciones BIM en su empresa:

Los resultados consistentes y predecibles en los proyectos, acompañados de una clara definición de roles y funciones conocida por todos los integrantes del equipo, muestran que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA tiene un nivel sobresaliente en este campo. Se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA buscar mejoras constantes con base en los indicadores de desempeño y productividad de cada proyecto. Se recomienda buscar apoyo en áreas de Talento Humano (interno o externo) para fortalecer la cultura de la organización con base en los procesos integrados entre áreas y en particular los relacionados con BIM.

## Estándares



### **Madurez Nivel 3. Gestionado**

Con respecto a protocolos, guías y estándares BIM:

La existencia de protocolos, guías y/o estándares definidos, así como guías para el control de calidad e indicadores de desempeño, hacen que se presente un buen nivel de madurez con relación a este punto. Se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA asegurar la articulación entre la documentación de protocolos, guías y/o estándares BIM con las políticas generales de la empresa para asegurar que la ejecución de los procesos BIM guarda alineación e integración con los demás procesos de GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA. A manera de ejemplo, los estándares usados para la generación del modelo deben ser compatibles con el proceso de estimados y presupuestos, de forma que estos dos procesos puedan ser integrados.

Con respecto a la especificación de modelos (LOD):

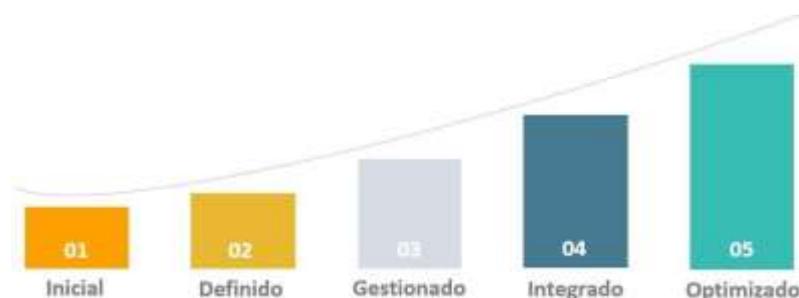
La falta de definición de los niveles de desarrollo (LOD) para cada fase del proyecto es una de las principales causas de inconsistencias en la ejecución. Se recomienda a GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA establecer guías, al menos básicas, para la definición de los objetos BIM tanto a nivel de información como a nivel gráfico.

Con respecto a los planes de ejecución por proyecto (BEP):

Que GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA tenga guías detalladas sobre cómo hacer la elaboración de los BEP muestra una gestión completa del proceso, pues esta documentación elimina la incertidumbre sobre la elaboración de un BIM Execution Plan (BEP) para el proyecto. Se recomienda que en la elaboración de cada BEP participe la mayor cantidad de interesados posible, de tal manera que el documento final sea de uso común y entendible, y que sea usado por todas las personas (internas y externas, si las hay), de manera que esto sirva de referencia para enfrentar los requisitos BIM del proyecto.

## Interpretación de resultados

La evaluación de cada eje se basó en sus respuestas. Se dio el mismo peso a cada pregunta dentro de su eje. La siguiente imagen ilustra los niveles de madurez:



### Nivel 1. Inicial (ad-hoc)

Rango porcentual: 0-19%

Se caracteriza por la ausencia de una estrategia y escasez de procesos definidos. Las herramientas se implementan de manera no sistemática. La adopción BIM se logra parcialmente y carece del apoyo de la gerencia. Si se logran, las capacidades de colaboración ocurren con poca o ninguna guía de procesos, estándares o protocolos. No hay una definición formal de los roles y responsabilidades.

### Nivel 2. Definido

Rango porcentual: 20-39%

La implementación BIM está impulsada por la visión general de los altos directivos. La mayoría de los procesos y políticas están bien documentados y las oportunidades de negocios que surgen de BIM se identifican, pero no se aprovechan. Las pautas BIM están disponibles. La colaboración con los socios del proyecto sigue guías de procesos, estándares y protocolos de intercambio predefinidos. Las responsabilidades se distribuyen y los riesgos se mitigan a través de medios contractuales.

### Nivel 3. Gestionado

Rango porcentual: 40-59%

Los empleados comprenden la visión BIM. La estrategia de implementación combina planes de acción detallados y mecanismos de monitoreo. Las oportunidades de negocio que surgen de BIM se utilizan por el área de Mercadeo e Innovación. Los roles BIM están definidos y los objetivos de rendimiento se logran. La información de los modelos 3D se gestiona a través de estándares detallados y planes de calidad.

#### **Nivel 4. Integrado**

Rango porcentual: 60-79%

La visión y estrategia BIM se integran con la estrategia y visión de la empresa. Los procesos y sistemas BIM se integran con otros procesos y sistemas de la empresa. Las oportunidades de negocios son parte de la ventaja competitiva. La selección e implementación de software sigue objetivos estratégicos y los entregables de modelado están integrados con los procesos de negocios. Los roles y objetivos BIM están incorporados en la organización. La productividad es consistente y predecible. Los estándares BIM se incorporan en la gestión de la calidad y los sistemas de mejora del rendimiento. La colaboración se caracteriza por la participación de agentes clave en las fases iniciales del ciclo de vida de los proyectos.

#### **Nivel 5. Optimizado**

Rango porcentual: 80-100%

La estrategia y visión BIM se revisan y realinean continuamente con las de la de la empresa. Si se necesitan modificaciones a los procesos se implementan de manera proactiva. Las soluciones innovadoras y las oportunidades de negocio son buscadas y desarrolladas constantemente. La selección y uso de herramientas de software se revisa continuamente para mejorar la productividad. Los entregables de modelado se revisan y optimizan para sacar provecho de las nuevas funcionalidades de software. La optimización de los datos, procesos y canales de comunicación es constante. Las responsabilidades de colaboración, los riesgos y las recompensas se revisan y realinean continuamente. Los modelos contractuales se modifican para lograr las mejores prácticas y el mayor valor para todos los interesados.

## Contacto

Si GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA FISICA necesita apoyo para la implementación de las recomendaciones incluidas en este documento, no dude en contactarnos directamente en [www.iac.com.co](http://www.iac.com.co).

Usted y su empresa pueden adelantar los componentes de entrenamiento en el uso de herramientas de software en [www.acaddemia.com](http://www.acaddemia.com)



## 6.4 ANEXO D. Parámetros Solicitados

**Tabla 6.1 TDI-A: Meta Data del Proyecto**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Identificador Externo de la Instalación	ExternalFacilityIdentifier	NDI-1
Nombre de Instalación	FacilityName	NDI-1
Tipología de Uso de Instalación	Facility Functional Type	NDI-1
Función de la Instalación	Facility Function	NDI-1
Forma de la Instalación	Facility Form	NDI-1
Categoría de Espacio	Space Type/Category	NDI-2
Función del Espacio	Space Function	NDI-3
Forma del Espacio	Space Form	NDI-3
Nombre del Edificio	Building Name	NDI-3
Número del Edificio	Building Number	NDI-3
Número de Teléfono	Phone	NDI-5

**Tabla 6.2 TDI-B: Propiedades Físicas de Objetos y Elementos**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Largo	Length	NDI-1
Ancho	Width	NDI-1
Alto	Height	NDI-1

Tamaño	Size	NDI-3
Capacidad de carga	Capacity	NDI-4

**Tabla 6.3 TDI-C: Propiedades Geográficas y de Localización Espacial de Objetos & Elementos**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Número de Piso	Storey Number	NDI-2
Nombre del Espacio	Space Name	NDI-2
Número del Espacio	Space Number	NDI-2
Identificación de Piso	Floor ID	NDI-2
Nombre del Piso	Floor Name	NDI-2
Elevación de Piso (sobre terreno)	FloorElevation	NDI-2
Altura Total del Piso	Floor Total Height	NDI-2
Nombre de Zona	Zone Name	NDI-2
Función de la Zona	Zone Function	NDI-2
Eje X Coordenadas	CoordinateXAxis	NDI-3
Eje Y Coordenadas	CoordinateYAxis	NDI-3
Eje Z Coordenadas	CoordinateZAxis	NDI-3

**Tabla 6.4 TDI-D: Requerimientos Específicos de Información para el Fabricante**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Tipo (en diseño por componentes)	Type	NDI-2
Material	Material	NDI-3
Identificación de Componente	ComponentID	NDI-3
Nombre de Componente	ComponentName	NDI-3
Descripción del Componente	ComponentDescription	NDI-3
Fabricante (Contacto)	Manufacturer	NDI-4
Número de Modelo	Model Number	NDI-5
Nombre del Producto	Product Name	NDI-5

**Tabla 6.5 TDI-E: Especificaciones de Detalle**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Identificación del Atributo	Attribute ID	NDI-3
Nombre del Atributo	AttributeName	NDI-3

Descripción de Atributo (de la especificación particular del elemento)	AttributeDescription	NDI-3
Valor de Atributo (ej. Transmitancia de calor)	AttributeValue	NDI-3
Unidad del Atributo	AttributeUnit	NDI-3

**Tabla 6.6 TDI-G: Requerimientos Energéticos**

Parámetros	Traducción al inglés	NDI
Valor U	U-Value	NDI-3

**Tabla 6.7 TDI-J: Validación de Cumplimiento de Programa**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Clasificación Acústica	Acoustic Rating	NDI-3
Identificación de espacio	SpaceExternalIdentifier	NDI-4
Categoría del Espacio	SpaceCategory	NDI-4
Número de recinto	RoomTag	NDI-4
Nombre del Espacio	SpaceName	NDI-4
Descripción de Espacio	SpaceDescription	NDI-4
Altura de Espacio Utilizable	SpaceUsableHeight	NDI-4
Área gruesa del Espacio	SpaceGrossArea	NDI-5

**Tabla 6.8 TDI-K: Cumplimiento Normativo y Requerimientos de Seguridad de Ocupantes**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Requerimientos de Clasificación de Resistencia al Fuego	Fire Rating Requirement	NDI-1
Resistencia al Fuego	Fire Resistance	NDI-3
Acceso a Discapacitados	Disability Access	NDI-3

**Tabla 6.9 TDI-M: Logística de Construcción y Secuencia**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Material	TypeMaterial	NDI-3
Identificación de Recurso	ResourceExternalIdentifier	NDI-5
Nombre del Recurso	ResourceName	NDI-5
Descripción del Recurso	ResourceDescription	NDI-5

Identificación del Trabajo	JobExternalIdentifier	NDI-5
Estado del Trabajo	JobStatus	NDI-5
Trabajo Previo	JobPriors	NDI-5
Número del Trabajo	JobNumber	NDI-5
Nombre de Trabajo	JobName	NDI-5
Descripción de Trabajo	JobDescription	NDI-5
Duración de Trabajo	JobDuration	NDI-5
Unidad de Duración de Trabajo	JobDurationUnit	NDI-5
Inicio de Trabajo	JobStart	NDI-5
Unidad de Inicio del Trabajo	JobStartUnit	NDI-5
Frecuencia de Trabajo	JobFrequency	NDI-5
Unidad de frecuencia de Trabajo	JobFrequencyUnit	NDI-5

