



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de  
INGENIERO CIVIL**

“Implementación de la metodología BIM en una casa tipo unifamiliar de interés social con un área de 50.40 m2 utilizadas en la región Sierra centro del Ecuador”

Yépez López Francisco Xavier

Quito, Junio de 2022



## **DECLARACION JURAMENTADA**

Yo, Francisco Xavier Yépez López, con cédula de identidad # 040138381-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

D. M. Quito, 21 de octubre de 2022

---

Francisco Xavier Yépez López

Correo electrónico: [fxyepez.civ@uisek.edu.ec](mailto:fxyepez.civ@uisek.edu.ec)



## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“Implementación de la metodología BIM en una casa tipo unifamiliar de interés social con un área de 50.40 m2 utilizadas en la región Sierra centro del Ecuador”**

Realizado por:

Yépez López Francisco Xavier

Como requisito para la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Ha sido dirigido por el profesor

Luis Alberto Soria Núñez

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

FIRMA

Implementación de la metodología BIM en una casa tipo unifamiliar de interés social con un área de 50.40 m2 utilizadas en la región Sierra centro del Ecuador

Por

Yépez López Francisco Xavier

junio de 2022

Aprobado:

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial, Tutor

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

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

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

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

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

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

\_\_\_\_\_ día, mes, año

Primer Nombre, Inicial, Primer Apellido, Inicial.

Presidente(a) del Tribunal

Universidad Internacional SEK

## **Dedicatoria**

Este trabajo de titulación se lo dedico a Dios quien ha sido mi guía por el camino del bien, darme la fuerza para seguir adelante y no desmayar, enseñándome a poder sobrellevar los problemas, sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A mis padres Yanela y Ramiro ya que gracias a ellos tuve la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa universidad, sin su apoyo todo esto no sería posible, son mi motivación día a día para alcanzar mis sueños. De igual manera dedico este logro a mis hermanos Diego y Analy con quienes siempre nos apoyamos en todo y espero que se sientan orgullosos de este logro. Solo me queda agradecerles por la motivación que me dan día a día para poder superarme, gracias por ser mi motor en este camino con sus altos y bajos, gracias por cada gesto, palabra abrazo y consejo gracias por ser mi familia este logro es para ustedes y por ustedes.



## **Agradecimiento**

Agradezco desde lo más profundo de mi corazón a mi familia por el apoyo constante que me han dado durante mi paso por la universidad.

A la facultad de arquitectura e ingeniería civil de la Universidad Internacional SEK por abrirme las puertas a esta prestigiosa universidad y por guiarme en casa paso que di durante mis semestres. En esta facultad pude conocer a grandes amigos que han sido un apoyo durante esta etapa en mi vida,

A mis profesores que fueron un modelo a seguir y supieron comunicar todo su conocimiento y experiencia durante sus clases los cuales me motivaron sobre el futuro de esta grandiosa profesión y un agradecimiento al Ing. Luis Soria por darme la apertura para poder desarrollar este trabajo de titulación y guiarme durante mi último proceso dentro de la universidad.

## Resumen

El propósito del presente trabajo de titulación consta en implementar y aplicar la metodología BIM en dos de las cuatro fases que contiene un proyecto de construcción, las etapas a tratar son la planificación y diseño, utilizando normas y reglamentos chilenos como Plan BIM e ISO 19650 (1y2).

Se ha creado el formulario de implantación, su documentación y formatos requeridos, adicional se han elaborado mediante interoperabilidad la correcta distribución de toda la información.

Se generó una recopilación de información necesaria para dar paso a la correcta aplicación de la metodología. En el presente caso de estudio como primer punto y teniendo en cuenta los documentos y formatos necesarios para la estandarización de procesos se genera la “Solicitud de información BIM (SDI)”, un “Plan de ejecución BIM (PEB)” y un “Manual de entrega de información BIM (MEI)”. Todo esto se pudo lograr gracias a un flujo de trabajo el cual permite que toda la documentación sea revisada y en caso de presentar algún error sea corregida a tiempo. Como segundo punto se elaboraron los modelos BIM, en el presente caso de estudio, fueron necesarios 4 de los 9 modelos de acuerdo con estándares BIM, los cuales son modelo arquitectónico, estructurales, MEP y de coordinación. Estos modelos se realizarán con el software empresarial de Autodesk, como Revit y Navisworks Manager. Siguiendo el proceso BIM se crean los productos finales, como el tablero de programación y el plan.

Como último punto mediante todos los modelos enviados se lleva a cabo una sincronización BIM donde se identifica y genera un informe de conflictos, en el cual se podrá observar posibles errores y corregirlos antes de dar paso a la construcción de la obra.

*Palabras clave: BIM, TDI, SDI, VCD, PEB o BEP, MANAGER.*

## Abstract

The purpose of this degree work is to implement and apply the BIM methodology in two of the four phases that a construction project contains, the stages to be discussed are planning and design, using Chilean standards and regulations such as Plan BIM and ISO 19650 ( 1 and 2).

The implementation form, its documentation and required formats have been created, additionally, the correct distribution of all the information has been prepared through interoperability.

A compilation of necessary information was generated to give way to the correct application of the methodology. In this case study, as a first point and taking into account the documents and formats necessary for the standardization of processes, the "BIM Information Request (SDI)", a "BIM Execution Plan (PEB)" and a "Manual delivery of BIM information (MEI)". All this could be achieved thanks to a workflow which allows all the documentation to be reviewed and in case of any error, it is corrected on time. As a second point, the BIM models were elaborated, in the present case study, 4 of the 9 models were necessary in accordance with BIM standards, which are architectural, structural, MEP and coordination models. These models will be made using Autodesk enterprise software such as Revit and Navisworks Manager. Following the BIM process, the final products are created, such as the schedule board and the plan.

As a last point, through all the models sent, a BIM synchronization is carried out where a conflict report is identified and generated, in which possible errors can be observed and corrected before giving way to the construction of the work.

*Keywords: BIM, TDI, SDI, VCD, PEB o BEP, MANAGER.*

## Tabla de Contenidos

<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xvii</b>
<b>Capítulo 1: .....</b>	<b>19</b>
• Introducción .....	19
• Justificación .....	20
• Alcance .....	21
<b>Objetivos .....</b>	<b>22</b>
• Objetivo General.....	22
• Objetivos Específicos.....	22
<b>Capítulo 2: Marco Teórico.....</b>	<b>23</b>
• Industria de la construcción en el mundo .....	23
• Construcción en el Ecuador .....	23
• Uso de nuevas tecnologías en la construcción.....	25
• Metodología Tradicional.....	26
• ¿Qué es el BIM?.....	27
• BIM en la actualidad.....	28
• Comparativa BIM vs CAD. ....	29
• ¿Qué busca el cliente?.....	30
• ¿Qué necesita un proyecto BIM para lograr su objetivo?.....	31
• Diseño y Construcción Virtual (VDC) .....	31
<b>Ejes fundamentales del BIM .....</b>	<b>32</b>
• Acciones necesarias para implantar BIM .....	33

•	Implantación BIM.....	36
•	Elementos a tomar en cuenta en una implantación BIM .....	36
•	Evaluación de información preliminar .....	36
•	Estudios de auditoría y diseño .....	37
•	Supervisión durante la construcción.....	37
•	Cierre del proyecto .....	37
•	Características de implementación BIM en el proceso de elaboración de un proyecto....	37
•	Puntos por los cuales descataloga este tipo de inventaría de construcción: .....	38
•	Ventajas de la metodología BIM: .....	38
•	Ciclo de vida BIM de un proyecto.....	38
•	Estandarización internacional BIM.....	39
•	Documentación y configuración BIM .....	40
•	¿Qué es la Solicitud de información (SDI o EIR)?.....	41
•	Importancia del SDI.....	41
•	Solicitud de información en licitaciones en cláusulas administrativas. ....	42
•	Responsabilidad técnica.....	42
•	¿Qué información se puede solicitar al BIM manager?.....	42
•	Solicitud de información en licitaciones en prescripciones técnicas. ....	42
•	Condiciones de control .....	43
•	Situación estratégica .....	43
•	¿Qué es el Plan de Ejecución (PEB o BEP)? .....	44
•	Guía para la elaboración de una Plan de Ejecución BIM. ....	45

• Manual básico de entrega de información .....	46
• Interrogantes BIM para el correcto uso de la información. ....	49
• Usos y Objetivos BIM. ....	49
• • Objetivos y propósitos .....	49
• Relación entre etapas en un proyecto BIM. ....	54
• Estándares o Protocolos BIM.....	54
• Modelos de información .....	55
• • Espacio de proyecto BIM .....	55
• Tipos de modelos BIM.....	56
• Entidades de modelos BIM.....	58
• Tipo de Información (TDI) .....	58
• Nivel de Información (NDI) .....	60
• Estados de avance de información de modelos (EAIM).....	62
• Estrategias de elaboración e interoperabilidad. ....	65
• Estado de datos compartidos BIM .....	65
• BIM 4D: Programación de proyecto.....	66
• ¿Qué es el BIM 4D?.....	66
• Ventajas de la Programación BIM 4D .....	67
• BIM 5D: Control de costos. ....	68
• ¿Qué es el BIM 5D?.....	68
• Ventajas del BIM 5D .....	69
• Beneficios de Costes y Presupuesto 5D .....	69

- Planificación de un proyecto en sus etapas BIM 4D y 5D ..... 70
- Características Presupuesto y Costes BIM 5D..... 70
- La metodología BIM 5D permite..... 70

### **Capítulo 3: Implementación BIM al caso de estudio: “Casa tipo de interés social” .....71**

- PARTE 1: Documentación necesaria para el ente de regulación y la empresa constructora..... 71
- Trabajo de flujo e información ..... 71
- Aplicación de la información y elaboración de la documentación. .... 74
- Solicitud de información BIM (SDI). .... 74
- Plan de ejecución BIM (PEB)..... 92
- Información documentada y permisos del proyecto. .... 93
- Empresas Constructoras o contratistas participantes ..... 94
- Objetivo general y específico de uso BIM en el proyecto. .... 94
- Usos BIM ..... 95
- Modelos BIM ..... 96
- EAIM para cada entrega ..... 96
- Formatos y documentación solicitada..... 97
- Datos compartidos ..... 98
- Procedimiento de reuniones ..... 99
- Estructuración de modelos BIM y exportación de datos y nombre de los archivos. .... 100
- Entregables y modelos BIM..... 107
- Modelo de arquitectura. .... 107

• Modelo de estructura.....	108
• Paneles de fibrocemento. ....	108
• Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP). ....	109
• Modelo de coordinación. ....	110
• Planos.....	112
• Modelo arquitectónico.....	113
• Modelo MEP hidrosanitaria.....	114
• Modelo MEP eléctrico.....	115
• Tablas de planificación. ....	115
<b>Capítulo 4: Análisis y resultados .....</b>	<b>118</b>
• Conflictos entre modelos .....	118
• Modelo de arquitectura - Modelo de estructura.....	119
• Modelo de arquitectura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP) ..	119
• Modelo de estructura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP).....	120
• Análisis de modificaciones del proyecto .....	120
Conclusiones.....	121
Recomendaciones .....	122
• Se recomienda no hacer uso del presente trabajo de titulación ya que solamente es una base de la correcta implementación BIM, teniendo en cuenta que cada proyecto cuenta con distintos requerimientos.....	122

- Se recomienda trabajar con proveedores que cuenten con tecnologías BIM de esta manera se mejorara el proceso de modelamiento de proyecto, actualmente Plastigama y TecnoPIPE son empresas que cuentan con librería BIM en el país. .... 122
  - Se recomienda que antes de implementar la metodología BIM se realice una evaluación completa de los requisitos necesarios del proyecto para adaptar y modificar los estándares BIM según sea necesario. .... 122
  - Durante el presente trabajo se implementó la metodología BIM mediante un ciclo de planificar, implementar y mantener con sus distintos pilares. En el proceso de mantener se recomienda que, en una futura aplicación de la metodología en el caso de estudio, esta pueda ser elaborada en estructura metálica, con la cual se añadiría el uso de programas que faciliten su modelamiento, en la actualidad se cuenta con programas de la empresa Autosek llamados Advance Steel, la cual facilitaría la exportación de la estructura a Revit. Esta recomendación se la realizar debido a que sería una estructura de mejor calidad..... 122
- Referencias (APA).....124**
- Anexo A: Planos entregados por el MIDUVI..... 126
- Anexo B:.....133**

## Lista de Tablas

Tabla 1. Estándares internacionales relacionados.....	40
Tabla 2. Solicitud de información.....	41
Tabla 3. Relación de etapas BIM.....	54
Tabla 4. Entidades de modelos BIM.....	58
Tabla 5. Tipos de información.....	59
Tabla 6. Relación entre Usos y Tipos de información.....	60
Tabla 7. Niveles de Información.....	61
Tabla 8. Relación entre niveles de información y tipos de información.....	61
Tabla 9. Estados de avances de información del modelo.....	62
Tabla 10. Correlación EAIM – Modelos BIM.....	63
Tabla 11. Correlación EAIM - Entidades - NDI.....	64
Tabla 12. Trabajos de flujos e información.....	72
Tabla 13. Solicitud de Información BIM.....	74
Tabla 14. Desglose detallado de SDI.....	78
Tabla 15. Plan de Ejecución BIM.....	93
Tabla 16. PEB – Formulario 00.....	94
Tabla 17. PEB - Formulario 01.....	94
Tabla 18. PEB - Formulario 02.....	95
Tabla 19. PEB - Formulario 03.....	95
Tabla 20. PEB - Formulario 04.....	96
Tabla 21. EAIM para el proyecto vivienda de interés social.....	97
Tabla 22. Formulario 05.....	97