**Tabla 6.10 TDI-N: Entrega de la Construcción**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Identificación del sistema	SystemExternalIdentifier	NDI-3
Identificador Externo de la Instalación	ExternalFacilityIdentifier	NDI-3
Categoría del Sistema	SystemCategory	NDI-3
Nombre del Sistema	SystemName	NDI-3
Descripción del Sistema	SystemDescription	NDI-3
Equipo Primario	Equipment Parent	NDI-4
Equipo alimentado	Equipment Fed From	NDI-4
Área de Servicio del Equipo	Equipment Area Served	NDI-4
Documentos del equipo	Equipment Documents	NDI-4
Descripción de Evento/Problema	Issue Description	NDI-5

**Tabla 6.11 TDI-O: Gestión de Activos e Información Interna**

Parámetros	Traducción al Inglés	NDI
Tipo de Activo	AssetType	NDI-5
Costo de Reemplazo	ReplacementCost	NDI-5
Esperanza de Vida	ExpectedLife	NDI-5
Unidad de Esperanza de Vida	ExpectedLifeUnit	NDI-5
Identificación de Documentación	DocumentID	NDI-5
Nombre de Documentos	DocumentName	NDI-5

Nombre del Directorio de Documentos	DocumentDirectoryName	NDI-5
Nombre de Archivo documental	DocumentFileName	NDI-5
Tipo de Documento	DocumentType	NDI-5
Descripción de la Garantía	WarrantyDescription	NDI-5
Comienzo de Garantía	WarrantyStart	NDI-5
Identificación de Repuesto	SpareID	NDI-5
Tipo de Repuesto	SpareType	NDI-5
Lista de Identificador del proveedor de repuestos	SpareProviderIDList	NDI-5
Identificador de Lote de Repuestos	SpareSetID	NDI-5
Nombre de Repuesto	SpareName	NDI-5
Numero de Repuesto	SpareNumber	NDI-5
Descripción de Repuesto	SpareDescription	NDI-5

## 6.5 ANEXO E. Usos BIM

**Tabla 6.12 Levantamiento de condiciones existentes.**

Recursos	Cuenta con el Recurso	Disciplina	Especificación de Software o Hardware	Versión	Evidencia
Software de modelado de BIM	Si	Levantamiento topográfico y georreferenciación	Revit	2019	-
Software de manipulación de nubes de puntos, de exploración láser, o fotogramétrico	Si	Levantamiento topográfico y georreferenciación	ArgGIS/Civil 3D	10.5/2020	-
Equipo LIDAR o fotogramétrico	No	-	-	-	-
Equipo de topografía convencional	Si	Levantamiento topográfico y georreferenciación	Estación total y Nivel	-	-
Hardware apto para procesar modelos BIM	Si	Levantamiento topográfico y georreferenciación	AMD Ryzen 5 4500U with Rdeon Graphics; Windows 10; RAM 8 GB; SSD 256 GB; Integrados	-	-
Infraestructura TI necesaria	Si	Levantamiento topográfico y georreferenciación	Colaboración: Revit Server 2019 - 200 GB. Gestión documental: Repositorio Digital; Plannerly.	-	-

Rol BIM	Empresa	Responsable	Cargo	Profesión	Años de exp.	Evidencia
Dirección en BIM	GIF	Daniel Torres	Director	Ingeniero	10	-
Revisión en BIM	GIF	Bill Vera	Dibujante CAD	Arquitecto	5	-
Gestión en BIM	LEAA ec	José Reyes	Revisor	Ingeniero	10	-
Corrdinación en BIM	LEAA ec	José Reyes	Gestor	Ingeniero	10	-

Modelación en BIM	LEAA ec	Luis Atencia	Modelador	Ingeniero	2	<a href="#">CV – Atencia Luis</a>
Modelación en BIM	LEAA ec	Carlos Pérez	Modelador	Ingeniero	2	<a href="#">CV – Pérez Carlos</a>

**Tabla 6.13 Estimación de cantidades y costos.**

Recursos	Cuenta con el Recurso	Disciplina	Especificación de Software o Hardware	Versión	Evidencia
Software de estimación de costos basado en modelos BIM	Si	Proyecto de Arquitectura	Revit	2019	-
Software de modelado BIM	Si	Proyecto de Arquitectura	Revit	2019	-
Modelos BIM con los NDI correspondientes al EAIM indicado	No	-	-	-	-
Datos de costos (incluidos los datos de algún sistema de clasificación)	No	-	-	-	-
Hardware apto para procesar modelos BIM	Si	Proyecto de Arquitectura	Intel(R) Core(TM)i7-8700	-	-
			CPU@3.20GHz, 3192Mhz; Windows 10 Pro 64bits; RAM 16 GB; HP SSD S700 1TB		
Infraestructura TI necesaria	Si	Proyecto de Arquitectura	Colaboración: Revit Server 2019 - 200 GB. Gestión documental: Repositorio Digital; Plannerly.	-	-

Rol BIM	Empresa	Responsable	Cargo	Profesión	Años de exp.	Evidencia
Dirección en BIM	GIF	Andrea Rojas	Cordinación	Arquitecto	10	-
Revisión en BIM	GIF	Adriana Mendoza	Modelador	Arquitecto	8	-
Gestión en BIM	LEAA ec	José Reyes	Revisor	Ingeniero	10	-
Corrdinación en BIM	LEAA ec	José Reyes	Gestor	Ingeniero	10	-
Modelación en BIM	LEAA ec	Luis Atiencia	Modelador	Ingeniero	2	<a href="#">CV – Atiencia Luis</a>
Modelación en BIM	LEAA ec	Carlos Pérez	Modelador	Ingeniero	2	<a href="#">CV – Pérez Carlos</a>

**Tabla 6.14 Coordinación 3D**

Recursos	Cuenta con el Recurso	Disciplina	Especificación de Software o Hardware	Versión	Evidencia
Software de modelado BIM	Si	Proyectos de Obras Civiles	Revit	2019	-
Software de revisión de modelos BIM	Si	Proyectos de Obras Civiles	BIMcollab ZOOM	5.2	-
Modelos BIM con los NDI correspondientes al EAIM indicado	Si	Proyectos de Obras Civiles	IFC/Revit	-	-
Normativa vigente según especialidad	No	-	-	-	-

Hardware apto para procesar modelos BIM	Si	Proyectos de Obras Civiles	11th Gen Intel® Icore™ i7-1165G7 @2.80GHz (8CPUs); 16GM RAM	-	-
Infraestructura TI necesaria	Si	Proyectos de Obras Civiles	Colaboración: Revit Server 2019 - 200 GB. Gestión documental: Repositorio Digital; Plannerly.	-	-

Rol BIM	Empresa	Responsable	Cargo	Profesión	Años de exp.	Evidencia
Dirección en BIM	GIF	Carola Gordillo	Jefe	Ingeniero	15	-
Revisión en BIM	GIF	Jose Santana	Modelador	Arquitecto	5	-
Gestión en BIM	LEAA ec	José Reyes	Revisor	Ingeniero	10	-
Corrdinación en BIM	LEAA ec	José Reyes	Gestor	Ingeniero	10	-
Modelación en BIM	LEAA ec	Luis Atiencia	Modelador	Ingeniero	2	<a href="#">CV – Atiencia Luis</a>
Modelación en BIM	LEAA ec	Carlos Pérez	Modelador	Ingeniero	2	<a href="#">CV – Pérez Carlos</a>

**Tabla 6.15 Modelación as-built**

Recursos	Cuenta con el Recurso	Disciplina	Especificación de Software o Hardware	Versión	Evidencia
Software de modelado BIM	Si	Proyecto de Instalaciones Sanitarias	Revit	2019	-

Software o herramientas de manipulación de modelos BIM	Si	Proyectos de Obras Civiles	Enscape	3.2	-
Software que permita el acceso a la información de lo construido	Si	Proyectos de Obras Civiles	Revit	2019	-
Modelos BIM con los NDI correspondientes al EAIM indicado	Si	Proyectos de Obras Civiles	Revit	2019	-
Base de datos del activo y/o equipos (según las capacidades del propietario)	No	-	-	-	-
Hardware apto para procesar modelos BIM	Si	Proyectos de Obras Civiles	11th Gen Intel® Icore™ i7-1165G7 @2.80GHz (8CPUs); 16GM RAM	-	-
Infraestructura TI necesaria	Si	Proyectos de Obras Civiles	Colaboración: Revit Server 2019 - 200 GB. Gestión documental: Repositorio Digital; Plannerly.	-	-

Rol BIM	Empresa	Responsable	Cargo	Profesión	Años de exp.	Evidencia
Dirección en BIM	GIF	Ivan Zerna	Director	Ingeniero	15	-
Revisión en BIM	GIF	Gloria Guzmán	Modelador	Ingeniero	2	-
Gestión en BIM	LEAA ec	José Reyes	Revisor	Ingeniero	10	-
Corrdinación en BIM	LEAA ec	José Reyes	Gestor	Ingeniero	10	-
Modelación en BIM	LEAA ec	Luis Atiencia	Modelador	Ingeniero	2	<a href="#">CV – Atiencia Luis</a>
Modelación en BIM	LEAA ec	Carlos Pérez	Modelador	Ingeniero	2	<a href="#">CV – Pérez Carlos</a>

## 6.6 ANEXO F. Entregables BIM y sus Formatos

**Tabla 6.16 Modelos BIM solicitados y sus formatos**

Modelo BIM	Especialidad	Autor de modelo	Responsable	Formato nativo	Formato de Intercambio entre proveedores	Resp. control de calidad
Sitio	Levantamiento topográfico y georreferenciación	TOP	TOP	.RVT	.IFC / MVD Coordination view 2.0	GER
Volumétrico	Proyecto de Arquitectura	ARQ	ARQ	.RVT	.IFC / MVD Coordination view 2.1	GER
Arquitectura o Diseño de Infraestructura	Proyecto de Arquitectura	ARQ	ARQ	.RVT	.IFC / MVD Coordination view 2.2	GER
Mecánico Eléctrico Sanitario (MEP)	Proyecto de Instalaciones Sanitarias	SAN	SAN	.RVT	.IFC / MVD Coordination view 2.3	GER
Coordinación	Proyectos de Obras Civiles	OCV	OCV	.RVT	.IFC / MVD Coordination view 2.4	GER
As-built	Proyectos de Obras Civiles	OCV	OCV	.RVT	.IFC / MVD Coordination view 2.5	GER

**Tabla 6.17 Estado de Avance de información de Modelos BIM para cada Entrega**

PROYECTO: PR1-ESPOL- ARQ-9M-GF- MO	ENTREGA 01	ENTREGA 02	ENTREGA 03	ENTREGA 04	ENTREG A 05	ENTREG A 06	ENTREG A 07
Fecha: 10/01/2022							
Modelos BIM	EAIM	EAIM	EAIM	EAIM	EAIM	EAIM	EAIM
Sitio	DA Diseño Anteproyect o	DA Diseño Anteproyect o	DA Diseño Anteproyect o	DB Diseño Básico	DB Diseño Básico	DD Diseño de Detalle	DD Diseño de Detalle
Volumétrico	No Aplica	DA Diseño Anteproyect o	DA Diseño Anteproyect o	DB Diseño Básico	DB Diseño Básico	DB Diseño Básico	DB Diseño Básico
Arquitectura y/o Diseño de Infraestructur a	No Aplica	DA Diseño Anteproyect o	DB Diseño Básico	DD Diseño de Detalle	DD Diseño de Detalle	DD Diseño de Detalle	DD Diseño de Detalle
Mecánico Eléctrico Sanitario (MEP)			DA Diseño Anteproyect o	DB Diseño Básico	DD Diseño de Detalle	DD Diseño de Detalle	DD Diseño de Detalle
Coordinación (**)				DA Diseño Anteproyect o	DB Diseño Básico	DD Diseño de Detalle	DD Diseño de Detalle
As-built							AB As-built

**Tabla 6.18 Documentos solicitados y sus formatos**

Entregas	Fecha	Estado de Avance de la Información de los Modelos (EAIM)	Entregable	Formato			Desde Modelo
				Nativo	Versión	Entrega	
Etapa 01	29/11/2021	Diseño Anteproyecto	BEP	.XLSX	//	.PDF	No
	30/11/2021	Diseño Anteproyecto	Libro de Estilo	.DOCX	//	.PDF	No
	30/11/2021	Diseño Anteproyecto	Planimetría de Topografía	.RVT	2019	.PDF	Si
Etapa 02	02/12/2021	Diseño Anteproyecto	Planimetría de ubicación	.RVT	2019	.PDF	Si
	02/12/2021	Diseño Anteproyecto	Planimetría de Arquitectura	.RVT	2019	.PDF	Si
Etapa 03	06/12/2021	Diseño Anteproyecto	Planimetría de MEP	.RVT	2019	.PDF	Si
	06/12/2021	Diseño Básico	Planimetría de Arquitectura	.RVT	2019	.PDF	Si
	06/12/2021	Diseño Básico	Planilla de Arquitectura	.RVT	2019	.XLSX	Si
Etapa 04	13/12/2021	Diseño Básico	Planimetría de Topografía	.RVT	2019	.PDF	Si
	13/12/2021	Diseño Básico	Planimetría de ubicación	.RVT	2019	.PDF	Si
	13/12/2021	Diseño Detalle	Planimetría de Arquitectura	.RVT	2019	.PDF	Si
	13/12/2021	Diseño Detalle	Planilla de Arquitectura	.RVT	2019	.PDF	Si
	13/12/2021	Diseño Detalle	Modelo de Arquitectura	.RVT	2019	.IFC	Si
	13/12/2021	Diseño Detalle	Listado de Mobiliario	.DOCX	//	.PDF	No
	13/12/2021	Diseño Detalle	EETT de Arquitectura	.DOCX	//	.PDF	No
	13/12/2021	Diseño Básico	Planimetría de MEP	.RVT	2019	.PDF	Si
	13/12/2021	Diseño Básico	Planilla de MEP	.RVT	2019	.XLSX	Si
Etapa 05	18/12/2021	Diseño Detalle	Planimetría de MEP	.RVT	2019	.PDF	Si

	18/12/2021	Diseño Detalle	Planilla de MEP	.RVT	2019	.PDF	Si
	18/12/2021	Diseño Detalle	Modelo de MEP	.RVT	2019	.IFC	Si
	18/12/2021	Diseño Detalle	EETT de MEP	.DOCX	//	.PDF	No
Etapa 06	23/12/2021	Diseño Detalle	Planimetría de Topografía	.RVT	2019	.PDF	Si
	23/12/2021	Diseño Detalle	Modelo de Coordinación	.RVT	2019	.IFC	Si
	23/12/2021	Diseño Detalle	Presupuesto de Ejecución	.RVT	2019	.XLSX	Si
	23/12/2021	Diseño Detalle	Listado de Planimetría	.DOCX	//	.PDF	No
	23/12/2021	Diseño Detalle	Listado de Equipamiento	.DOCX	//	.PDF	No
Etapa 07	11/01/2022	Diseño Detalle	Ficha Técnica de Productos	.DOCX	//	.PDF	No
	11/01/2022	Diseño Detalle	Ficha Técnica del Fabricante	.DOCX	//	.PDF	No
	11/01/2022	Diseño Detalle	Requerimientos de Fabricante	.DOCX	//	.PDF	No
	11/01/2022	Diseño Detalle	Ficha Técnica de Productos	.DOCX	//	.PDF	No
	11/01/2022	Diseño Detalle	Planimetría Maestra del Proyecto	.DOCX	//	.PDF	No
	11/01/2022	Diseño Detalle	BEP	.XLSX	//	.PDF	No
	11/01/2022	Diseño Detalle	Libro de Estilo	.XLSX	//	.PDF	No
	11/01/2022	As-Built	Modelo As-Built	.RVT	2019	.IFC	Si

## 6.7 ANEXO G. Estrategia de Colaboración

### Entorno de Datos Compartidos

El CDE Utilizado está conformado por una sola plataforma: No

**Tabla 6.19 Plataforma y formatos del Entorno de Datos Compartido [Elaboración propia]**

Entorno de Datos Compartido (CDE)	CDE MASTER
Plataforma de Colaboración	Revit Server 2019
Plataforma de gestión documental	Plannerly; Repositorio Digital
Formato de requerimiento de información y colaboración	Archivos BCF; IFC

**Tabla 6.20 Consolidación de modelos BIM [Elaboración propia]**

Estrategia	Si	No
Modelo BIM federado	X	
Modelo BIM integrado	X	

**Tabla 6.21 Procedimiento de Reuniones [Elaboración propia]**

Tipo de Reunión	Etapas del Proyecto	Especialidades que participan	Frecuencia de reuniones	Cantidad de reuniones	Ubicación	Modalidad	Tipo de respaldo
Inicio de requerimientos BIM	Idea	ARQ; OCV; SAN; TOP		1	Rectorado - ESPOL	Presencial	
Presentación del PEB	Idea	GEN		2	Rectorado - ESPOL	Presencial	
Coordinación del Diseño	Diseño; Construcción	ARQ; OCV; SAN; TOP	Cada semana	4	ARQ; OCV; SAN; TOP	Virtual	
Cualquier otra reunión BIM con múltiples partes	Prediseño; Diseño; Coordinación; Construcción.	ARQ; OCV; SAN; TOP	Cada viernes	2	ARQ; OCV; SAN; TOP	Virtual	

**Tabla 6.22 Nombre de archivos de los modelos BIM [Elaboración propia]**

Modelo BIM	Nombre
Sitio	PR2-ESPOL-OCV-XX-ZZ-MO.rvt
Volumétrico	PR2-ESPOL-OCV-XX-ZZ-MO.rvt
Arquitectura	PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO.rvt
Mecánico Eléctrico Sanitario (MEP)	PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO.rvt
Coordinación	PR2-ESPOL-OCV-XX-ZZ-MO.rvt
As-built	PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO.rvt

**Tabla 6.23 Códigos y colores por disciplinas y/o sistemas [Elaboración propia]**

Disciplina	Sigla	Color	R	G	B
Arquitectura	ARQ	Gris	219	219	219
Electricidad	ELE	Verde	129	253	129
Sanitaria	SAN	azul	178,	178	240
Extracción de Aire	EXT	Morado	239	, 101	,239
Carpintería	CPT	Café	255	, 188	120

## 6.8 ANEXO H. Recursos Humanos y Tecnológicos

**Tabla 6.24 Recursos humanos y tecnológicos presentes en GIF. [Elaboración propia]**

	DATOS PERSONALES					DATOS DE SU COMPUTADOR (HARDWARE)				
	Nombre y Apellido	Teléfono	Correo	Profesión	Función	Procesador	Sistema Operativo	Memoria Ram [GB]	Disco HDD/SSD	Gráficos / Video
1	Carola Gordillo		cgordilll@espol.edu.ec	Ing. Civil	-	-	-	-	-	-
2	Andrea Rojas	0991547594	adrojas@espol.edu.ec	Arquitecto	Administración de Obras y Consultorías. Fiscalización de Obras. Diseño Arquitectónico y coordinación de Ingenierías	Intel(R) Core (TM)i7-8700, CPU@3.20GHz, 3192Mhz, 6 procesadores principales, 12 procesadores lógicos	Windows 10 Pro 64bits	16GB	HP SSD S700 1TB	10GB
3	Adriana Mendoza	0992746687	adrimend@espol.edu.ec	Arquitecto	Administración de Obras y Consultorías. Fiscalización de Obras. Diseño Arquitectónico y coordinación de Ingenierías	Intel (R) Core (TM) i7-8700 CPU@ 3.20 GHZ (12CPUs), 3.2GHz	Windows 10 Pro-64 bits (10.0, compilación 17134)	16GB	Disco 0 TOSHIBA DT01ACA 100	8.2 GB

4	Gloria Guzmán	0997449120	gmguzman@espol.edu.ec	Ing. Civil	-	-	-	-	-	-
5	Carla Larreta	0985164409	carvilar@espol.edu.ec	-	Analista administrativo: Elaboración de POA y PAI de la GIF. Elaboración de reporte de seguimiento de obra. Seguimiento y validación etapa preparatoria y precontractual procesos de contratación GIF	11th Gen Intel(R) Core (TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz 8(CPUs)	Windows 10 Pro 64bits	16GB	SSD 512GB	8GB
6	Evelyn Analuisa	0994964721	analuisa@espol.edu.ec	Arquitecto	Administración de Obras y Consultorías. Fiscalización de Obras y presupuestos.	Intel(R) Core (TM) i7-8700 CPU @ 3.20GHz, 3.192 MHz, 6 procesadores principales, 12 procesadores lógicos.	Microsoft Windows 10 Pro, Versión 10.0.17134, compilación 17134.	16,0 GB	TOSHIBA DT01ACA 100, 931.51 GB.	8GB

7	Victor Chiriguayo	-	<a href="mailto:vchirigu@espol.edu.ec">vchirigu@espol.edu.ec</a>	Arquitecto	Administración de Obras y Consultorias. Fiscalización de Obras y presupuestos.	Intel(R) Core (TM) i7-8700 CPU @ 3.20GHz (12 CPUs), ~3.2GHz	Windows 10 Pro 64-bit (10.0, Build 19043) (19041.vb_release.191206-1406)	16384MB RAM	HP SSD S700 1TB	12GB
8	Julio Gomez	-	<a href="mailto:jdgomez@espol.edu.ec">jdgomez@espol.edu.ec</a>	-	-	-	-	-	-	-
9	Ivan Zerna	969871392	<a href="mailto:izerna@espol.edu.ec">izerna@espol.edu.ec</a>	Ing. Civil	Sanitaria/Construcción	11th Gen Intel(R) Core (TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz 1.69 GHz	Windows 10 Pro de 64 bits, procesador basado en x64	16,0 GB (15,7 GB usable)	NVMe bc711 NVMe SK HYNIX 512 GB	Intel(R) Iris (R) Xe Graphics
10	Bill Vera	-	<a href="mailto:bkvera@espol.edu.ec">bkvera@espol.edu.ec</a>	Ing. Civil	Topografía Dibujante CAD	AMD Ryzen 5 4500U with Radeon Graphics	Windows 10	8 GB	SSD 256 GB	Integrados
11	Daniel Torres	-	<a href="mailto:danmitor@espol.edu.ec">danmitor@espol.edu.ec</a>	Ing. Civil	-	-	-	-	-	-
12	Jose Santana	-	<a href="mailto:jmsantan@espol.edu.ec">jmsantan@espol.edu.ec</a>	-	-	-	-	-	-	-