Tabla 23. PEB - Formulario 06.....	98
Tabla 24. PEB - Formulario 07.....	99
Tabla 25. PEB - Formulario 08.....	99
Tabla 26. PEB - Formulario 09.....	100
Tabla 27. PEB - Formulario 10.....	101
Tabla 28. PEB - Formulario 11.....	101
Tabla 29. MEI Modelo de arquitectura.....	102
Tabla 30. MEI Modelo de Estructura. ....	103
Tabla 31. MEI Modelo Hidrosanitaria.....	104
Tabla 32. MEI Modelo eléctrico.....	105
Tabla 33. MEI Modelo de coordinación. ....	106
Tabla 34. Planificación de puertas.....	116
Tabla 35. Cantidades de tuberías y tipo de tuberías.....	116
Tabla 36. Planificación de uniones de tuberías.....	117
Tabla 37. Modelo de arquitectónico-modelo estructural .....	119
Tabla 38. Modelo de arquitectura - Modelo mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP). .....	119
Tabla 39. Modelo de estructura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP). .....	120

**Lista de Figuras**

Figura 1. Madrid, 26 may. (Europa press) .....	23
Figura 2. Banco Central del Ecuador. Elaboración propia .....	24
Figura 3. Banco Central del Ecuador. Elaboración propia .....	25
Figura 4. Metodología Tradicional .....	27
Figura 5. Koala Architecture & Engineering. Elaboración propia .....	28
Figura 6. BIM en la actualidad. ....	29
Figura 7. Relación CAD - BIM.....	30
Figura 8. Necesidad del cliente.....	31
Figura 9. Diseño y Construcción (DVC) .....	32
Figura 10. Ejes fundamentales del BIM. ....	33
Figura 11. Acciones necesarias para implantar BIM.....	34
Figura 12. Fases de implementación BIM. ....	35
Figura 13. Hildebrandt Gruppe. Elaboración Propia .....	39
Figura 14. Elaboración de un plan de ejecución BIM .....	46
Figura 15. Manual de entrega de información básica BIM .....	48
Figura 16. Interrogantes BIM .....	49
Figura 17. Modelos BIM.....	57
Figura 18. Modelo de arquitectura.....	107
Figura 19. Modelo de estructura. ....	108
Figura 20. Paneles de fibrocemento.....	109
Figura 21. Modelo Hidrosanitario.....	109
Figura 22. Modelo eslectrico. ....	110
Figura 23. Modelo de coordinación.....	111

Figura 24. Detalle de modelo de coordinación #1. ....	111
Figura 25. Detalle de modelo de coordinación #2. ....	112
Figura 26. Entregables planos arquitectónicos. ....	113
Figura 27. Entregables planos hidrosanitarios. ....	114
Figura 28. Entregables plano de instalaciones eléctricas. ....	115

## Capítulo 1:

- **Introducción**

La industria de la construcción es una de las actividades más antiguas en las que se ha involucrado el ser humano. Debido a sus constantes innovaciones y la creación de nuevos softwares han permitido que la planificación y desarrollo de nuevos proyectos tengan mejoras en los resultados.

Al implantar la metodología BIM se busca reunir a todas las partes involucradas de un proyecto y proporcionar la información necesaria para el desarrollo de una obra, desde ingenieros, arquitectos hasta diseñadores y agentes de compras. Con lo antes mencionado se plantea la implementación de esta metodología en un proyecto inmobiliario de interés social, desde su etapa de planificación, diseño hasta la elaboración de su presupuesto, costes, programación, todo esto aplicando estándares internacionales BIM.

Esta metodología fue implementada por primera vez en el año de 1975 por el Prof. Charles M. Eastman en el uso de computadoras de dibujo para el diseño de edificios (Bruno Sanchez, Cristina Sanz, Asier Latorre, 2021), permite a las áreas técnicas involucradas en un proyecto contar con un trabajo de flujo colaborativo para elaborar modelos digitales únicos y una gestión de información necesaria para la planificación, diseño, construcción y operación, esto durante todo el ciclo de vida de la estructura (IAC, 2018). Los principales países como España con el Estadio Wanda Metropolitano que, con una tribuna dividida en tres niveles, formando tres anillos continuos, a excepción de la tribuna alta en el lado oeste y un aforo para 68 456, fue diseñada y elaborada bajo implementación BIM. En el 2021 el crecimiento en Europa y Asia según estudios tendría un 13%, en América del Norte un 12% y en el resto del mundo un 11%. Dados los precedentes para los países del primer mundo, ¿qué está pasando con los países en desarrollo tradicional donde las PYMES son reacias a dar un paso de transformación digital en la industria?, se desarrolló y aplicó en los capítulos la metodología BIM con estándares internacionales programas como Revit, Navisworks, para mostrar sus ventajas y beneficios.

- **Justificación**

El mundo de la construcción al estar en constante modernización ha desarrollado nuevos métodos y herramientas de trabajo, para así lograr mejora en los resultados. Dicho lo anterior, el presente trabajo de disertación en curso representa la implementación de una metodología la cual se encuentra en auge a nivel mundial debido a sus ventajas que proporciona antes de iniciar un proyecto, a través de una mejor planificación, disminución en sus tiempos, un presupuesto mejor elaborado, una fase operativa y de cooperación con todas las personas que se involucran en el proyecto en sus distintas fases.

Building Information Modeling o Modelado de Información (BIM) es un trabajo de flujo colaborativo y conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten planificar, controlar, programar y gestionar cualquier tipo de proyecto. Al comprender sobre los beneficios que puede aportar BIM en un proyecto, podemos comprender que es una metodología de trabajo que permite tener un mejor manejo y gestión de nuestra obra. Al ser una metodología que aporta grandes ventajas en el mundo de la construcción. Reino Unido, España, Estados Unidos, Inglaterra, China, Corea son países que actualmente cuentan con normativa y estandarización para la elaboración de grandes proyectos como los son: Estadio Wanda Metropolitano, Torre Shanghai, La Casa da Música de Oporto, entre otras. Esto permite entender que ya en varios países se tiene un amplio conocimiento sobre BIM, y que en otros países como son: Perú, Chile, Colombia se está experimentando esta metodología.

La industria de la construcción en el Ecuador en el año 2017 tuvo un incremento del 0,1%, a partir de ese año no ha presentado mejora según estadísticas del Banco Central del Ecuador (BCE). La caída de la inversión en obras públicas fue uno de los factores decisivos señalados por los representantes de la industria. El ajuste del gasto público para corregir los déficits presupuestarios afectó su desempeño. A pesar de sus grandes aportes a la economía, se ha comprobado que es baja en productividad. Según el estudio realizado por McKinsey & Company argumenta que por cada metro cuadrado de construcción por persona por hora en Chile y Estados Unidos se dice que la tasa era un 48 % más baja en 2011 (BIM Standards Committee, 2019). Esto nos indica que se necesita contar con un mejor control y planificación en proyectos de construcción, lo cual mediante la metodología BIM se busca dar a conocer las ventajas que aportan en la construcción.

- **Alcance**

El siguiente trabajo de disertación se basa en la implementación y aplicación de la Metodología BIM en sus etapas de: Modelo Tridimensional, Programación y Control de Costos. En el presente caso de estudio al ser un proyecto público, se tuvo que solicitar la información necesaria al Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) para de esta manera aplicar la metodología BIM, conocer sobre su aplicación y comparar sus resultados con respecto al método de construcción tradicional que se usa en el Ecuador.

La esencia del presente trabajo de investigación es mejorar la gestión de proyectos, lo que lleva a la elaboración de viviendas con un presupuesto más rentable, donde se podrá visualizar la planificación y ejecución de una casa tipo de interés social, en donde se busca evitar cualquier tipo de cambio en su modelo, presupuesto y cronograma; y en la etapa posterior a la inversión, considerar que el prototipo que se logre implementar en una casa sea un modelo para replicar en futuros proyectos.

Los siguientes documentos serán desarrollados y utilizados en todas las etapas del proyecto:

1. Modelado Arquitectónico: diseño arquitectónico, cuantía de acabados y materiales (construcción, revestimiento, yeso, pintura, pisos, puertas, ventanas, etc.) costos y presupuesto de referencia.
2. Modelado estructural: plano constructivo, cuantía de materiales y costos referenciales.
3. Modelado mecánico, eléctrico e hidrosanitaria: planos hidrosanitarios, eléctricos, cuantificaciones de materiales (tuberías, bombas, accesorios, aparatos sanitarios, cableado, canales, piezas eléctricas, etc.) y presupuesto referencial.
4. Modelado de coordinación: identificación posibles errores de diseño y construcción, elaboración de cronograma de obra.

Mediante los modelos y entregables se elaborará en base a los diseños finales de los campos de ingeniería correspondientes, en los que podremos cuantificar y crear lo que ha sido creación previa de forma organizada e inmediata haciendo uso de Revit.

Al finalizar el modelado, dado que sus elementos tendrán hasta NDI-2 (nivel de detalle de elementos del modelo), se obtendrá un resultado para cada uno de estos elementos. Estos patrones se vincularán entre sí para analizar y encontrar posibles discrepancias entre áreas técnicas.

## Objetivos

- **Objetivo General**

Aplicar la metodología BIM en la casa tipo unifamiliar de 50.40 m<sup>2</sup>, de interés social (MIDUVI) en la región sierra centro del Ecuador utilizando la normativa ISO 19650 para determinar el tiempo y costo del proyecto.

- **Objetivos Específicos**

- Generar un plan de ejecución BIM (PEB), solicitud de información BIM (SDI) y un manual básico de entrega de información BIM (MEI), mediante la aplicación de la norma ISO 19650 implementando la metodología BIM en sus diferentes etapas de la casa de interés social tipo unifamiliar con un área de 50.40 m<sup>2</sup>.
- Coordinar mediante interoperabilidad las distintas áreas técnicas mediante un diagrama de flujo con la finalidad de obtener un trabajo colaborativo óptimo y generando los 4 primeros modelos bajo normativa BIM.
- Comparar en términos de costos referenciales y tiempo de construcción mediante la modelación de costos, cronograma, etc. A través de un software bajo la metodología BIM y realizamos recomendaciones para futuros proyectos.

## Capítulo 2: Marco Teórico

- **Industria de la construcción en el mundo**

La construcción es una de las actividades más antiguas en el mundo y una de las más importantes por su gran aporte en la sociedad. Según estudios los primeros humanos en construir fueron los neandertales hace aproximadamente 175.000 mil años en donde levantaron círculos de piedras dentro de una cueva en Francia, a partir de este importante acontecimiento nació en el ser humano el interés sobre la construcción.

Con el pasar de los años esta industria y muchas más han ido evolucionando debido a sus constantes innovaciones en beneficio de la sociedad. En un principio sus viviendas eran construidas de materiales perecederos como son las piedras, ramas, hojas, pieles de animales. Tiempo después se comienza a dar uso de materiales más duraderos que fueron la madera, arcilla y piedra. Esto con fin de contar con un lugar más cómodo y seguro. Con el pasar de los años se empieza a dar paso a la construcción de ciudades, por lo tanto, se buscaba modificar sus técnicas constructivas y los materiales con los cuales elaboraban sus viviendas. En la actualidad es una de las industrias más grandes en el mundo por su aporte económico y por las plazas de trabajo que se pueden generar.



*Figura 1. Madrid, 26 may. (Europa press)*

- **Construcción en el Ecuador**

En el Ecuador la industria de la construcción es bastante importante por su aporte a la macroeconomía, sin embargo, durante los últimos años se ha visto afectada por varias razones

como es el crecimiento económico y la falta de liquidez. Es por esto que el sector inmobiliario, si bien no es un causante del desplome económico en el Ecuador, es una de las más visibles. Desde el año 2015 varias industrias en el Ecuador se vieron afectadas por la caída del petróleo, esto acarreado altos niveles de desempleo debido a que es una industria que aportan con grandes plazas de empleo, en aquel año representaba el 9% del PIB (Producto Interno Bruto). En el año 2021 la industria de la construcción bajo a un 7,60% del PIB, siendo esto un aproximado de 1300 millones de dólares que se aportó a la economía del país a inicios del 2021.



*Figura 2. Banco Central del Ecuador. Elaboración propia*

Debido al debacle que ha sufrido el sector de la construcción, se busca la manera de potenciarla desde el sector privado, lo cual es bastante favorable para el país y los miles de personas que dependen de un sustento para sus hogares.

Según datos estadísticos presentados por El Banco Central del Ecuador (BCE), muestra que el aporte económico que presenta el sector privado de la construcción es superior al del sector público, este comportamiento se ha reflejado en los últimos cuatro años consecutivos.

El capital de inversión es de \$26,908 millones, de los cuales \$18,440 millones son para el sector privado, lo que equivale al 68.5% del capital de inversión total del estado. Por su parte, las inversiones públicas que muestran su participación en la FBKF (Formación Bruta de Capital Fijo) aumentaron 0,2 puntos porcentuales, respecto a 2018, hasta el 31,5%.

Siendo así que el total que la FBKF (Formación Bruta de Capital Fijo) mantuvo en su estructura en el período 2016-2019, representando el 25,2% del Producto Interno Bruto (PIB) en promedio. (Ecuador, 2021)

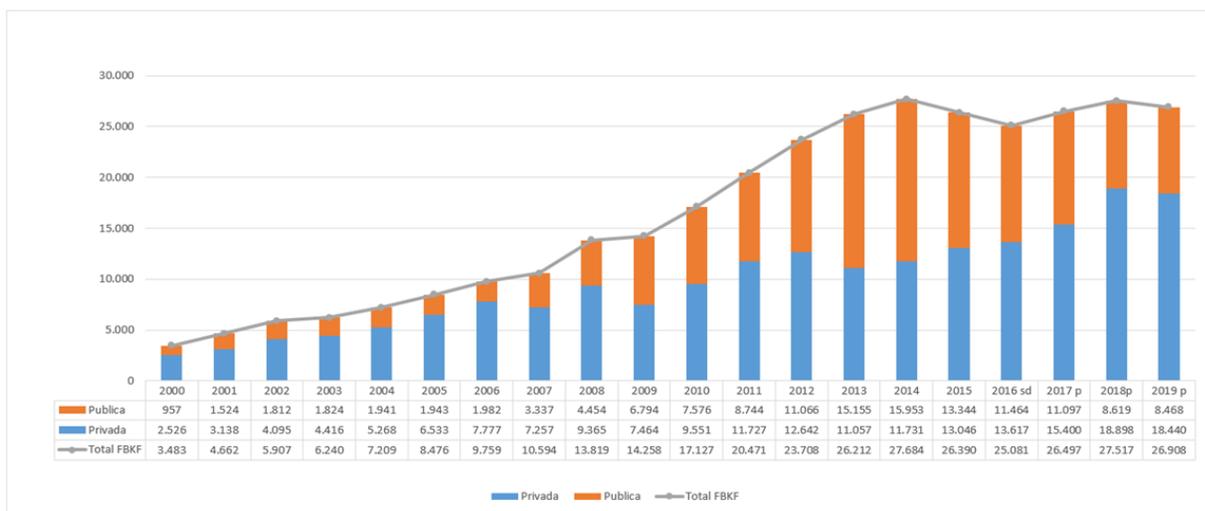


Figura 3. Banco Central del Ecuador. Elaboración propia

- **Uso de nuevas tecnologías en la construcción.**

Actualmente, los métodos tradicionales de gestión de procesos de desarrollo y construcción no son propicios para la inclusión de herramientas efectivas para reducir la incertidumbre y el riesgo de una iniciativa de desarrollo, al tiempo que aumentan la confiabilidad y precisión del logro de las metas. en términos de tiempo, costo y calidad. (Villena Manzanares, Francisco; Garcia Segura, Tatiana; Ballesteros-Pérez, Pablo; , 2019)

Según la AIA (Instituto Americano de Arquitectura) el 92% de proyectos poseen una falta de información según el diseñador, el 95% de construcciones no se terminan a tiempo por un déficit en la planificación, el 37% de material usado durante la construcción de una obra se convierte en desperdicios lo cual afecta en el coste del proyecto esto produciendo un que el 90% de proyectos terminan con un sobrecosto del 10% del total que se obtiene principalmente.

Teniendo en cuenta las estadísticas mencionadas por el AIA, se puede identificar que la industria de la construcción necesita implementar nuevas herramientas de trabajo con la finalidad de obtener mejores resultados durante su construcción y al concluir con esta.

Lograr resultados efectivos requiere que nos traslademos a un entorno digital global que abarque todo el ciclo de vida del proyecto (desde el inicio hasta el desmantelamiento) y que permita a todos los involucrados en el proceso integrado y colaborativo del proyecto. Para abordar este próximo paso en la gestión, diseño, control, construcción, operación y mantenimiento, existen métodos BIM que se han probado y utilizado con éxito en muchos países, algunos de ellos se han implementado. Hasta la unificación, se espera que en algún momento en el Ecuador suceda lo mismo.

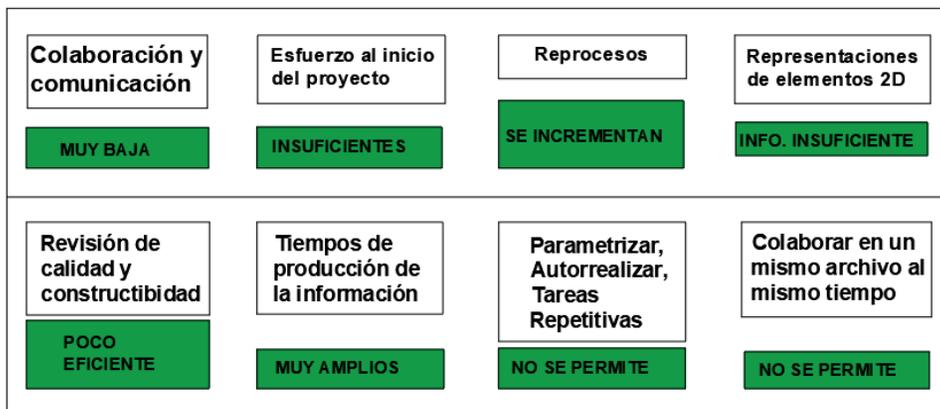
Es por eso que al realizar la implementación de la metodología BIM, se busca concientizar a las grandes empresas de la construcción, con la finalidad de hacer uso de nuevos métodos de trabajo colaborativos. Las empresas relacionadas con la construcción en todo el mundo están experimentando cambios tecnológicos a medida que BIM influye en nuevas formas de desarrollar, desarrollar y presentar proyectos. (Villena Manzanares, Francisco; Garcia Segura, Tatiana; Ballesteros-Pérez, Pablo; , 2019)

Además de contar con un trabajo colaborativo con las distintas áreas técnicas que se involucran antes de dar paso a la construcción de un proyecto, también podemos contar con un diseño en 3D que permite tener una primera impresión de cómo será nuestro proyecto y los distintos materiales que se usarán de preferencia con sus respectivas especificaciones técnicas.

- **Metodología Tradicional**

Durante varios años la industria de la construcción ha realizado uso del CAD, el cual permite al arquitecto realizar dibujos lineales, a diferencia de que BIM busca imitar lo real con sus propiedades.

- El sistema de construcción tradicional busca solamente dibujar planos.
- El método tradicional es un sistema de construcción estándar.
- En el sistema de construcción tradicional si presenta actualizar algún cambio, esté se lo debe realizar en todos sus dibujos.
- Existen soluciones de renderizado en el método tradicional, pero son complejas y, a menudo, necesita la ayuda de otro software.
- En método tradicional permite sacar volumetrías, pero de manera manual.



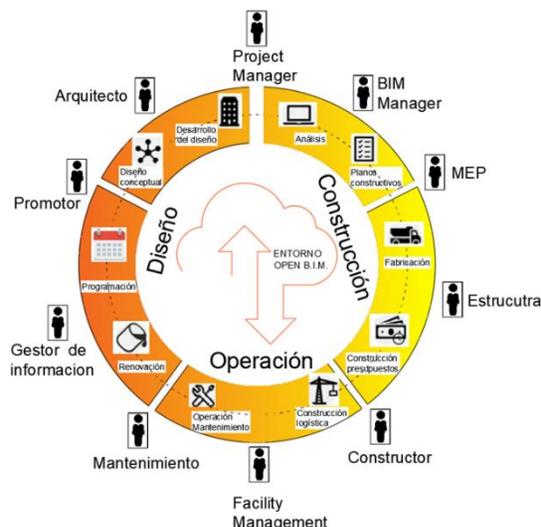
*Figura 4. Metodología Tradicional*

- **¿Qué es el BIM?**

BIM (Building Information Modeling) en castellano significa modelado de información de construcción es la implementación de una metodología o herramienta de trabajo, que permite contar con un trabajo colaborativo entre las distintas profesiones involucradas en un proyecto, todo esto con la finalidad de centralizar toda la información posible en un modelo en donde esté contará con todas las estandarizaciones y normativas que se necesita para implementar esta metodología.

El uso de esta metodología permite que durante su ciclo de vida se pueda contar con una planificación y control de esta desde su etapa de construcción hasta su demolición. Todo esto con la finalidad reducir tiempos y recursos en su diseño.

Es importante entender que BIM no hace referencia a un solo programa de modelado en 3D, sino es el conjunto de varios softwares en donde se cuenta con su estandarización y normativa como lo exige esta metodología. Los programas más usados para su implementación en su modelado se cuentan con ArchiCAD, Revit, Cype, Allplan, etc. Para analizar el coste y presupuesto de un proyecto se puede hacer uso de Presto Cost-It el cual nos permite tener una vinculación con Revit, además también se conoce de otros softwares como son el Cype, Itc TCQ – Presupuestos y condiciones Técnicas, entre otros. Esto hace referencia a una parte de lo que abarca BIM y las grandes cosas que se puede lograr al hacer uso de su metodología. (Koala, 2020)



*Figura 5. Koala Architecture & Engineering. Elaboración propia*

- **BIM en la actualidad**

A pesar de ser una metodología que ya tiene varios años de su existencia, a partir del año 2000 ha comenzado a tomar mucha más fuerza en su aplicación, debido al aporte que esta metodología puede aportar a un proyecto.

Adicional a esta nueva metodología existen nuevas capacidades, como la realidad virtual, la realidad aumentada y los sistemas de información geográfica. Además, el uso de drones, la introducción de robots en el proceso de construcción o gestión de infraestructuras urbanas. No podemos olvidar su aplicación a la gestión de ciudades inteligentes o la impresión 3D a pequeña o gran escala. Por lo cual todo esto se vuelve un complemento y permite mejorar en muchos aspectos más el rendimiento de un proyecto.

Actualmente la metodología BIM:

- Es una herramienta de trabajo colaborativo con mayor uso en el mundo.
- En los países como Reino Unido, Estados Unidos, China, se hace uso ya más de un 70% y se busca utilizarla en su totalidad.
- Con los días se busca no solamente hacer uso de esta metodología en el sector privado, sino también en la parte pública.
- El principio de un cambio en la construcción.



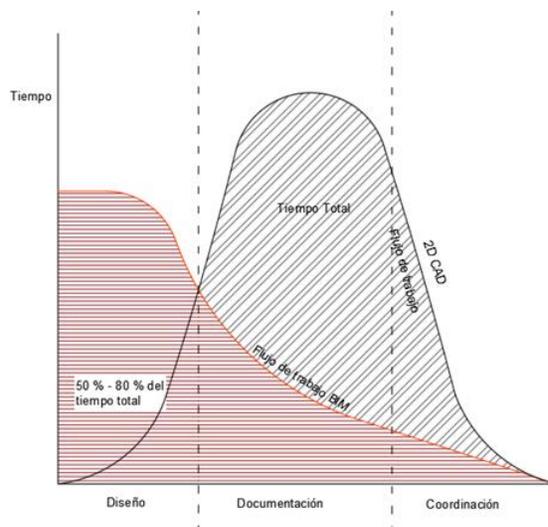
*Figura 6. BIM en la actualidad.*

- **Comparativa BIM vs CAD.**

El sistema CAD es un método del cual se ha hecho uso la sociedad durante varios años por su agilización y automatización del trabajo en sus procesos. CAD permite que el diseñador cuente con 2 tipos de softwares, el 2D y el 3D. El modelado 2D cuenta con dibujos técnicos bidimensionales, el cual cuenta con la integración de puntos, polígonos, líneas y arcos. El 3D permite tener una figura geométrica en tres dimensiones esto gracias a que cuenta con profundidad, ancho y altura.

A diferencia del CAD la metodología BIM permite no solamente un modelo 3D, sino también toda las especificaciones e información sobre cada etapa en su proceso de diseño, BIM abarca información desde lo arquitectónico hasta la parte ejecutiva y de gestión del proyecto.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado se puede decir que al hablar de CAD solamente se hace referencia a un programa de dibujo asistido por ordenador mientras que el BIM permite contar con una un modelo tridimensional, planificación, coste y presupuesto del proyecto, entre otras. (Brugarolas, 2016)



*Figura 7. Relación CAD - BIM*

La presente figura es una representación de qué tipo de proceso lleva uno del otro, BIM en un principio cuenta con una cantidad de tiempo más alta para su diseño y gestión del proyecto, a medida que se avanza se puede observar que sus tiempos reducen lo cual se convierte beneficioso en la etapa de construcción. CAD en un principio cuenta con un bajo tiempo debido al déficit de información con la que se cuenta.

- **¿Qué busca el cliente?**

En la industria de la construcción existen varios tipos de clientes, pero todos con los mismos objetivos al momento de poner en marcha su proyecto.

En la actualidad el cliente busca en una empresa constructora lo siguiente:

- Los clientes buscan ahorrar tiempo y reducir costos.
- Algunos clientes pueden encontrar interesante detectar problemas antes de que comience el trabajo.
- Facilidades para la operación y mantenimiento del edificio relacionadas con la información contenida en el modelo.
- Visibilidad de la construcción comercial.
- Será más fácil tomar la decisión de invertir o no.



*Figura 8. Necesidad del cliente.*

- **¿Qué necesita un proyecto BIM para lograr su objetivo?**

El método BIM puede resultar muy complicado si no tenemos una buena base sobre la que trabajar. Por ello, es muy importante tener los conceptos muy claros para desarrollar proyectos BIM de éxito. A continuación, te mostraremos las definiciones BIM más importantes que todo profesional que trabaje en esta metodología debe tener en cuenta:

- **Diseño y Construcción Virtual (VDC)**

Es un proceso virtual que hace uso de modelos digitales realizados mediante un software especial, con el propósito de simular el resultado final del proyecto antes de la implementación. Por otro lado, los términos "diseño" y "construcción" son dos pasos por los cuales puede afectar la calidad de un diseño. Los tres principios en los que se basa VDC son:

- Producto (resultado final del proyecto);
- Coordinación del equipo;
- Proceso de trabajo.



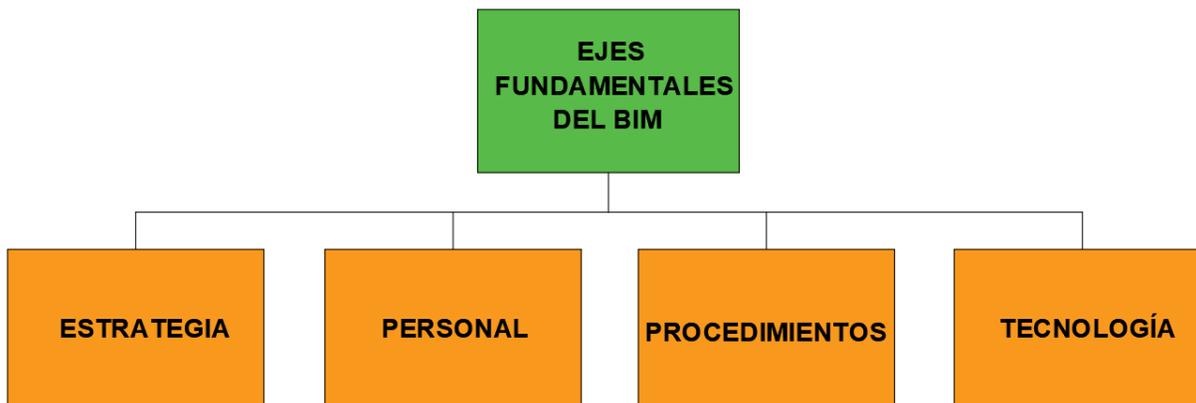
*Figura 9. Diseño y Construcción (DVC)*

Los 3 procesos mencionados anteriormente se aplicarán durante todo el proyecto en forma virtual con el cual permite lograr los objetivos planteados de una forma eficiente.