13	Milton Camacho	-	<a href="mailto:mcamacho@espo&lt;br/&gt;l.edu.ec">mcamacho@espo l.edu.ec</a>	Arquitecto	-	-	-	-	-	-
----	-------------------	---	--	------------	---	---	---	---	---	---

## 6.9 ANEXO I. Requisitos Revit Server

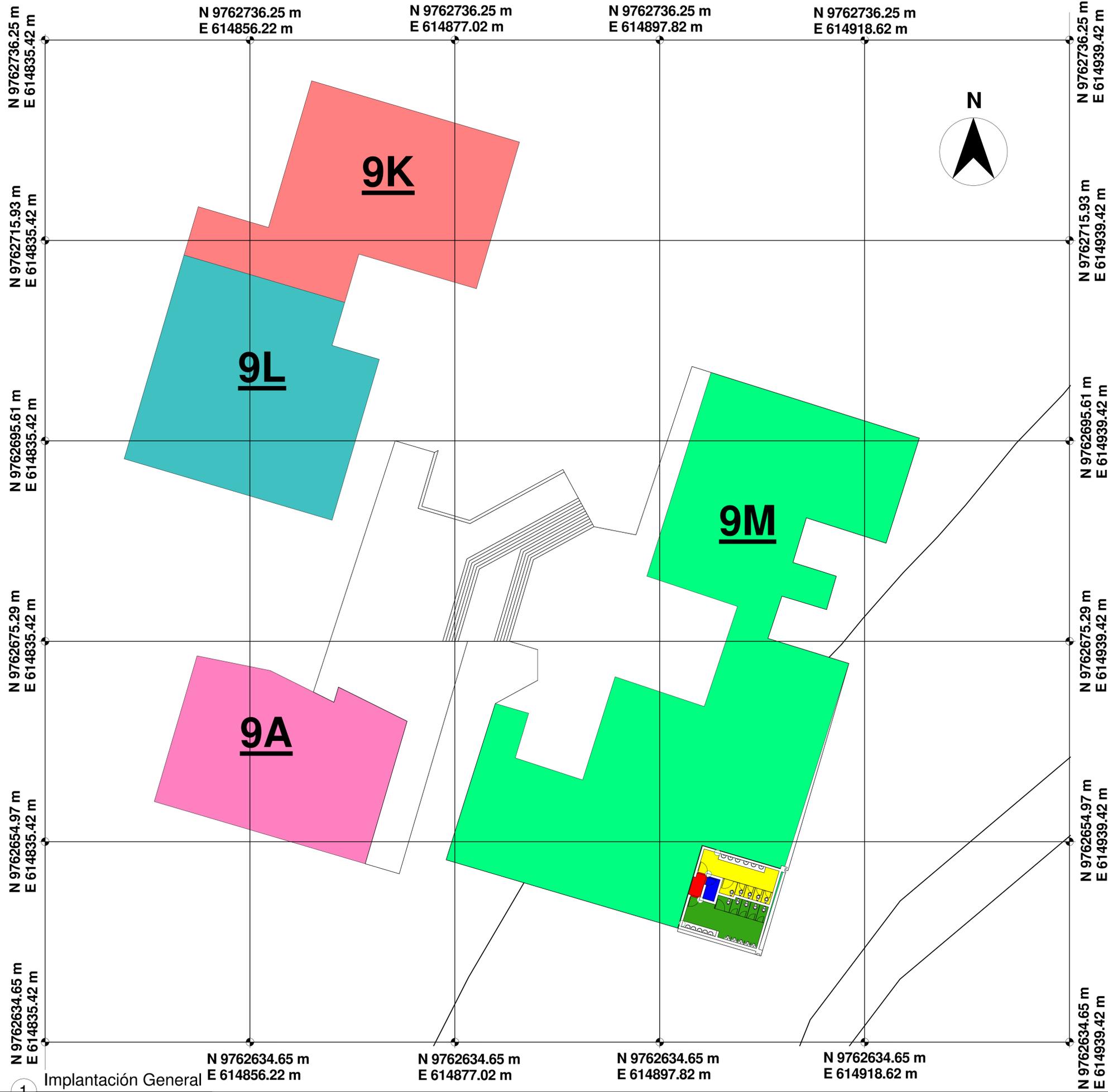
**Tabla 6.25 Requisitos del sistema de Autodesk® Revit® Server 2016**

Sistema operativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft® Windows Server® 2008 R2 SP1 (64 bits)</li> <li>• Microsoft® Windows Server® 2012 (64 bits)</li> <li>• Microsoft® Windows Server® 2012 R2 (64 bits)</li> </ul>		
Servidor web	Microsoft® Internet Information Server 7.0 (o posterior)		
Tipo de CPU	Más de 4 núcleos Más de 2,6 GHz	Más de 6 núcleos Más de 2,6 GHz	Más de 6 núcleos Más de 3,0 GHz
Más de 100 usuarios simultáneos (varios modelos)	Mínimo	Valor	Rendimiento
Memoria	4 GB de RAM	8 GB de RAM	16 GB de RAM
Disco duro	7200+ RPM	10.000+ RPM	15.000+ RPM
Más de 100 usuarios simultáneos (varios modelos)	Mínimo	Valor	Rendimiento
Memoria	8 GB de RAM	16 GB de RAM	32 GB de RAM
Disco duro	10.000+ RPM	15.000+ RPM	Matriz RAID de alta velocidad
Virtualización	Compatibilidad con VMware® y Hyper-V®		

## 6.10 ANEXO J. Metodología CAD vs BIM

**Tabla 6.26 Tabla comparativa de cuantificación entre Metodologías**

ÍTEM	RUBRO	UNIDAD	METODOLOGÍA	METODOLOGÍA
			CAD	BIM
			CANTIDAD	CANTIDAD
I	BAÑO W001-H / EDIFICIO 9M			
	RECUBRIMIENTOS - REVESTIMIENTOS Y ACABADOS			
1	Porcelanato rectificado antideslizante para piso, color a elegir - formato 60x60cm	m2	33	30,59
2	Porcelanato rectificado para pared, color a elegir - formato 60x30cm	m2	48	54,24
3	Granito para mesón, color a elegir	m2	3	2,15
	CARPINTERÍA METÁLICA, DE ALUMINIO & VIDRIO Y MADERA			
4	Suministro e instalación de tumbada fibra mineral modulado de 120x60 cm incluye estructura	m2	33	30,85
	PIEZAS SANITARIAS Y ACCESORIOS			
5	Espejo panorámico	m2	2,2	2,14
II	BAÑO W002-M / EDIFICIO 9M			
	RECUBRIMIENTOS - REVESTIMIENTOS Y ACABADOS			
6	Porcelanato rectificado antideslizante para piso, color a elegir - formato 60x60cm	m2	26	24,97
7	Porcelanato rectificado para pared, color a elegir - formato 60x30cm	m2	43,5	50,7
8	Granito para mesón, color a elegir	m2	3,2	2,92
	CARPINTERÍA METÁLICA, DE ALUMINIO & VIDRIO Y MADERA			
9	Suministro e instalación de tumbada fibra mineral modulado de 120x60 cm incluye estructura	m2	23	25,21
	PIEZAS SANITARIAS Y ACCESORIOS			
10	Espejo panorámico	m2	2,5	2,4

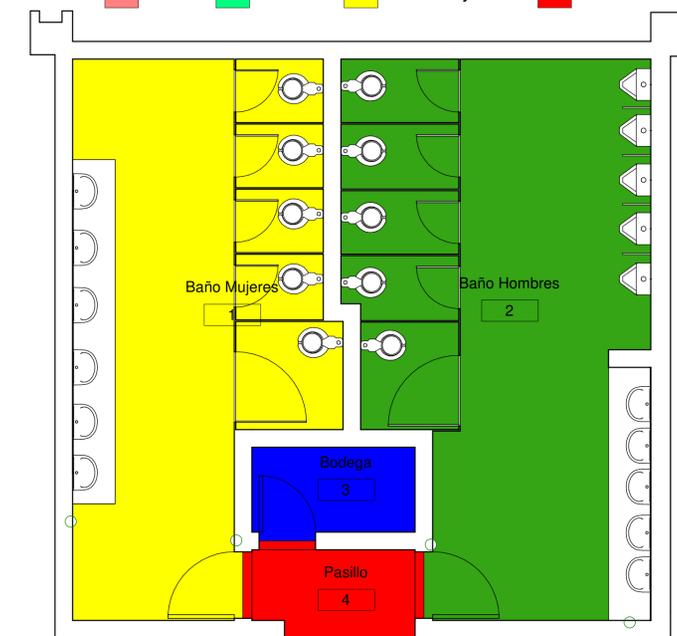


SISTEMA DE COORDENADAS  
 WORLD GEODETIC SYSTEM 1984  
 UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR  
 ZONA 17 SUR

LEAA		PR2-ESPOL-OCV-ZZ-XX-MO		
Edificios				
Nombre	Perímetro	Área	N (Y)	E (X)
<b>PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO</b>				
Baño Hombres	25.70 m	30.83 m <sup>2</sup>	9762647.00	614904.91
Baño Mujeres	23.38 m	25.33 m <sup>2</sup>	9762651.72	614905.96
Bodega	6.87 m	2.88 m <sup>2</sup>	9762650.15	614903.08
Pasillo	7.15 m	3.62 m <sup>2</sup>	9762650.51	614901.63
<b>PR2-ESPOL-OCV-ZZ-XX-MO</b>				
9A	76.98 m	349.24 m <sup>2</sup>	9762663.00	614858.39
9K	100.07 m	427.71 m <sup>2</sup>	9762721.12	614874.45
9L	87.09 m	451.24 m <sup>2</sup>	9762705.01	614854.26
9M	244.09 m	1094.26 m <sup>2</sup>	9762664.72	614906.01
<b>Total general: 8</b>	<b>571.33 m</b>	<b>2385.12 m<sup>2</sup></b>		