### **Ejes fundamentales del BIM**

El taboo que ha hecho presente varios años dentro de la industria de la construcción respecto al BIM es la creencia de que el BIM es un software lo cual es completamente incorrecto. Si lo comparamos con un iceberg el uso de un software solo sería la parte que sobresale por encima del agua que solo representa un porcentaje bajo, sin embargo, la parte oculta por el agua es la parte de la implementación de metodología que contempla la parte de la colaboración, gestión, información u nuevas tecnologías.

Para que una implementación BIM sea exitosa debe ser se debe enfocar en 4 ejes fundamentales que en conjunto logran los resultados que se encuentran en estudios realizados sobre esta metodología. Dichos pilares son:



*Figura 10. Ejes fundamentales del BIM.*

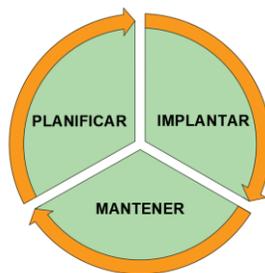
- Estrategia; La organización que desea implementar BIM debe formular una estrategia con un valor agregado al trabajo de las personas e incluir la difusión de como esto aumenta la competitividad de la organización.
  - Personal: Se debe definir la estructura organizacional y roles de cada individuo involucrado durante cada proceso del proyecto y los cuales deben estar capacitados en todos los temas correspondientes a su área.
  - Procedimientos: Se debe establecer cómo se va a realizar las actividades necesarias para crear o modificar servicios y productos mediante el BIM. Este pilar se ve en constante cambio conforme la empresa y los coordinadores BIM van mejorando procesos, formatos y metodologías de trabajo, seguimientos y control durante el proyecto.
  - Tecnología: Con el avance de la tecnología durante los años se necesita implementarla y aprovecharla máximo para obtener los resultados deseados y complementar los 3 pilares anteriormente explicados.
- **Acciones necesarias para implantar BIM**

A lo largo de la implantación del BIM se basa en 4 ejes fundamentas que se mencionaron anteriormente, sin embargo, dichos ejes deben ser usados durante 3 fases que consiste en planificación, implantación y mantenimiento.

Las personas encargadas de la implantación deben entender las ventajas y desventajas que conlleva todo este proceso por lo tanto en una organización se deben cumplir medidas en cada fase para lograr con éxito una implantación.

Podemos dividir cada fase en grupos de acción para ir controlando la implantación en una empresa.

- I. Planificar
  - a. Definir los beneficios de BIM
  - b. Planificar y priorizar acciones
  - c. Gestionar el cambio organizacional
- II. Implantar
  - a. Levantar y documentar procesos
  - b. Determinar la información
  - c. Implantar acciones BIM
- III. Mantener
  - a. Medir y controlar la incorporación y utilización de BIM
  - b. Gestionar la mejora continua



*Figura 11. Acciones necesarias para implantar BIM*

### **Fases de implementación BIM**

Todo el proceso BIM es un ciclo que busca la mejora y optimización de procesos conforme se vaya aprendiendo de los errores para obtener los mejores beneficios de la metodología.

En el siguiente esquema detallamos cada acción y como se van a emplear usando los 4 pilares del BIM

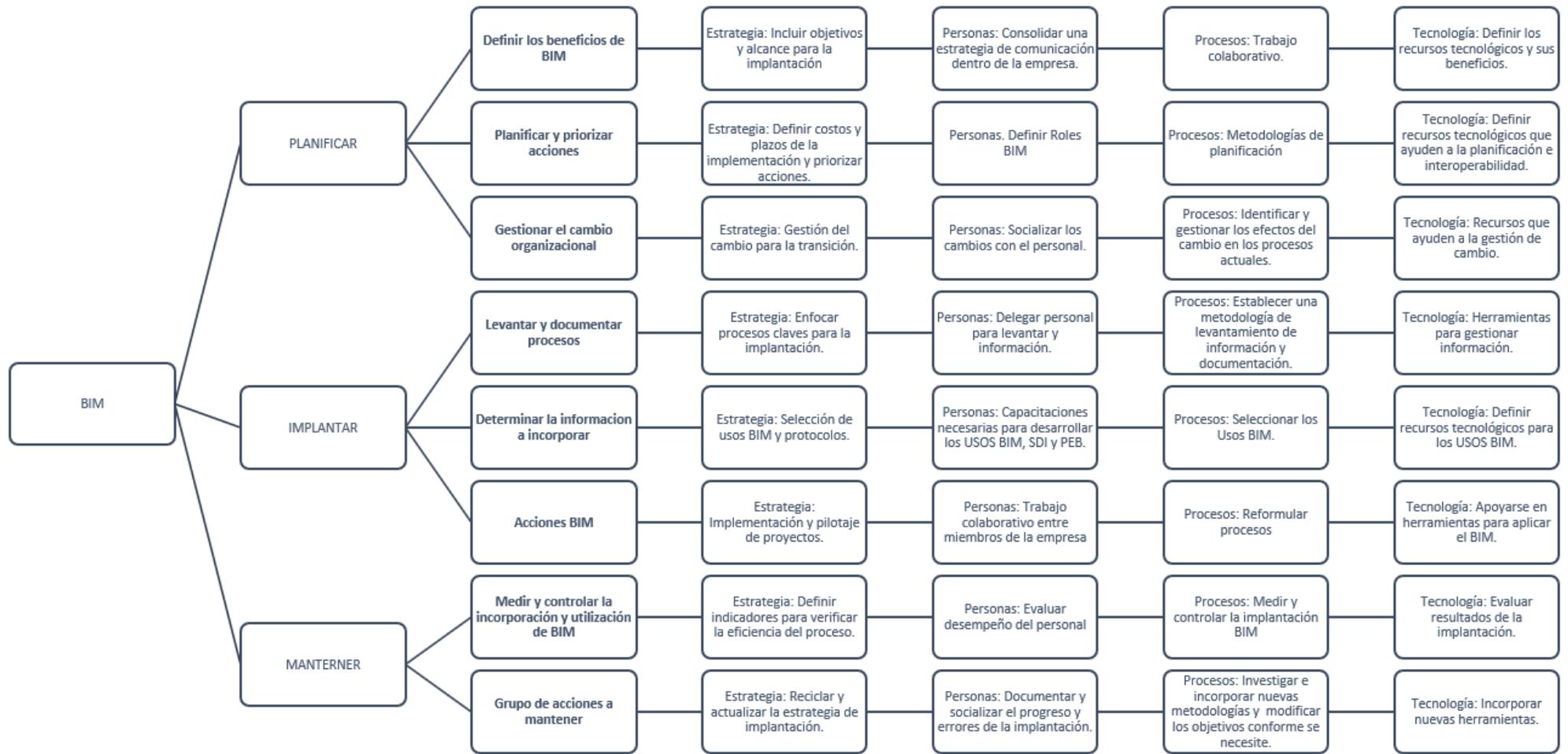


Figura 12. Fases de implementación BIM.

- **Implantación BIM**

La parte fundamental de implementar el enfoque BIM es diseñar correctamente los procesos y controlarlos. Su desarrollo es importante, al igual que el personal que los implementa. Es importante involucrar tanto al personal interno como a los expertos metodológicos y, por supuesto, a la dirección de la empresa. Pero es igualmente importante contar con un sistema de calidad o de control que apoye el desarrollo de la implementación ya que facilitan la estructura, el formato y los criterios. Los sistemas de calidad pueden ser soluciones específicas de la empresa o sistemas certificados. Además, es necesario utilizar recursos y logística. Las organizaciones con un sistema de calidad estarán en mejor forma, pero deben ajustarse a la metodología BIM. Un sistema de desempeño basado en la calidad puede ser certificado por un organismo de certificación registrado apropiado.

- **Elementos a tomar en cuenta en una implantación BIM**

- **Procesos:** aplicar procesos, actividades y procedimientos necesarios para desarrollar proyectos BIM consistentes con el logro de los objetivos planificados y la aplicación BIM seleccionada. Es necesario definir tareas para el seguimiento y gestión de procesos.
- **Recursos:** definir claramente la asignación del personal, la capacitación adecuada, la provisión de hardware (software BIM y accesorios, hardware calibrado) y la logística necesaria (computadoras, infraestructura adecuada y ambiente de trabajo).
- **Estructura organizativa:** definir y establecer la estructura de rendición de cuentas, el organigrama, la función BIM, la autoridad y el flujo de comunicación dentro de la organización.
- **Oficio:** Define procesos, bases de datos, estándares y normativas BIM, todo esto con la finalidad de tener información clara sobre todo el proyecto para de esta manera al momento de iniciar la obra, está sea breve y concisa en sus operaciones.

- **Evaluación de información preliminar**

En esta fase principal se realiza la revisión del cronograma planteado, costes, presupuesto, licitaciones y diseño.

- **Estudios de auditoría y diseño**

Se genera documentación para la aplicación, implementación y control de la metodología BIM, el PEB es la documentación donde se busca establecer un flujo de trabajo entre las distintas áreas técnicas, de esta manera definir objetivos y el uso que se le va a dar a la metodología. Adicional se realiza una revisión de los modelos para contar con información de calidad.

- **Supervisión durante la construcción**

Con los modelos se procede a la elaboración de una plantilla en Revit, los cuales contarán con una coordinación del proyecto.

- Edificación
- Aprobación por auditoría y supervisión.
- Desembolso
- Constructor
- Corte de obra
- Estatuto

Se crean los filtros de visualización apropiados y los tipos de informes necesarios se colocan en el plan. Se recomienda incluir imágenes en 3D, leyendas y tablas cuantificadoras. Con este modelo, se cuenta con un control estricto sobre el despacho. Al mismo tiempo, es necesario cargar el archivo de cronograma del proyecto para que se pueda vincular el cronograma con el archivo de Naviswork para elaborar una simulación de construcción en 4D. Este es un aporte esencial para que los grupos de trabajo eviten retrasos en los proyectos

- **Cierre del proyecto**

La auditoría es parte del proceso de desmantelamiento de un proyecto, ya que le permite realizar un seguimiento de la información a lo largo del proyecto. De igual forma, en esta etapa se elaborará el certificado de residencia exigido por la Ley.

- **Características de implementación BIM en el proceso de elaboración de un proyecto.**
  - ✓ Buen manejo de métodos, protocolos y documentos BIM.
  - ✓ Soporte técnico continuo, se busca proporcionar intercambio de conocimientos con el constructor para agilizar la implementación de la metodología BIM.

- ✓ Debe existir una comunicación continua y efectiva.
- ✓ La evaluación BIM no trata de crear obstáculos en un proyecto, sino de encontrar soluciones efectivas a los problemas que se presentan.
- ✓ El plan de auditoría BIM debe poder adaptarse al modelo de diseño y construcción de la obra.

- **Puntos por los cuales descataloga este tipo de inventaría de construcción:**

1. Mejorar el rendimiento del proyecto.
2. Reducción de costos al interferir con el diseño de ingeniería.
3. Reducción de tiempo de cálculo de cantidades y elaboración de presupuestos.
4. Organización de documentos del proyecto en la nube administrando roles y permisos entre las distintas áreas técnicas que intervienen en el proyecto de construcción.

- **Ventajas de la metodología BIM:**

- Disminución del costo total del proyecto.
- Coordinación técnica de proyectos, minimizando los sobrecostos incurridos por trabajos no previstos.
- Reducción de material durante la elaboración del proyecto.
- Avance del proyecto y visualización del diseño 3D.
- Costes y presupuesto establecidos, cumplimiento de plazos.
- Soporte técnico en obra para garantizar la máxima calidad.

- **Ciclo de vida BIM de un proyecto.**

Es importante poder conocer las etapas que cuenta este ciclo de vida debido a que permite conocer a una estructura desde su construcción hasta su demolición. BIM representa una evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en planos, ya que combina geometría (3D), tiempo (4D), costo (5D), ambiental (6D) y mantenimiento (7D). Es importante conocer el objetivo que se busca cumplir con cada una de estas es por eso que se detalla a continuación.

- **Información Geométrica 3D**

El modelo muestra la información de diseño del edificio y cualquier técnica relacionada para obtener una representación geométrica detallada de cada parte del edificio.

- **Planificación y control 4D**

La dimensión del tiempo le permite comprender y controlar la ejecución del proyecto a través de la simulación.

- **Costes y Presupuesto 5D**

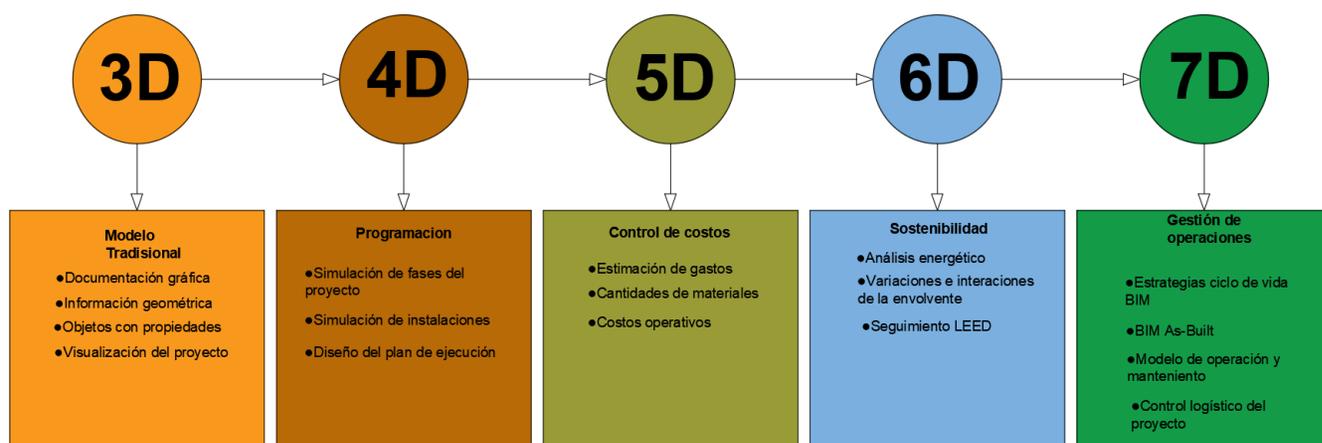
Incluye control de costos y estimación de costos lo que afecta directamente la rentabilidad del proyecto.