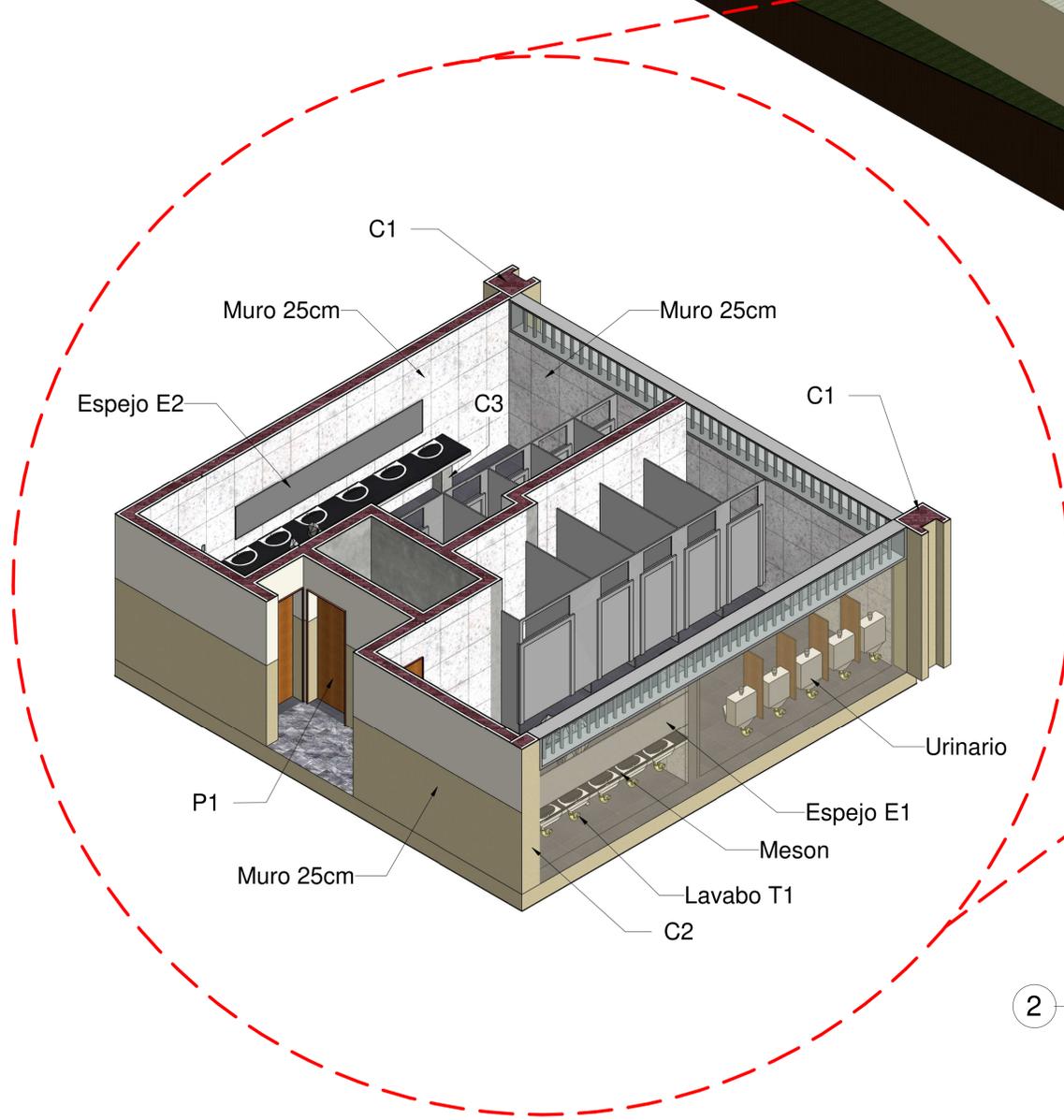
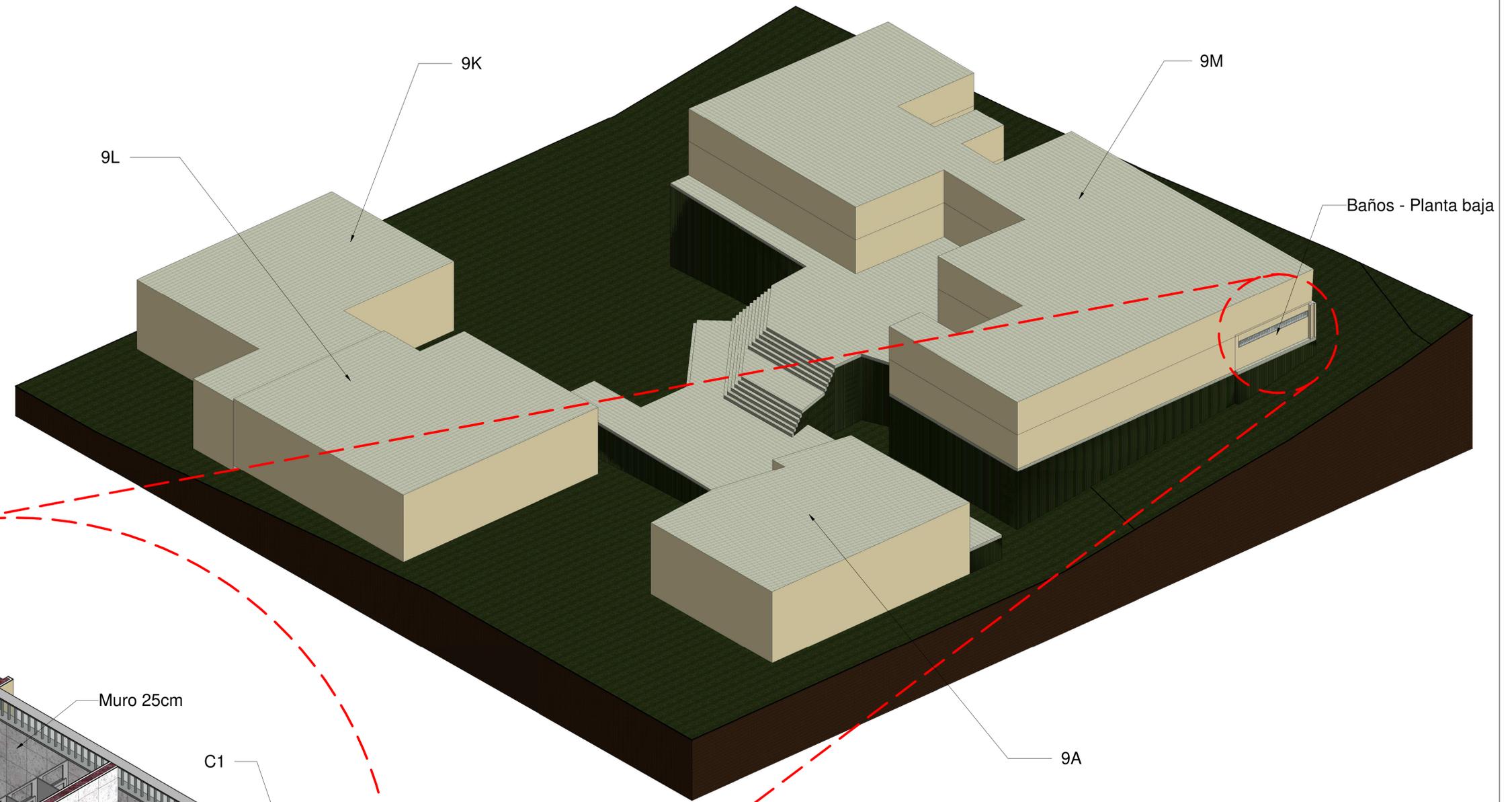
**Simbología**

<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color: #FF69B4; border:1px solid black;"></span> 9A	<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color: #40E0D0; border:1px solid black;"></span> 9L	<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color: #32CD32; border:1px solid black;"></span> Baño Hombres	<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color: #4169E1; border:1px solid black;"></span> Bodega
<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color: #FF6347; border:1px solid black;"></span> 9K	<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color: #00FF00; border:1px solid black;"></span> 9M	<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color: #FFFF00; border:1px solid black;"></span> Baño Mujeres	<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color: #FF0000; border:1px solid black;"></span> Pasillo



2 Distribución de Áreas  
 1 : 50

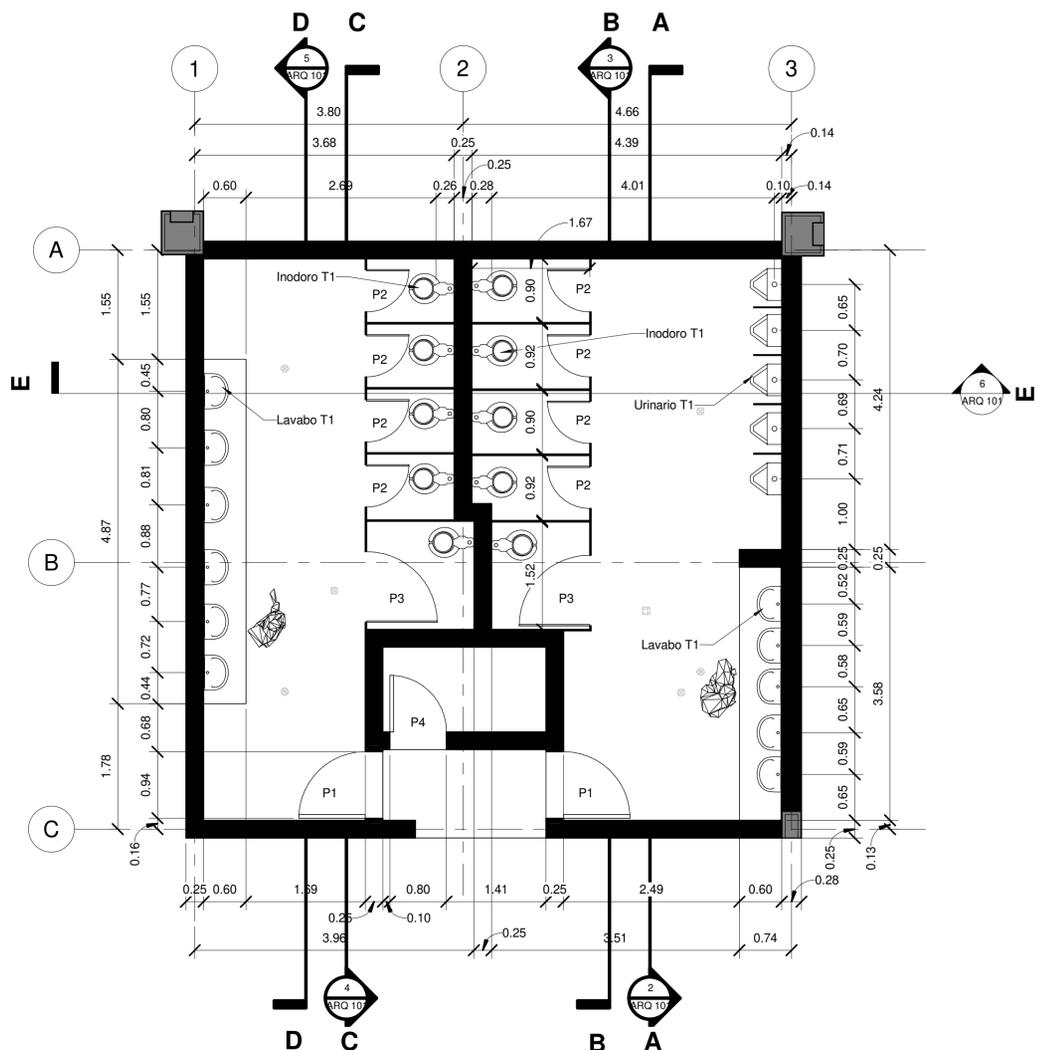
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Análisis de la Madurez e Implementación de la Metodología BIM en la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL</b>			
CONTENIDO: Implantación general y localización de los baños del edificio 9M - Planta baja.			
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Miguel Chavez	Tutores de Conocimientos Específicos: - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Carlos Pérez Palacios	Fecha de Entrega: 11/01/2022
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe	- Ing. Samantha Hidalgo	- Luis Atencia Arrobo	Escala: 1/6 Especif.