- **Sostenibilidad 6D**

Te permite entender el comportamiento del diseño, te permite crear variaciones sobre la caja, material, combustible, etc.

- **Mantenimiento 7D**

Permite la gestión del ciclo de vida del proyecto: desarrollo, pruebas, mantenimiento.



*Figura 13. Hildebrandt Gruppe. Elaboración Propia*

- **Estandarización internacional BIM**

La presente tabla es un resumen de los diferentes estándares, documentos y normativa existente en el mundo, permite la correcta implementación de la metodología. Mediante esta tabla se planea incorporar un mejor análisis de cómo se debe entregar la información, por ejemplo, Tipo de Información, Nivel de Información, Usos y Objetivos, entre otros.

Tabla 1. Estándares internacionales relacionados

Estándares internacionales relacionados			
En la siguiente tabla se indican los estándares internacionales utilizados en el presente documento:			
Tipo	Nombre	Estándar	Descripción
Base tecnológica	(IDM) Information Delivery Manual (ENG) Manual de entrega de información	ISO 29481-1:2016 ISO 29481-2:2012	Describe procesos
	(IFC) Industry Foundation Classes (ENG) Clases de base de la industria (ESP)	ISO 16739-1:2018	Transporta información / datos
	(BCF) BIM Collaboration Format (ENG) Formato de colaboración BIM (ESP)	buildingSMART BCF	Habilita la colaboración
	(IFD) International Framework for Dictionaries (ENG) Marco internacional para diccionarios (ESP)	ISO 12006-3:2007 buildingSMART Data Dictionary	Define términos
	(MVD) Model View Definition (ENG) Definición de vista de modelo (ESP)	buildingSMART MVD	Traduce procesos en requisitos técnicos
	(COBie) Construction Operations Building information exchange (ENG) Operaciones de construcción Intercambio de información sobre edificios (ESP)	BS 1192-4:2018	Transporta información / datos para operación
General	ISO BIM 1 Organización de información sobre trabajos de construcción, gestión de información utilizando modelado de información de construcción	ISO 19650-1: 2018	Describe los conceptos y principios de BIM
	ISO BIM 2 Organización de información sobre trabajos de construcción, gestión de información utilizando modelado de información de construcción	ISO 19650-2: 2018	Describe la fase de entrega de los activos
Base de Conceptos	Formulario de protocolo de información de construcción del proyecto	AIA Document G202-2013	Define cinco Niveles de Desarrollo (LOD)
	Especificación del nivel de desarrollo	Level of Development Specification BIM Forum USA	Define seis Niveles de Desarrollo LOD
	Guía de planificación de ejecución de proyectos versión 2.1	BIM Planning at Penn State	Define veinticinco Usos BIM
	Matriz de elementos / objetos del US Veterans Affairs VA BIM Guide Define tipos de información para cada entidad	VA BIM Guide	Define tipos de información para cada entidad
	Manual Básico de Entrega de Información (MEI)	BIM Basic Information Delivery Manual - version 1,0	Define 12 pasos para intercambiar información de manera estructurada
	Producción colaborativa de información de arquitectura, ingeniería y construcción - código de práctica	BS 1192:2007+A2:2016	Define las convenciones de nomenclaturas de archivos y carpetas

- **Documentación y configuración BIM**

Como se indicó en los objetivos y el alcance, los estándares y normativas en los cuales se basará el presente trabajo de disertación será en “Metodología BIM para proyecto público”, además se trabaja en conjunto con la norma ISO 19650 1-2. Mencionado lo anterior se presenta la documentación e información necesaria para la implementación en el siguiente capítulo.

- **¿Qué es la Solicitud de información (SDI o EIR)?**

La solicitud de información (SDI) es la recolección de toda información con la que cuenta el cliente y conocer sobre las necesidades de a donde se quiere llegar y cuáles son los resultados deseados por esta persona.

El SDI es el principal documento emitido para poder empezar con la implementación BIM. Teniendo en cuenta las necesidades del cliente en cada fase de la construcción en forma de modelado. Es muy importante redactar un Plan de Ejecución Bim.

*Tabla 2. Solicitud de información.*

<b>SDI</b>		
<b>TÉCNICO</b>	<b>ADMINISTRATIVO</b>	<b>COMERCIAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLATAFORMAS DE SOFTWARE</li> <li>• FORMATOS DE INTERCAMBIO</li> <li>• LOD</li> <li>• ENTRENAMIENTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTÁNDARES</li> <li>• ROLES Y RESPONSABILIDADES</li> <li>• SEGREGACIÓN DE DATOS</li> <li>• SEGURIDAD</li> <li>• COORDINACIÓN</li> <li>• COLABORACIÓN</li> <li>• SISOMA</li> <li>• DESEMPEÑO DE SISTEMAS</li> <li>• PLAN DE ENTREGA</li> <li>• ESTRATEGIA PARA ENTRGAS DE INFORMACIÓN DEL ACTIVO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PUNTOS DE ENTREGAS</li> <li>• PROPOSITOS ESTRATÉGICOS DEL CLIENTE</li> <li>• ENTREGABLES BIM DEFINIDOS</li> <li>• EVALUACIÓN ESPECÍFICA DE COMPETENCIAS BIM</li> </ul>

- **Importancia del SDI**

Solicitud de información (SDI) es la recopilación de datos entre el cliente y el BIM manager en donde se genera documentación que contiene estándares y normativas que el proveedor incluirá cómo para de la elaboración del proyecto.

Por tanto, a la hora de implantar BIM en sus etapas, además de considerar condiciones administrativas, técnicas, de calidad, etc., es necesario redactar estas especificaciones de acuerdo con los objetivos y aplicaciones BIM que se desean lograr, lo que se traduce en una serie de requisitos de comunicación (de acuerdo a la norma ISO 19650) se deben cumplir los proveedores interesados en seleccionar el cumplimiento del pedido propuesto y le agregan otros requisitos de la especificación, es decir, SDI.

- **Solicitud de información en licitaciones en cláusulas administrativas.**
- **Responsabilidad técnica**

La solicitud de información que a generalmente se incluye en los puestos administrativos, requiere que el proveedor forme un grupo de trabajo que incluya arquitecto colegiado (jefes de obra y equipo), arquitecto técnico (ejecutivo de construcción) y BIM manager.

- **¿Qué información se puede solicitar al BIM manager?**

- Los BIM Managers deben demostrar que cuentan con un BIM Manager especializado, un BIM Specialist, un BIM Technician, un BIM Coordinador o un programa de capacitación similar que incluya las habilidades mencionadas anteriormente, con un mínimo de 200 horas de capacitación como parte de uno o más cursos adicionales.
- El BIM manager debe estar de acuerdo con el modelo BIM cuando elabore un proyecto de construcción.
- El BIM manager debe acordar un modelo de los últimos 5 años al desarrollar un proyecto de construcción con una superficie de al menos 4.000 m<sup>2</sup>.

- **Solicitud de información en licitaciones en prescripciones técnicas.**

En esta sección de las especificaciones se muestra a los licitadores lo que esperan de la implementación de un método BIM. tales como: el SDI incluye:

- Se integra las definiciones de proyectos y los procesos de diseño con sus protocolos de manejo de proyectos, y se realiza un seguimiento de las actividades urbanas y de construcción comunes, tanto a nivel de renovación como de nueva construcción.
- Se busca facilitar la toma de decisiones y buscar opciones de diseño durante el proceso para propuestas de calidad, consideraciones de costes y procedimientos de construcción.
- Controlar y coordinar las diversas disciplinas en las etapas de diseño y construcción.
- Validación, verificación y gestión de proyectos.

Adicional a lo anteriormente mencionado se establecen objetivos y usos BIM.

Sin perjuicio de los casos de uso adicionales que pueda proponer el contratista, se enumeran los casos de uso clave que el propietario espera utilizar en el modelo BIM a lo largo de la vida del proyecto.

- ❖ Revisión de diseño: uso del modelado para la toma de decisiones, análisis espacial y arquitectónico de un edificio.
- ❖ Coordinación o detección de colisiones: detecta colisiones entre modelos de diferentes disciplinas para eliminar conflictos en tu trabajo.
- ❖ Control y planificación 4D: utilice el modelo para programar trabajos adaptando los procesos a la variable tiempo. Será realizado por el contratista.
- ❖ Costos y presupuesto 5D: utilice el modelo para controlar los costos en las diferentes etapas del proyecto: diseño, construcción, operación y mantenimiento.

- **Condiciones de control**

La condición de control busca establecer los estándares que se utilizarán para definir e implementar el proyecto, y cómo gestionar los procesos de coordinación y revisión.

- A menudo se incluye SDI para definir los estándares BIM que se incluirán en los requisitos.
- El SDI delega en el equipo de diseño la distribución de funciones relacionadas con la información de diseño y la gestión de modelos.
- El SDI determina cómo, dónde y cuándo se difundirá la información del proyecto.
- El SDI define el formato de intercambio de información.

- **Situación estratégica**

En este apartado se enumeran los requisitos mínimos que se exigirán a la hora de desarrollar un proyecto y trabajar:

- Por lo general, se configura el SDI para indicar el progreso de los elementos contenidos en el modelo, así como información LOD (Nivel de Desarrollo).
- Se hace uso del SDI para identificar las diferentes plataformas de software que se utilizarán para desarrollar el trabajo BIM.
- El SDI permite la identificación de dispositivos, distinguiendo si es necesario entre producción (simulación, orquestación de ruido, etc.) y procesos complejos (simulación, computación, nubes de puntos, etc.).
- SDI para definir la estructura del modelo tanto en las etapas de diseño como de construcción, teniendo en cuenta todos los principios internos y externos asociados con el modelo. (Eseverri, ESPACIO BIM, 2017)

- **¿Qué es el Plan de Ejecución (PEB o BEP)?**

El plan de ejecución (PEB) es la principal documentación que se genera cuando se empieza un proyecto, en este punto se definen las bases, estándares, normativas, objetivos y el alcance al cual se va a llegar con el proyecto. Todo este proceso es de suma importancia debido a que con una correcta interoperabilidad entre las distintas áreas técnicas se logra contar con un trabajo coordinado y coherente.

Teniendo en cuenta lo anterior el BIM manager debe elaborar el Plan de Ejecución BIM o PEB, teniendo en cuenta los requisitos de intercambio de información (EIR), en donde intervendrán todas las personas implicadas, constructor, cliente, etc. Es deber del BIM manager El BIM Manager es el líder y la persona encargada en revisar y corregir los posibles errores que se puedan generar en cualquier área de trabajo con la finalidad de realizar una correcta aplicación y uso del BIM.

Si se presentara una licitación, el cliente puede solicitar el Plan de Ejecución BIM o PEB de su proyecto:

- ✓ Documentación del concurso, incluyendo como criterio propio valorable técnicamente por medio de una formula.
- ✓ El momento de comenzar el proyecto.

Una vez concluido el Plan de Ejecución BIM (PEB) se entrega al cliente un Pre-PEB o PEB contractual como una primera documentación de toda la información de construcción del proyecto, una vez el cliente apruebe esta documentación, esta pasa a llamarse Post-PEB.

Adicional a lo antes mencionado es de vital importancia tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- Establecer un conocimiento básico de un plan de implementación BIM o PEB para que el proveedor pueda escribir el plan si es parte del equipo del cliente (jefe de proyecto).
- Se debe generar un plan de implementación BIM o PEB y coordinar la aplicación y el cumplimiento (para todos los principios y fases) si es parte de un equipo de proyecto (BIM manager).
- Se coordina la gestión de un subgrupo del proyecto con la finalidad de implementar y cumplir con la implementación BIM, esto ya que se deben cumplir con tareas subcontratadas como modelado y análisis de las áreas técnicas, este puede ser un proyecto corporativo o alguna gestión de instalaciones.

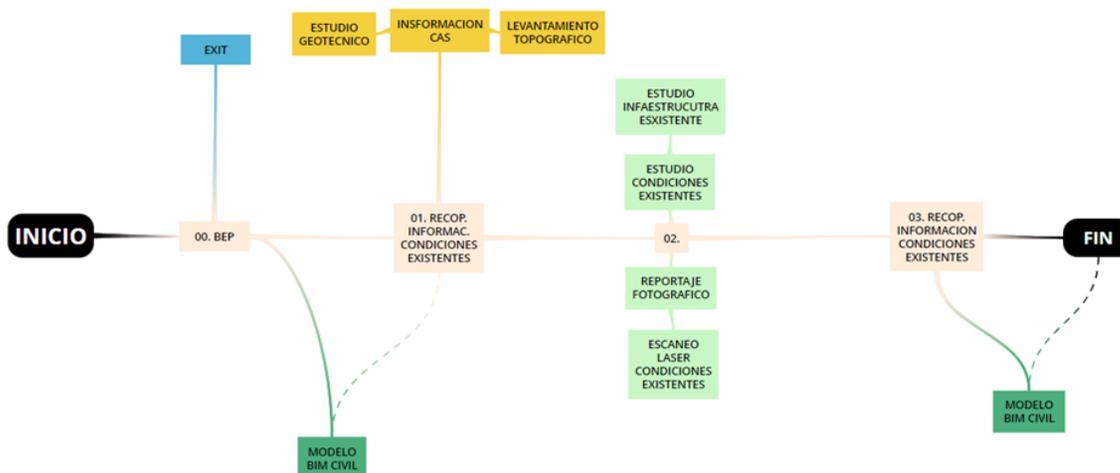
- Se genera parte de un equipo de proyecto y se debe seguir un plan de implementación BIM o PEB. (Eseverri, Espacio BIM, 2018)

- **Guía para la elaboración de una Plan de Ejecución BIM.**

Los 10 puntos siguientes son las recomendaciones que el BIM propone que sean aplicadas para la elaboración del PEB, cada una de estas están basadas en plantillas del PEB y además cuentan con sus respectivas instrucciones.