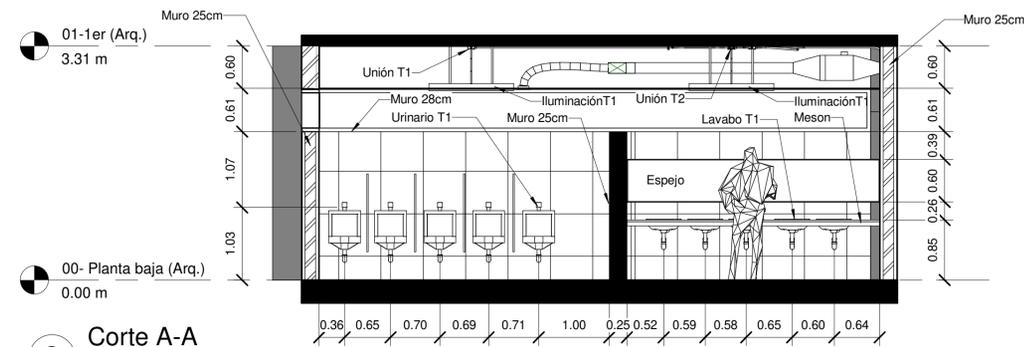
1 Implantación - 3D  
1:200

2 ARQ - 3D

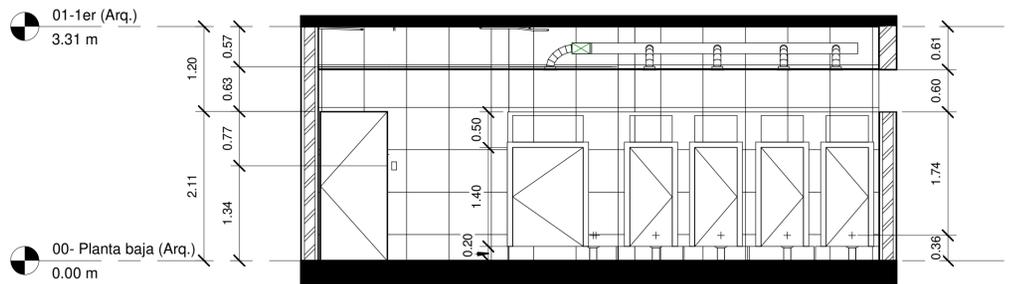
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Análisis de la Madurez e Implementación de la Metodología BIM en la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL</b>			
CONTENIDO: Modelo de implantación.			
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Miguel Chavez	Tutores de Conocimientos Específicos: - Arq. Eunice Lindao - Ing. Samantha Hidalgo	Estudiantes: - Carlos Pérez Palacios - Luis Atencia Arrobo	Fecha de Entrega: 11/01/2022
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe		Lámina: 2/6	Escala: Especif.



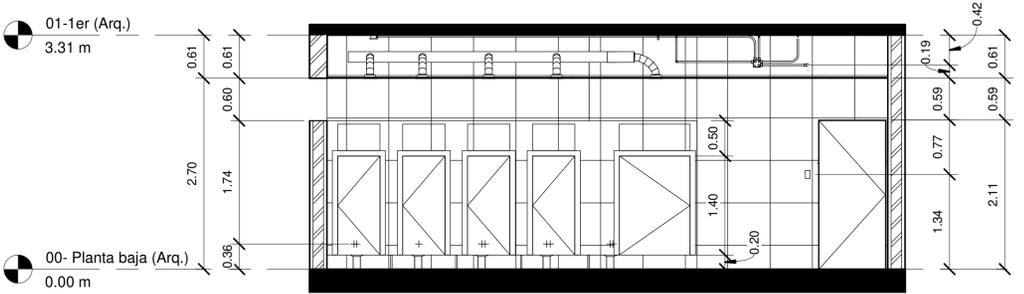
1 Planta baja  
1 : 50



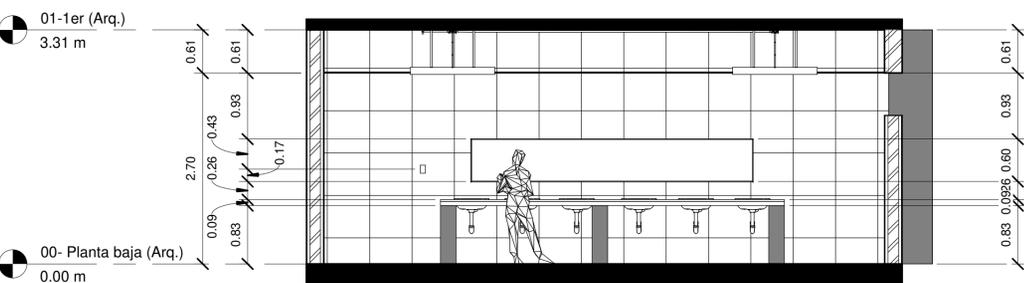
2 Corte A-A  
1 : 50



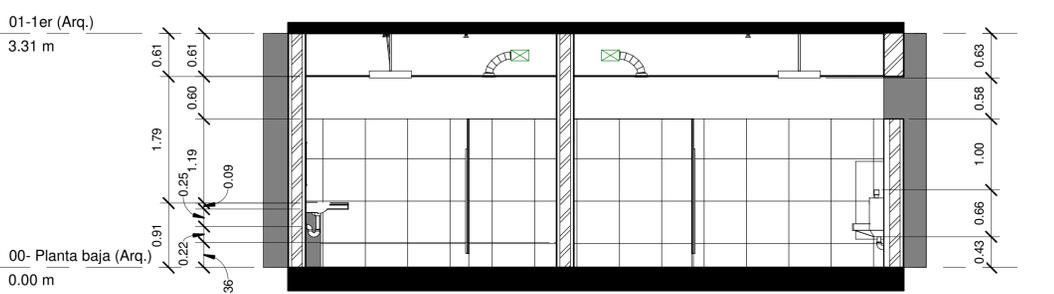
3 Corte B-B  
1 : 50



4 Corte C-C  
1 : 50



5 Corte D-D  
1 : 50



6 Corte E-E  
1 : 50

Cielo Falso	
Nivel	Área
<b>Baño Hombres</b>	
00- Planta baja (Arq.)	30.85 m <sup>2</sup>
<b>Baño Mujeres</b>	
00- Planta baja (Arq.)	25.21 m <sup>2</sup>
<b>Bodega</b>	
00- Planta baja (Arq.)	2.77 m <sup>2</sup>

Pilares		
Tipo	Longitud	Cantidad
C1 (60x62)cm	3.31 m	2
C2 (28x38)cm	3.31 m	1
C3 (21x22)cm	0.83 m	3

Muros	
Restricción de base	Área
<b>Acabado - Blanco</b>	
00- Planta baja (Arq.)	22.42 m <sup>2</sup>
<b>Acabado existente</b>	
00- Planta baja (Arq.)	258.08 m <sup>2</sup>
<b>Ceramica Blanca Motas</b>	
00- Planta baja (Arq.)	119.10 m <sup>2</sup>
<b>Ladrillo</b>	
00- Planta baja (Arq.)	129.04 m <sup>2</sup>
<b>Pintura Ext</b>	
00- Planta baja (Arq.)	80.31 m <sup>2</sup>

Contrapiso	
Tipo	Área
<b>00- Planta baja (Arq.)</b>	
Suelo-ext (e=30cm)	2.89 m <sup>2</sup>
Suelo-int (e=30cm)	70.71 m <sup>2</sup>
<b>01-1er (Arq.)</b>	
Suelo-int (e=15cm)	73.60 m <sup>2</sup>
<b>Total general: 3</b>	<b>147.19 m<sup>2</sup></b>

Meson	
Material: Nombre	Área
<b>Baño Hombres</b>	
Acabado existente	4.80 m <sup>2</sup>
Quarzo Negro	4.51 m <sup>2</sup>
<b>Baño Mujeres</b>	
Acabado existente	6.50 m <sup>2</sup>
Quarzo Negro	6.12 m <sup>2</sup>

Espejos	
Tipo	Cantidad
<b>Espejo</b>	
E1 (0.6x3.57)m	1
E2 (0.6x3.99)m	1
<b>Total general: 2</b>	

PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO				
Puertas				
Marca	Dimensiones	Cantidad	Posición	Modelo
<b>Baño Hombres</b>				
P1	0.94 m x 2.10 m	1	Exterior	MADERA
P2	0.60 m x 1.40 m	4	Interior	ALUMINIO
P3	1.00 m x 1.40 m	1	Interior	ALUMINIO
<b>Baño Mujeres</b>				
P1	0.94 m x 2.10 m	1	Exterior	MADERA
P2	0.60 m x 1.40 m	4	Interior	ALUMINIO
P3	1.00 m x 1.40 m	1	Interior	ALUMINIO
<b>Bodega</b>				
P4	0.80 m x 2.10 m	1	Exterior	MADERA

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**Análisis de la Madurez e Implementación de la Metodología BIM en la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL**

CONTENIDO:  
Plantas, Cortes y Tablas de Planificación Arquitectónicas.

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Miguel Chavez	Tutores de Conocimientos Específicos: - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Carlos Peréz Palacios - Luis Atencia Arrobo	Fecha de Entrega: 11/01/2022
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe	- Ing. Samantha Hidalgo	Lámina: 3/6	Escala: 1:50



1 Render 1 - Baño Mujeres - Edificio 9M - Planta Baja



2 Render 1 - Baño Hombres - Edificio 9M - Planta Baja



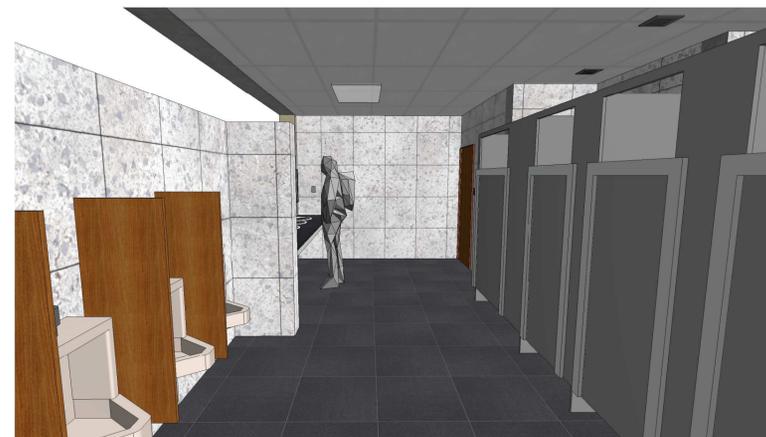
3 Render 2 - Baño Hombres - Edificio 9M - Planta Baja



4 Render 2 - Baño Mujeres - Edificio 9M - Planta Baja

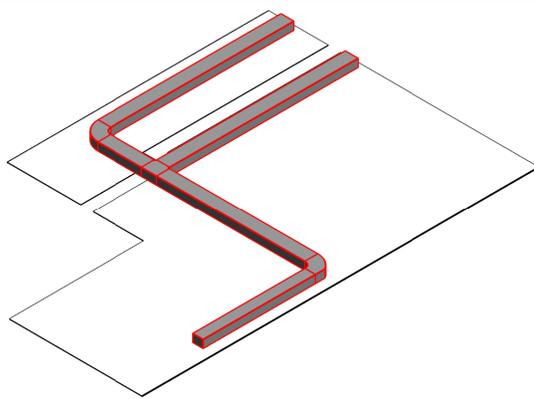


5 Render 3 - Baño Hombres - Edificio 9M - Planta Baja

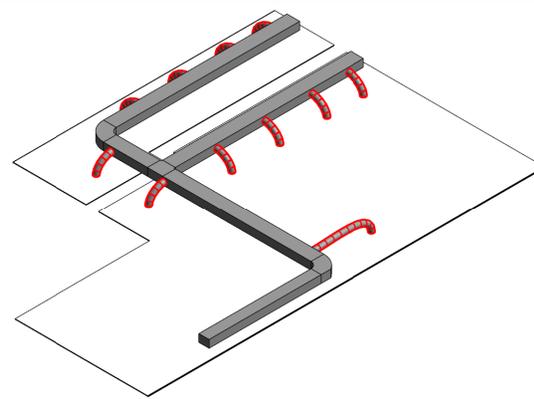


6 Render 3 - Baño Mujeres - Edificio 9M - Planta Baja

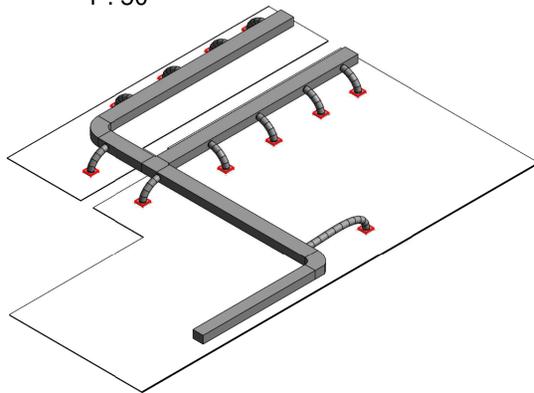
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Análisis de la Madurez e Implementación de la Metodología BIM en la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL</b>			
CONTENIDO: Renders de Baños del Edificio 9M - Planta baja.			
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Miguel Chavez	Tutores de Conocimientos Específicos: - Arq. Eunice Lindao - Ing. Samantha Hidalgo	Estudiantes: - Carlos Pérez Palacios - Luis Atencia Arrobo	Fecha de Entrega: 11/01/2022
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe		Lámina: 4/6	Escala: Especif.



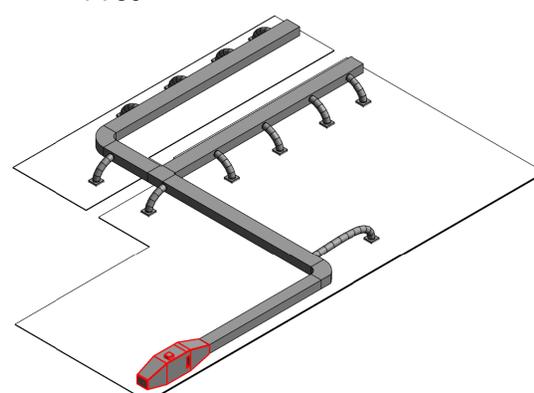
1 Detalle Extracción - Fase 1  
1 : 50



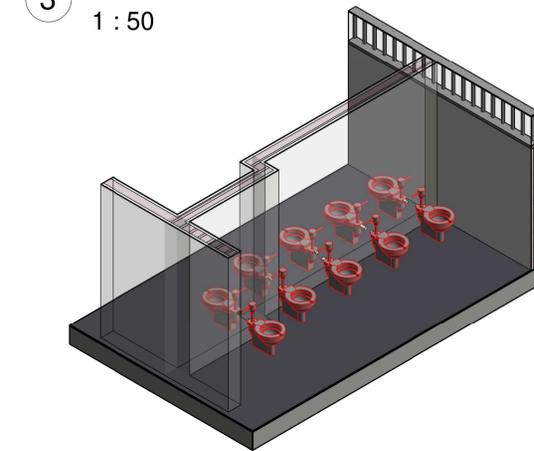
2 Detalle Extracción - Fase 2  
1 : 50



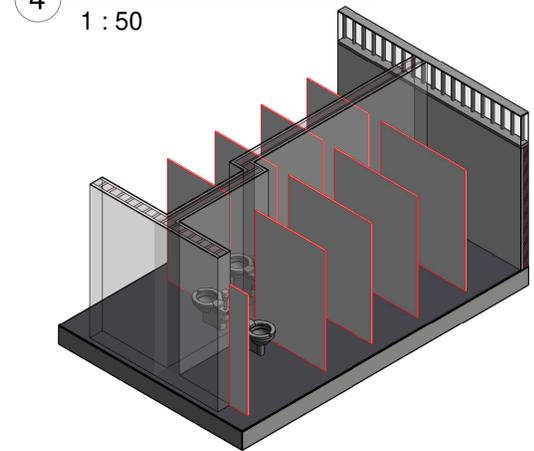
3 Detalle Extracción - Fase 3  
1 : 50



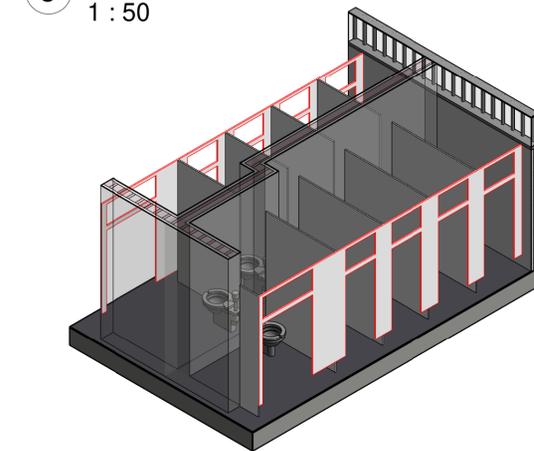
4 Detalle Extracción - Fase 4  
1 : 50



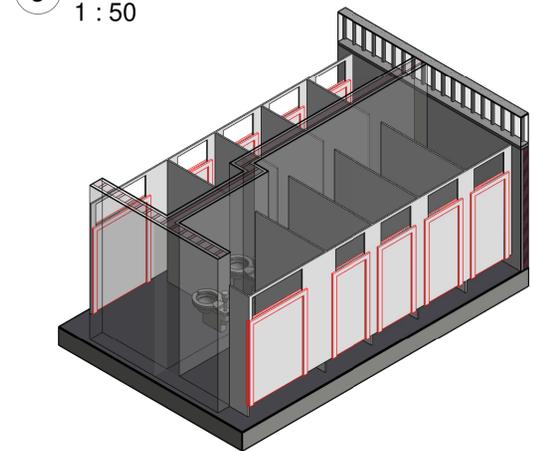
5 Detalle Cubículos Sanitarios - Fase 1  
1 : 50



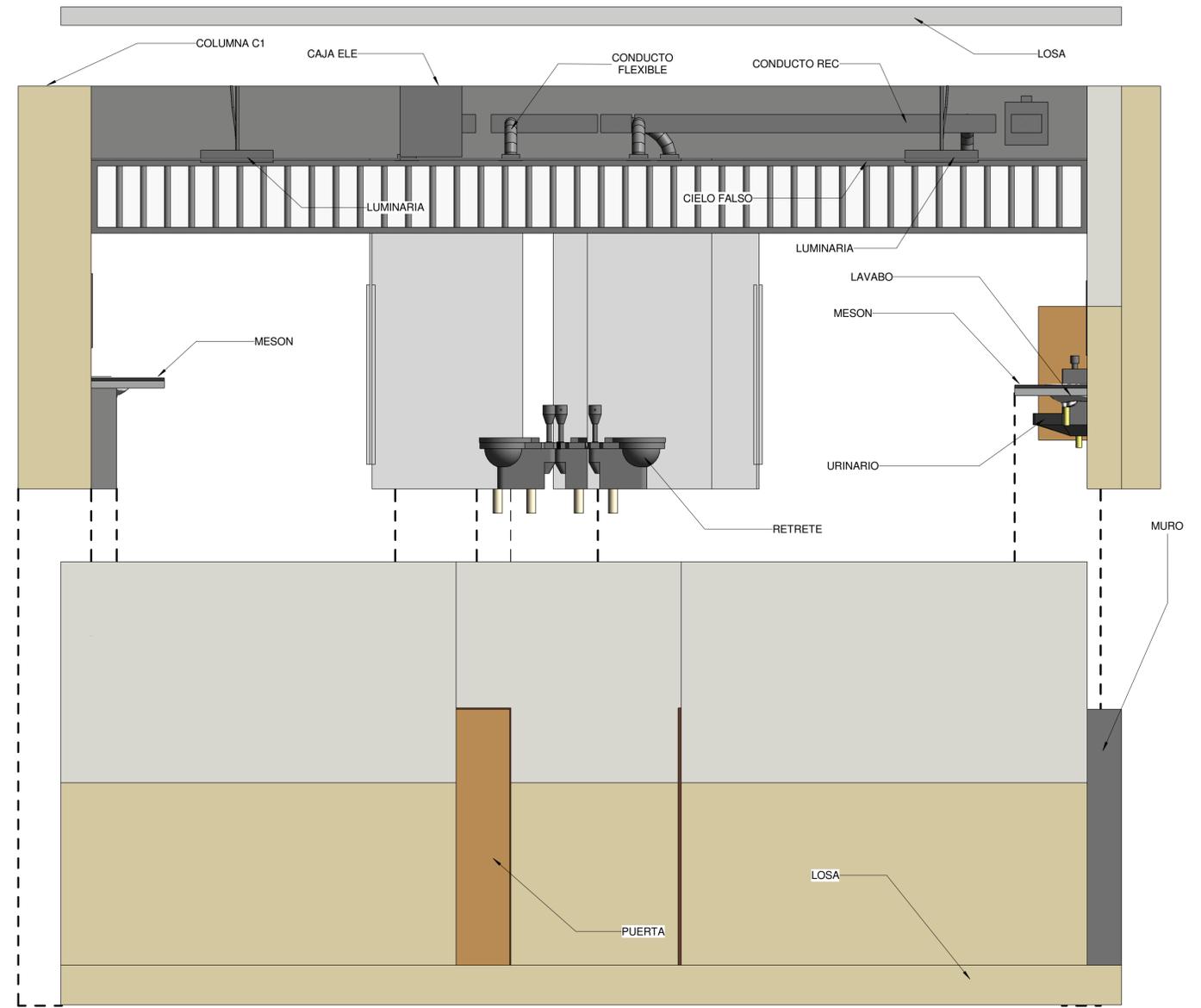
6 Detalle Cubículos Sanitarios - Fase 2  
1 : 50