- ❖ Punto 1 (Plan de Ejecución): Según el Comité BIM, esta parte del plan de implementación BIM debe definir su propósito y alcance, así como el historial de cambios.
- ❖ Punto 2 (Proyecto): Esta sección del Plan de implementación BIM está diseñada para que cada empleado que necesite leer el PEB tenga la información necesaria del proyecto: identidad, hitos del proyecto, objetivos y requisitos del cliente BIM.
- ❖ Punto 3 (Usos del modelo): El Plan de Ejecución BIM describe todas las aplicaciones que se implementarán y se puedan asignar al modelo BIM, vinculando cada aplicación a la etapa en la que se encuentra el proyecto después de recibir el pedido. De esta forma, se creará un vínculo y alineación desde los objetivos del proyecto hasta las últimas aplicaciones, detalladas en el uso de BIM.
- ❖ Punto 4 (Entregables): La implementación de BIM enumera los resultados que mostrarán un nivel de detalle gráfico, así como un nivel de información no gráfico y se combinan como una tabla de desarrollo del modelo.
- ❖ Punto 5 (Estructura del modelo): La aplicación BIM define su estructura resultante, la matriz de interacción, el origen de las coordenadas utilizadas, el nivel de referencia y la configuración de la muestra.
- ❖ Punto 6 (Comprobación entregables): Esta parte del Plan de Implementación BIM incluye la metodología que se aplicará para garantizar que los resultados BIM sean consistentes con los descritos en las secciones sobre los objetivos BIM y los requisitos BIM del cliente.
- ❖ Punto 7 (Coordinación información): BIM identifica, dependiendo de la aplicación, el contenido que se incluirá en las transmisiones entregadas.

- ❖ Punto 8 (Oportunidades y riesgos): El propósito del BIM es identificar, categorizar impactos y desarrollar respuestas a cada uno de los riesgos que pueden resultar de incorporar la metodología BIM descrita en el PEB al juicio del proyecto.
- ❖ Punto 9 (Etapas BIM): Esta sección del plan BIM describe todos los procesos relacionados con BIM. Entender un proceso como un conjunto de actividades interrelacionadas realizadas para obtener un determinado producto, resultado o servicio. Cada proceso tiene insumos, herramientas y métodos que pueden ser aplicados.
- ❖ Punto 10 (Estándares): Se hace referencia a los estándares BIM utilizados para la modulación. (Eseverri, Espacio BIM, 2020)



*Figura 14. Elaboración de un plan de ejecución BIM*

- **Manual básico de entrega de información**

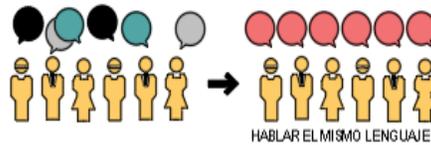
Las Directrices Básicas de Intercambio de Información permiten el intercambio sistemático y el intercambio de información a lo largo de la vida del proyecto. La guía que estamos por presentar durante la implementación de nuestro proyecto en la ciudad de Riobamba es una adaptación de un grupo de empresas de Holanda y BuildingSmart Benelux, y la guía es proporcionada por PlanBIM Chile (CHILE, 2022).



## MANUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN BÁSICA BIM (MEI)

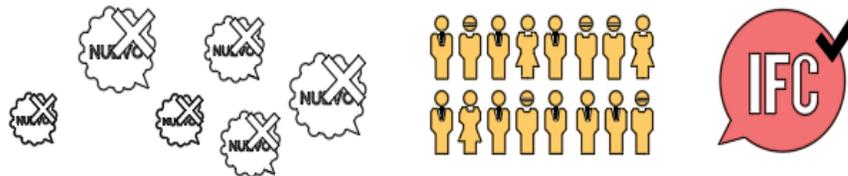
### 1. ¿POR QUÉ ESTAMOS COMPARTIENDO ESTA INFORMACIÓN SIN AMBIGUEDADES?

Para asegurar y reutilizar la información de manera más eficiente y efectiva



### 2. ¿CÓMO VAMOS A COMPARTIR ESTA INFORMACION SIN AMBIGUEDADES

El conocimiento y las experiencias prácticas han demostrado que existe un importante denominador común. No esta mas desarrollado algo nuevo, si no más bien utilizado estructuras existentes, basadas en openBIM IFC.



### 3. ¿QUÉ ESTRUCTURA UTILIZAREMOS?

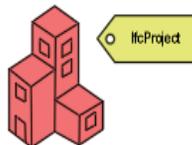
Los acuerdos enumerados a cotinuación ayudan a garantizar que cada parte involucrada siempre podrá encontrar y proporcionar la información correcta en el lugar concreto.

#### Lista de control del manual de entrega de información básica

#### 3.1 NOMBRE DEL ARCHIVO

- ✓ Asegurese de utilizar una denominación uniforme y coherente para los modelos (por disciplina) detras del proyecto

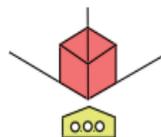
Ejemplo: <Edificio>\_<Disciplinas>\_<Componentes>



#### 3.2 POSICION Y DIRECCION LOCAL

- ✓ La posición local del edificio o infraestructura debe estar coordinada y cercana al origen.

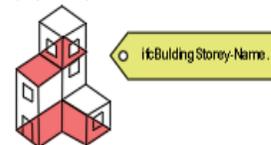
Consejo: usece un objeto fisico como punto de origen situado en 0.0.0 y exportelo tambien a IFC.



#### 3.3 NIVELES DE PROYECTO Y SU DENOMINACION

- ✓ Nombre los pisos o niveles del Modelo BIM solo como IfcBuildingStorey-Name.
- ✓ Asigne todos los objetos o componentes al nivel correcto.
- ✓ Diseño de un proyecto, asegurese de que todas las partes involucradas usen exactamente la misma denominacion, que esta se puede clasificar numericamente y tenga una descripción social.

Ejemplo 1: 00 nivel de acceso  
Ejemplo 2: 01 primer nivel



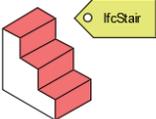
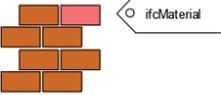
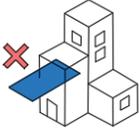
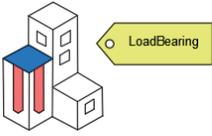
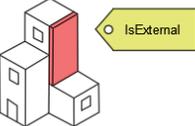
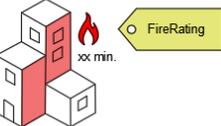
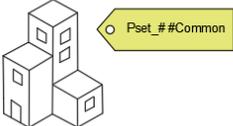
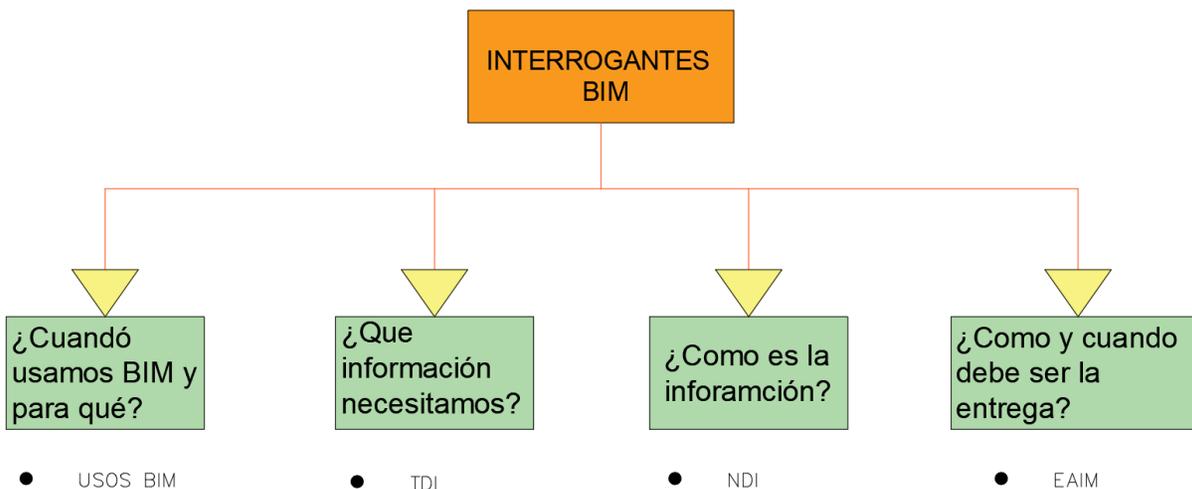
<p><b>3.4 USO CORRECTO DE LAS ENTIDADES</b></p> <p>✓ Utilice el tipo más apropiado de entidad BIM, tanto en la aplicación de origen como en la entidad de IFC.</p> <p>Ejemplo: losa = ifcSlab, muro = ifcWall, viga = ifcBeam, columna = ifcColumn, escalera = ifcStair, puerta = ifcDoor, etc.</p> 	<p><b>3.5 ESTRUCTURA Y DENOMINACIÓN</b></p> <p>✓ Estructure y nombre consistentemente los objetos.</p> <p>✓ Introduzca correctamente el tipo de objeto (ifcType, ifcObjctType o ifcObjectTypeOverride).</p> <p>✓ Cuando corresponda, introduzca también correctamente el Nombre (ifcName o NameOverride).</p> <p>Ejemplo: aislación de techo, tipo: fibra de vidrio.</p> 	<p><b>3.6 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN</b></p> <p>✓ plique el sistema de clasificación existente usando en el país.</p> <p>✓ Asigne a cada objeto el código que corresponda, del sistema de clasificación seleccionado.</p> 
<p><b>3.7 INDIQUE EL MAERIAL CORRECTO DE LOS OBJETOS</b></p> <p>✓ Asigne a los objetos una descripción de material (ifcMaterial).</p> <p>Ejemplo: Piedra caliza</p> 	<p><b>3.8 DUPLICADOS E INTERSECCIONES</b></p> <p>✓ No se permiten duplicados o intersecciones. Asegúrese de comprobarlo en IFC.</p> 	<p><b>JUNTOS APRENDEMOS A HABLAR EL MISMO IDIOMA</b></p> <p>Al denominar objetos, considere si el nombre cumple con los siguientes criterios.</p> <p>Verifiquelo y sepa qué información está compartiendo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Significativa</li> <li>✓ Clara</li> <li>✓ Comprensible</li> <li>✓ Consistente</li> <li>✓ Lógica</li> <li>✓ Reconocible</li> </ul>
<p><b>4. COMO PODEMOS ASEGURAR LA DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACION SOBRE LOS OBJETOS PARA SU FUTURO USO?</b></p> <p>La disponibilidad de la información sobre los objetos se asegura utilizando correctamente las propiedades y conjuntos de propiedades definidos en IFC.</p>		
 <p>Ejemplo: para vigas, las propiedades FireRating, LoadBearing y IsExternal forman parte de Pset_BeamCommon.</p>	<p>ifc conjunto de propiedades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Pset##Common; LoadBearing</li> <li>→ Pset##Common; IsExternal</li> <li>→ Pset##Common; FireRating</li> <li>→ .....</li> </ul>	<p><b>4.1 ELEMENTO DE CARGA</b></p> <p>✓ Asigne la propiedad LoadBearing a los objetos, cuando corresponda [Verdadero/falso]</p> 
<p><b>4.2 ELEMENTOS EXTERIORES</b></p> <p>✓ Asigne la propiedad IsExternal a los objetos, cuando corresponda [Verdadero/falso]</p> <p>Consejo: las caras interiores y exteriores de la fachada tienen la propiedad IsExternalTrue.</p> 	<p><b>4.3 RESISTENCIA AL FUEGO</b></p> <p>✓ Asigne la propiedad FireRating a los objetos, cuando corresponda</p> <p>Consejo: aplicar el estándar existente utilizado en el país correspondiente.</p> 	<p><b>4.4 PROYECTO ESPECIFICO</b></p> <p>✓ Defina qué propiedades IFC está utilizando para cada proyecto específico.</p> 

Figura 15. Manual de entrega de información básica BIM

- **Interrogantes BIM para el correcto uso de la información.**

El uso correcto de la información es de vital importancia para cumplir con los objetivos BIM es por eso que se realizan interrogantes propuestas por la metodología.



*Figura 16. Interrogantes BIM*

Cada interrogante es respondida con los componentes necesarios propuesto por el BIM y con estos lograr el alcance de la implementación en el proyecto propuesto.

- **Usos y Objetivos BIM.**

- **Objetivos y propósitos**

Es de vital importancia identificar cuáles son los objetivos que se busca lograr al implementar la metodología BIM en un proyecto, en la siguiente tabla se puede observar los propósitos y objetivos que se propone para hacer uso del BIM.

Propósitos

Objetivos

- Recopilar
- Muestra el estado actual de la construcción.
  - Cuantificación de elementos de construcción.
  - Recopilar información sobre el rendimiento de los elementos de construcción.
  - Caracterizar o definir el estado del elemento de trabajo.
- Crear
- ❖ Identificar la necesidad de elementos arquitectónicos.
  - ❖ Identificar la ubicación de los elementos estructurales
  - ❖ Identificar la escala y proporciones de los elementos arquitectónicos.
- Analizar
- Garantizar elementos estructurales eficientes.
  - Predicción del comportamiento de los elementos de construcción.
  - Verificar la exactitud de la información sobre el elemento estructurante.
- Transferir
- Crear representaciones realistas de elementos arquitectónicos.
  - Abarcar toda la información para que sea entendida por otras metodologías con aplicación BIM.
  - Representación simbólica de elementos de construcción.
  - Crear un inventario de elementos estructurales.

- Materializar
- Crear elementos arquitectónicos con la información recopilada.
  - Vincular o conectar diferentes elementos de una estructura.
  - Usar la información de los elementos para manipular físicamente las operaciones
  - Uso de la información de compilación para comunicar el rendimiento de las funciones.

## **Usos BIM**

### **Uso BIM 1. Modelado de las condiciones existentes**

Permite determinar las condiciones actuales y futuras de un sitio. Además, nos proporciona información sobre el impacto ambiental que puede generar un edificio, desde el diseño hasta la construcción y la vida útil.

### **Uso BIM 2. Medición y presupuesto de obra**

Permite controlar el modelo de costes de cada una de las fases del proyecto, su elaboración, operación y el mantenimiento.

### **Uso BIM 3. Planificación y control de obra**

Generar un modelo para poder planificar el trabajo configurando procesos con una variable de tiempo. El modelado 4D es una herramienta de comunicación y visualización muy útil que puede ayudar a los equipos de diseño a comprender mejor los hitos del proyecto y los planes de construcción.

### **Uso BIM 4. Análisis de emplazamiento**

Permite al modelo conocer la ubicación recomendada para una edificación o infraestructura en particular.

### **Uso BIM 5. Cumplimiento de normativa urbanística y utilización**

Identificar las características de diseño de acuerdo a los requisitos de acuerdo a los requisitos de la ubicación, buscando que sea precisa y eficiente. Hacer uso de de las normas de uso de una edificación. Este punto es de los principales y más importantes en la etapa de diseño.

### **Uso BIM 6. Revisión del diseño**

El contar con un modelo previo a su construcción permite la toma de decisiones en beneficio de esta y además conocer el espacio y arquitectura del edificio.

#### **Uso BIM 7. Validación de códigos**

Incluir códigos universales que puedan reconocerse por procesos industriales de construcción.

#### **Uso BIM 8. Certificado de sostenibilidad**

Mediante el modelo obtener la certificación LEED (Liderazgo de energía y diseño Ambiental) y así también contar con otro tipo de certificaciones de sostenibilidad.

#### **Uso BIM 9. Análisis de ingenierías**

Análisis y cálculos haciendo uso del modelo. Además, permite realizar estudios de estructuras, topográficos, eléctricos, sanitarios, entre otros.

#### **Uso BIM 10. Auditoría de diseño**

Permite al modelo BIM conectar y hacer uso de sus diferentes herramientas de análisis.

#### **Uso BIM 11. Coordinación**

Identificar entre los modelos las interferencias que se puedan presentar por las distintas áreas técnicas, permitiendo disminuir o eliminar los conflictos en la obra.

#### **Uso BIM 12. Control de ejecución de obra**

Permite a los modelos a organizar configuraciones y ubicaciones específicas de ciertos dispositivos en la instalación. Así también planificar los trabajos y tiempos para conocer la ubicación de cada equipo.

#### **Uso BIM 13. Fabricación digital**

Fabricación de elementos constructivos haciendo uso de información digital del modelo.

#### **Uso BIM 14. Diseño en fase de construcción**

Durante sus distintas fases de construcción se presentarán estructuras y elementos complejos por lo cual es recomendable hacer uso de su modelo previo a la elaboración.

#### **Uso BIM 15. Planificación e implementación en obra**

Configurar y gestionar el rendimiento en el sitio de los stands, guardarropa, equipo. También permite la rotación de empleados, etc.

#### **Uso BIM 16. Registro del modelo**

Identificar las condiciones físicas de los elementos estructurales, arquitectónicos e ingeniería. Presentación del modelo completamente ensamblado con instrucciones detalladas de uso y mantenimiento.

**Uso BIM 17. Plan de emergencia**

Es uno de los más importantes debido a que en caso de alguna falla estructural o un desastre natural es necesario contar un plan de evacuación o emergencia para de esta manera prevenir algún tipo de incidente, para poder así tomar decisiones rápidas y óptimas dependiendo la situación.

**Uso BIM 18. Gestión de espacios**

Gestionar y distribuir mediante él modelos los espacios de la edificación en función de las necesidades.

Usar el modelo para distribuir y gestionar los espacios del edificio en función de las necesidades reales, modificar usos de espacios, etcétera.

**Uso BIM 19. Gestión de activos**

Permite al modelo administrar el impacto financiero a corto y largo plazo de las modificaciones de edificios. Podrá controlar los costes de inversión de posibles modificaciones.

**Uso BIM 20. Análisis de los sistemas del edificio**

Medir el desempeño del edificio contra lo establecido en el diseño. Gestión de energía, análisis de iluminación, control de ventilación y más.

**Uso BIM 21. Programación de mantenimiento**

Tanto infraestructuras como edificios es importante establecer un programa de mantenimiento en beneficio de las personas que lo ocupen. (Eseverri, ESPACIO BIM, 2017)

- **Relación entre etapas en un proyecto BIM.**

*Tabla 3. Relación de etapas BIM*

	USO BIM	Investigación previa	Redacción	Elaboración	Mantenimiento
1	Simulación de condiciones existentes				
2	Costes y Presupuesto de proyecto o 5D				
3	Control y Planificación de proyectos o 4D				
4	Análisis de situación				
5	Cumplimiento de la normativ sobre urbanismo y usos				
6	Verificación modelo				
7	Verificación de códigos				
8	Comprobación de sostenibilidad				
9	Análisis de áreas técnicas				
10	Análisis estructural				
11	Análisis iluminación				
12	Análisis MEP				
13	Otra Análisis				
14	Auditoría del proyecto				
15	Clash detection				
16	Control eficiente del trabajo				
17	Producción digital				
18	Modelado en etapa de construcción				
19	Implantación y aplicación del proyecto				
20	Registro del modelo				
21	Plan de evacuación				
22	Administración de espacios				
23	Administración de activos				
24	Revisión sistemas del proyecto				
25	Manual para mantenimiento				

- **Estándares o Protocolos BIM.**

Los estándares BIM son pautas que una empresa establece antes de dar inicio a un proyecto, esto permite tener protocolos de trabajo óptimos en donde se obtendrá una correcta estructuración y definición de la información de las obras que se encuentren en desarrollo bajo metodología BIM, así como también la estandarización de los procesos de trabajo durante sus etapas.

### **Proceso de cooperación en entorno BIM**

El momento de elaborar una obra bajo la aplicación de la metodología BIM, la información y la interoperabilidad de información se debe gestionar con una organización segura y estructurada. En esta sección es importante contar con un Entorno Colaborativo (CDE): un espacio digital común, abierto y accesible a todos los miembros del grupo de trabajo para el intercambio de información de la obra.

El entorno colaborativo cuenta con cuatro secciones de información que son:

- **Sección WIP o Trabajo de desarrollo:** Es el área donde los miembros del equipo de proyecto o de la dirección de edificio desarrollan su trabajo.

- **Sección compartida:** Esta es el área donde los miembros del equipo de gestión del proyecto o construcción intercambian información.
- **Sección de publicado:** En esta sección es donde los integrantes del equipo del proyecto o la dirección de obra intercambian información con el cliente.
- **Sección de archivado:** La sección de almacenamiento de CDE se utiliza para almacenar información obsoleta o de reemplazo, además de modelos "post-build" (planos ejecutados) y AIM (modelos de información activos), este último para la gestión de activos.

En el entorno colaborativo se debe establecer:

- **Trabajos de flujo entre las diferentes secciones:** Se realiza una aprobación de procedimientos que permitan la transmisión de información entre las diferentes áreas técnicas.
- **Comprobación:** Modelo de información y criterios de validación para garantizar que los datos sean precisos, adecuados para su propósito y optimizados para su uso.
- **Comunicación:** La relación entre los grupos de trabajo es fundamental. Todas las áreas involucradas en el desarrollo del proyecto BIM deben estar al tanto de cualquier cambio en el modelo BIM, el plan de ejecución, etc.
- **Documentación:** Estructura de directorios; criterios de nomenclatura para archivos de proyecto, tipos en la familia de normas, familias de estilos, estilos en la familia de normas, materiales, planos, niveles, etc. (Ortega B. S., 2018)

- **Modelos de información**

- **Espacio de proyecto BIM**

La metodología BIM al momento de desarrollar un proyecto, es de vital importancia homogeneizar los criterios. Cada integrante podrá unirse al equipo en cualquier etapa del proyecto BIM sin perder comisión. Para un espacio de diseño, se deben establecer pautas para:

- Plataforma de software.
- Orientación
- Sistema de coordenadas.

- Unidades

#### Elaboración de modelos

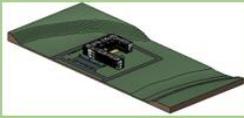
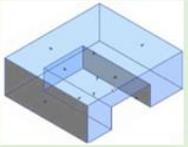
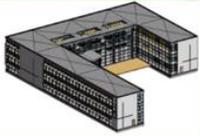
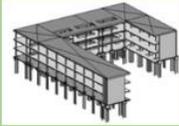
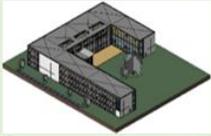
- LOD de los modelos en las diferentes etapas del proyecto y/o para diferentes componentes del modelo.
- En las herramientas de modelado BIM, si se genera una duda o incógnita se la puede resolver de muchas maneras. Se recomienda estandarizar los criterios para cada proyecto según la aplicación BIM establecida en el proyecto.
- Organización de la información.

#### Integridad de la información

- Diseño
- Interrupciones o interferencias
- Costes

- **Tipos de modelos BIM**

Se generan 9 modelos tridimensionales con la finalidad de tener una vista previa de un proyecto, para de esta manera clasificar la información ya que cada modelo es diferente y cuentan con objetivos específicos. En la tabla que se muestra a continuación se puede observar los distintos modelos y una representación gráfica de lo que representa cada uno.

MODELO BIM	
Sitio	
Volumétrico	
Arquitectura	
Estructura	
MEP (Mecánico, eléctrico, e hidrosanitario)	
Coordinación	
Construcción	
As - Built	
Operación	

*Figura 17. Modelos BIM*

- **Entidades de modelos BIM**

Un representación o entidad virtual es un objeto abstracto o físico que se representa de manera paramétrica, así como también un modelo tridimensional. Se proporcionan términos de información de ingeniería para cada oficio en función de los objetivos del proyecto.

*Tabla 4. Entidades de modelos BIM*

Modelos BIM	Entidades																			
	EJES	TERRENO	ELEMENTOS CIVILES	ELEMENTOS GEOGRAFICOS	CIMENTACIÓN	ZONAS/ ESPACIOS	COLUMNAS	VIGAS	LOSAS	MUROS	VENTANALES	PUERTAS	CUBIERTAS	CIELO FALSO	ESCALERAS / RAMPAS	EQUIPOS E INSTALACIÓN	MUEBLES	ESTRUCTURAS ESPECIALES	EQUIPAMIENTO Y TABLEROS MEP	DISTRIBUCIÓN Y TUBERÍAS MEP
SITIO		*																		
VOLUMETRICO		*				*														
ARQUITECTONICO	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
ESTRUCUTRA	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*			*		
MEP	*	*				*										*			*	*
COORDINACIÓN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*
CONSTRUCCIÓN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AS - BUILT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
OPERACIÓN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

En la siguiente tabla, además de mostrar ejemplos de entidades básicas en un formulario, dependiendo el tipo de proyecto se hará uso de cada una de las entidades, teniendo en cuenta las necesidades de las distintas áreas técnicas.

- **Tipo de Información (TDI)**

Los tipos de información o TDI basados en la norma ISO 16739 proporcionan parámetros 1722 que definen la información geométrica y no geométrica de los modelos computacionales para la implementación de BIM, sin embargo, los tipos de información TDI que se utilizarán en este trabajo son básicamente equivalentes. Además de las denominadas dimensiones BIM de estándares anteriores, forman un grupo de quince grupos de datos contenidos en los respectivos objetos del modelo. Se ordenan por información que se puede publicar durante la vida del proyecto. Estos TDI se basan en la matriz de objetos/elementos del Departamento de Asuntos de Veteranos de EE. UU.

Tabla 5. Tipos de información.

TIPO	DESCRIPCIÓN
TDI _ A	Información general del proyecto
TDI _ B	Propiedades físicas y geométricas
TDI _ C	Propiedades geométricas y de localización espacial
TDI _ D	Requerimiento específicos de información para el fabricante y/o constructor
TDI _ E	Especificaciones técnicas
TDI _ F	Requerimientos y estimaciones de costos
TDI _ G	Requerimientos energéticos
TDI _ H	Estándar sostenible
TDI _ I	Condiciones de sitio y medioambientales
TDI _ J	Validación de cumplimiento de programa
TDI _ K	Cumplimiento normativo
TDI _ L	Requerimiento de fases, secuencia de tiempo y calendarización
TDI _ M	Logística y secuencia de construcción
TDI _ N	Entrega para la operación
TDI _ O	Gestión de activos

Teniendo en cuenta los TDI y conociendo la descripción de cada uno, se podrá identificar el alcance planteado en un proyecto.

Tabla 6. Relación entre Usos y Tipos de información.

TDI	USOS BIM																											
		1.Levantamiento de condiciones existentes	2.Estimación de cantidades y costos	3.Plantificación de fases	4.Análisis del cumplimiento de programa espacial	5.Análisis de ubicación	6.Coordinación 3D	7.Diseño de especialidades	8.Revisión de diseño	9.Análisis estructural	10.Análisis lumínico	11.Análisis energético	12.Análisis mecánico	13.Otros análisis de Ingeniería	14.Evaluación de sustentabilidad	15.Validación de normativa	16.Plantificación de obra	17.Diseño de sistemas constructivos	18.Fabricación digital	19.Control de obra	20.Modelación As-Built	21.Gestión de activos	22.Análisis de sistemas	23.Mantenimiento preventivo	24.Gestión y seguimiento de espacios	25.Plantificación y gestión de emergencias		
TDI_A		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
TDI_B		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TDI_C		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TDI_D			*	*			*	*	*	*		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*			
TDI_E			*	*		*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	
TDI_F			*		*			*								*		*	*					*		*	*	
TDI_G				*	*		*	*		*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*
TDI_H							*	*			*		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*			
TDI_I		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*		*	*		*	*	*
TDI_J				*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TDI_K		*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TDI_L			*	*		*								*		*	*	*	*									
TDI_M			*	*		*			*			*				*	*	*	*	*	*	*					*	*
TDI_N																				*	*		*	*		*	*	
TDI_O		*																		*	*	*	*	*	*	*	*	

- **Nivel de Información (NDI)**

El método de presentación de información geométrica y no geométrica sobre objetos modelo se define como los niveles de información NDI utilizados en este trabajo, que son esencialmente equivalentes a los llamados Niveles de Desarrollo (LOD) y se basa en estándares desarrollados por el Instituto Americano de Arquitectos (AIA) y el Foro BIM de América. NDI es el nivel de granularidad, que es después de toda la información requerida contenida en los objetos que se encuentran en los modelos BIM y está directamente relacionado con el TDI.