7 Detalle Cubículos Sanitarios - Fase 3  
1 : 50



8 Detalle Cubículos Sanitarios - Fase 4  
1 : 50



9 Vista Constructiva - Baños - Edificio 9M  
1 : 25

Conducto Rectangular			
Tamaño	Anchura	Altura	Longitud
<b>Suministro de aire</b>			
254 mmx152 mm	254 mm	152 mm	13.53 m
<b>Total general:</b>			<b>6</b>

Conducto Flexible		
Descripción	Diámetro	Longitud
<b>Suministro de aire</b>		
Conducto flexible redondo	102 mm	5.71 m
<b>Total general:</b>		<b>11</b>

Uniones de Conducto	
Tamaño	Cantidad
<b>Suministro de aire</b>	
<b>M. Codo rectangular - Radio</b>	
254 mmx152 mm-254 mmx152 mm	2
<b>M. Te rectangular</b>	
254 mmx152 mm-254 mmx152 mm-254 mmx152 mm	1
<b>M. Transición rectangular - Longitud</b>	
356 mmx356 mm-254 mmx152 mm	2

	<b>PR1-ESPOL-ARQ-9M-GF-MO</b>
--	-------------------------------

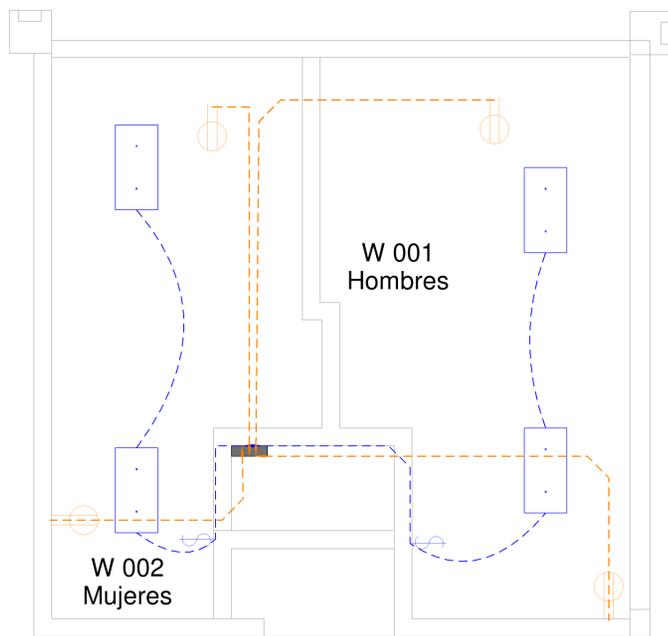
Aparatos Sanitarios	
Descripción	Recuento
<b>Baño Hombres</b>	
IS_Multisuite_V2001_BIM_ES	5
M_Sanitario - Válvula de descarga - Montado en suelo	5
M_Urinario - De pared	5
<b>Baño Mujeres</b>	
IS_Multisuite_V2001_BIM_ES	6
M_Sanitario - Válvula de descarga - Montado en suelo	5

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

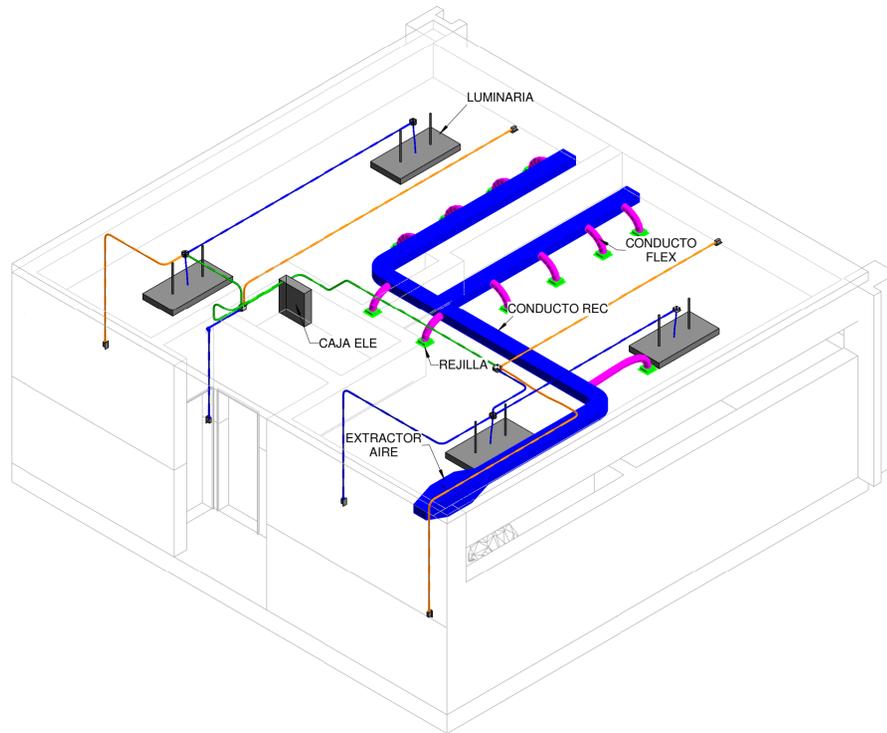
PROYECTO:  
**Análisis de la Madurez e Implementación de la Metodología BIM en la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL**

CONTENIDO:  
Fases y Vistas constructivas.

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Miguel Chavez	Tutores de Conocimientos Específicos: - Arq. Eunice Lindao - Ing. Samantha Hidalgo	Estudiantes: - Carlos Pérez Palacios - Luis Atencia Arrobo	Fecha de Entrega: 11/01/2022
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe			Lámina: 5/6
			Escala: Especif.



1 Circuitos Eléctricos  
1 : 50



2 Detalle 3D - Eléctrico y Extracción de Aire  
1:50

Circuitos Eléctricos		
Número de circuito	Voltaje	Nombre de carga
1	120 V	Toma de corriente
2	120 V	Toma de corriente
3	120 V	Toma de corriente
4	120 V	Toma de corriente
5	120 V	Iluminación - Unidad de vivienda
6	120 V	Iluminación - Unidad de vivienda

Luminarias		
Número de circuito	Tipo	Cantidad
5	600x1200 - 120V	2
6	600x1200 - 120V	2

Aparatos Eléctricos		
Número de circuito	Datos eléctricos	Cantidad
<b>M_Toma doble: Estándar</b>		
1	120 V/1-180 VA	1
2	120 V/1-180 VA	1
3	120 V/1-180 VA	1
4	120 V/1-180 VA	1

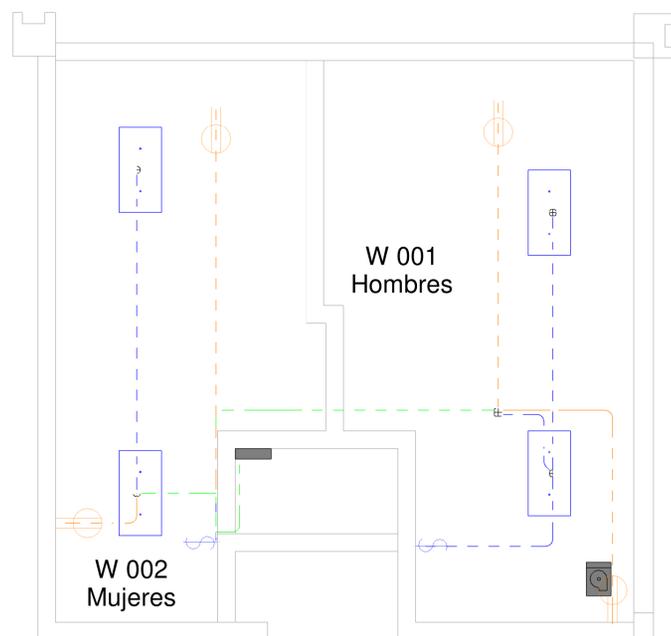
Dispositivos de Iluminación		
Circuito	Datos eléctricos	Cantidad
<b>M Interruptores de iluminación</b>		
5	120 V/1-0 VA	1
6	120 V/1-0 VA	1

Simbología	
Descripción	
	Lámpara LED 1.20 x 0.60
	Interruptor Sencillo
	Circuito de Luminarias
	Panel de Distribución
	Tomacorriente Doble 110v
	Circuito de Tomacorrientes
	Circuito Combinado

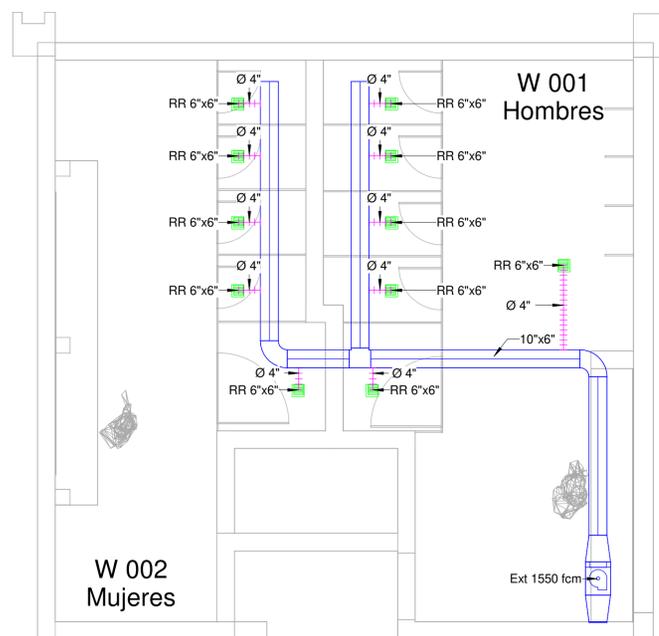
Simbología Eléctrica  
1 : 50

Simbología	
Descripción	
	Rejilla de Extracción
	Ducto de Extracción
	Extractor de Aire
	Conducto Flexible

Simbología Extracción de Aire  
1 : 50



3 Sistema Eléctrico  
1 : 50



4 Sistema Extracción de Aire  
1 : 50

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Análisis de la Madurez e Implementación de la Metodología BIM en la Gerencia de Infraestructura Física de ESPOL</b>			
CONTENIDO: Plantas y Vista de sistemas eléctrico y Extracción de aire.			
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Miguel Chavez	Tutores de Conocimientos Específicos: - Arq. Eunice Lindao - Ing. Samantha Hidalgo	Estudiantes: - Carlos Pérez Palacios - Luis Atencia Arrobo	Fecha de Entrega: 11/01/2022
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe		Lámina: 6/6	Escala: 1:50