Se introducirán seis niveles de NDI para crear objetos de modelo BIM. Explica que cuanto mayor es el nivel, mayor es el nivel de información en el tema, pero por supuesto llega a donde se necesita, es decir, lo proporciona el PEB. (Ortega A. S., 2016)



- **Estados de avance de información de modelos (EAIM)**

Conocer los estados de avance de información es un punto clave debido a que tanto el SDI y PEB se encuentran establecidos dentro de este, cada uno de estos estados se clasificará dependiendo del modelo a entregar. Teniendo en cuenta los diferentes tipos de estados, se debe entender que pueden no solamente contar con una entrega, todo depende del nivel de ejecución del proyecto.

En la tabla que se representa a continuación se observa que está dividida en cuatro estados de información: planificación, diseño, construcción y operaciones, los cuales se explicarán a continuación.

*Tabla 9. Estados de avances de información del modelo.*

Información de planificación	DC Diseño Conceptual	Fase inicial del proceso de diseño en la cual a partir de las especificaciones requisitos y necesidades del solicitante se establece el conjunto de tareas necesarias para obtener una solución al problema planteado
Información de Diseño	DA Diseño de Anteproyecto	Fase temprana del proceso de diseño, en la que se establecen los criterios generales de un proyecto, considerando los requerimientos y restricciones del solicitante, tales como normativos y legales.
	DB Diseño Basico	Fase en la que se preparan los criterios y especificaciones generales de los sistemas que considera el proyecto.
	DD Diseño de Detalle	Fase en la que se elabora la documentación específica de cada elemento del proyecto, mediante una descripción completa de la información necesaria para la fabricación y/o construcción de estos.
Información de Construcción	CC Coordinación de Construcción	Fase en la que se planifica el conjunto de actividades a ejecutar de un trabajo de construcción, ordenándolo de la manera más eficiente posible y planificado todas las acciones para su ejecución.
	CM Construcción, Manufactura y montaje	Fase de ejecución de las actividades planificadas en el terreno o fuera de el (off-site) que da inicio a las tareas de fabricación, tanto manuales como industrializadas.
	AB As - Built	Fase en la que se registra el proyecto tal como se ha construido realmente en el lugar, incluyendo los cambios de diseño ocurridos en el curso del trabajo. en esta fase se realiza la entrega de la información de la construcción, concluyendo el contrato de esta.
Información de Operación	PM Puesto en Marcha	Fase en la que se llevan a cabo las actividades de traspaso del activo al cliente, incluyendo también la información para el uso de esta como por ejemplo, las garantías de los equipos instalados. Esta información sirve también para el desarrollo de eventuales proyectos de remodelación o ampliación. Esta fase considera las pruebas de funcionamiento del activo.
	GM Gestión y Mantenimiento del archivo	Fase en la que se ejecutan las tareas de mantenimiento de acuerdo al programa de servicios del activo. Esto incluye las actividades enumeradas en la estrategia de traspaso, la evaluación posterior a la ocupación y la revisión de desempeño del proyecto.

Conociendo el nivel de desarrollo de un proyecto se presenta una correlación entre EAIM y modelos BIM en donde se observa que toda la información se irá desarrollando en un orden cronológico para así poder lograr los objetivos y cumplir con la entrega de los nueve modelos.

*Tabla 10. Correlación EAIM – Modelos BIM.*

EAIM	MODELOS BIM	Sitio	volumetrico	Arquitectura	Estructura	MEP	Coordinación	Construcción	As- Built	Operacion
	Información de planificación	DC	•	•	•	•	•			
Información de diseño	DA	•	•	•	•	•	•			
	DB	•	•	•	•	•	•			
	DD	•	•	•	•	•	•			
Información de construcción	CC						•	•		
	CM							•		
	AB								•	
Información de operación	PM								•	•
	GM									•

Tanto los estándares como las normativas se relacionan debido a que se encuentran dentro de la metodología BIM, sea la correlación a la que se presente durante las diferentes etapas de un proyecto se presentarán de orden lógico. Dependiendo el EAIM las entidades contarán con su máximo nivel de información teniendo en cuenta la etapa, con la finalidad de contar con datos específicos del proyecto para así contar un enfoque con respecto al tiempo de recolección de información para las distintas etapas y así poder aplicar a los objetivos que se han planteado.

Tabla 11. Correlación EAIM - Entidades - NDI

EAIM	ENTIDADES	EJES	TERRENO	ELEMENTOS CIVILES	ELEMENTOS GEOGRAFICOS	CIMENTACIÓN	ZONAS / ESPACIOS	COLUMNAS	VIGAS	LOSAS	MUROS	VENTANALES	PUERTAS	CUBIERTAS	CIELO FALSO	ESCALERAS / RAMPAS	EQUIPOS E INSTALACIÓN	MUEBLES	ESTRUCTURAS ESPECIALES	EQUIPAMIENTO Y TABLEROS MEP	DISTRIBUCIÓN Y TUBERIAS MEP
		Información de planificación	DC	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1
Información de diseño	DA	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1
	DB	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 1	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2
	DD	NDI - 3	NDI - 2	NDI - 3	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 3	NDI - 3
Información de construcción	CC	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 4
	CM	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 5
	AB	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 5	NDI - 5	NDI - 5	NDI - 5
Información de operación	PM	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 6	NDI - 5	NDI - 5	NDI - 6	NDI - 6
	GM	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 6	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 6	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 6	NDI - 6	NDI - 6	NDI - 5	NDI - 4	NDI - 6	NDI - 5	NDI - 5	NDI - 6	NDI - 6

Fuente: PlanBIM

- **Estrategias de elaboración e interoperabilidad.**

Contar con un correcto trabajo de flujo o interoperabilidad con las distintas áreas técnicas involucradas en un proyecto, incluyendo al contratista y cliente es de mucha importancia para saber a dónde se quiere llegar en el proyecto, de esta manera se contará con calidad y seguridad en la información, diseño y formatos empleados. BIM cuenta con plataformas o sistemas que permite que toda la información se lo tenga de manera digital o física, esto aporta con 3 características importantes que son:

Elaboración de modelos BIM de forma unificada y centralizada.

Contar con un óptimo intercambio de información de documentos y modelos.

Formatos en donde realizar comentarios o revisiones de cada modelo.

Las plataformas que comúnmente se usan para guardar toda la información de manera digital mediante una nube son: OneDrive, Dropbox o también se hacer uso de la nube de Autodesk. En el presente trabajo de titulación se utilizó OneDrive por su fácil uso y acceso.

- **Estado de datos compartidos BIM**

Según la norma ISO 19650 parte 1 y 2 se estandariza la estructura del Entorno Común de Datos, de esta manera se contará con un correcto trabajo colaborativo con las distintas áreas técnicas involucradas.

- Procedimiento del trabajo: Documentación que se encuentra en elaboración para así poder contar con la colaboración con las personas involucradas en el proyecto.
- Difusión: Documentación apta a ser compartida con las distintas áreas técnicas, adicional es posible realizar cambios de manera automatizada para de esta manera no afectar su proceso.
- Publicado: Documentación final.
- Archivos: Documentación a ser reemplazada o en ciertas ocasiones eliminada.

- **BIM 4D: Programación de proyecto.**

La elaboración de un cronograma y estimación del tiempo para las distintas actividades que se presentarán en la construcción del proyecto es de vital importancia para optimizar recursos durante las diferentes etapas.

El método tradicional para la elaboración de un cronograma de obra se basa en la creación de un cronograma mediante diagramas de Gantt o Pert que son los más utilizados, sin embargo, al ser métodos tradicionales no incluye la reducción, gestión y reorganización del tiempo de las tareas de manera abierta y dinámica.

En la actualidad gracias a la existencia de nuevos softwares y métodos que se utilizan en las empresas de construcción ha permitido que los clientes y diseñadores permiten tener un panorama más claro de la obra, durante la etapa de modelado, para identificar y coordinar todas las actividades en función del tiempo

La implementación de la metodología en la etapa programación 4D, busca la mejora a las exigencias explicadas anteriormente y permite reducir tiempos e ineficiencias en el proyecto.

- **¿Qué es el BIM 4D?**

La etapa de modelado BIM 4D busca crear relaciones inteligentes entre la etapa 3D (que define la forma de producción) y la información relacionada con el tiempo para los diferentes procesos necesarios para realizar el trabajo.

Se obtiene como resultado un modelo con información específica que permite la utilización para crear modelos reales del proceso de construcción durante la elaboración del proyecto en función del tiempo. Esto se lo realiza con la finalidad de conocer las diferentes actividades cómo se lo hace en el método tradicional,

El resultado es un modelo informativo completo que se puede utilizar para crear simulaciones realistas de los procesos de construcción a lo largo del tiempo. El objetivo es identificar todas las actividades de trabajo (como en los cronogramas tradicionales), se verifica el proceso durante el tiempo de construcción para brindar apoyo a las distintas partes involucradas con la posibilidad de analizar, verificar y evitar posibles retrasos o problemas en la programación.

Usando estos datos, los diseñadores pueden desarrollar programas precisos basados en una fuente confiable de información. Esto asegura los procesos, mejora la capacidad de control,

detecta conflictos entre diferentes procesos, reduce eventos desagradables inesperados en el flujo de trabajo y desperdicia tiempo, tiempo y recursos.

La implementación de la metodología BIM permite que el enfoque tradicional que se ha usado durante años en la construcción le dé un panorama realista de y un cronograma con mayor precisión el momento de dar inicio a cada tarea y además el tiempo de entrega de un proyecto. La programación realista, pensando no solamente en fotos y diagramas, permite comprender de mejor manera la capacidad de entender la información.

- **Ventajas de la Programación BIM 4D**

La programación 4D BIM puede ser un facilitador para cambios significativos en el diseño, gestión y desarrollo de servicios en el sector de la construcción.

A continuación, se describe los 5 puntos de la etapa BIM 4D que permiten intercambiar y mejorar su forma de trabajar.

- **Coordinación y elaboración:** el personal involucrado del sector AEC (diseñadores, ingenieros y contratistas) permite proporcionar Arq. una vista previa del proyecto finalizado y su construcción desde el inicio de la obra.
- **Permite editar o actualizar en tiempo real:** la programación BIM es un importante colaborador para reducir la duración y número de reuniones o videollamadas para comunicar decisiones, actualización o si necesita editar algún cambio, esto nos proporciona a contar con una interoperabilidad más sencilla, clara e inmediata.
- **Revisión del proceso de la obra:** las diferentes etapas de la construcción de un proyecto que se tiene por medio del 4D pueden servir para controlar todo lo que suceda en la obra. Se obtiene un video real en donde se puede observar en orden cronológico todo lo que pasa y las distintas fases del proyecto.
- **Prevención y solución de problemas:** la ventaja de contar con una interoperabilidad con las distintas áreas técnicas permite obtener transparencia y organización con responsabilidad, por lo cual se cuenta con un total acceso a la información y permite conocer si existe un cambio y que áreas persona fue responsable de esta.
- **Seguridad y Salud Ocupacional durante el proyecto:** al contar con una vista previa del proceso en las distintas etapas de la obra aporta con beneficios como: seguridad y salud, desde el mal uso de prescripciones de seguridad, hasta el análisis de posibles accidentes y prevención de estos.

- **BIM 5D: Control de costos.**

El área técnica encargada en la elaboración del costo y presupuesto del proyecto debe proporcionar información necesaria y detallada para de esta manera calcularlos costes de la obra, disminuyendo la variabilidad de la estimación. BIM 5D permite mediante una evaluación de costes, control y estimación de gastos (teniendo en cuenta el diferente costo de cada elemento u objeto), con ayuda del modelo de información sobre los proyectos, es posible crear takeoff mediante las mediciones y cuentas desde el modelo que está inferior a este.

Adiciona a lo anterior mencionado el BIM 5D permite contar con una automatización de sus costos y estimaciones con el modelo del proyecto, esto con la finalidad de optimizar y acelerar todas las etapas de diseño del proyecto, incluso la relación económica.

Contar con una información clara y concisa es muy importante en el diseño, ya que cuando se quiera realizar una modificación a este, el cambio se vea reflejado automáticamente en todos los documentos y esquemas relacionados al proyecto, cómo, por ejemplo, la dimensiona de la ventana más pequeña. Además, todas las mediciones, cuentas y agregados también contarán con una automatización en caso de algún posible cambio.

- **¿Qué es el BIM 5D?**

Hace referencia al presupuesto y costes estimados de un proyecto, permite crear conexiones entre la el modelo tridimensional 3D y toda la información aue haga relación a los costos de la obra. El resultado es un modelo informativo de 5 dimensiones, el cual conste con estándares y normativas BIM, lo cual lo vuelve de fácil acceso y permite contar con un estimado del costo total del proyecto.

También permite que las distintas áreas técnicas de la construcción generasen estimaciones de costos de forma automática, ya que se relacionan los precios de cada elaborado o provisión, Permite que las diferentes profesiones que se involucren en la construcción puedan elaborar estimaciones del costo y presupuesto de manera automática, debido a que se asocian los valores de cada provisión o elaborado, direccionado a los elementos para métricos del modelo tridimensional. Adicional de contar con un procedimiento ligero y rápido para el modelador, este facilita tener el control de las operaciones a realizar y minimizar el margen de error.

Un ejemplo para comprar lo mencionado, es modificar las medidas de una ventana, está automáticamente se edita también la cantidad (en m<sup>2</sup>), así como también su costo específico.

Los diseñadores al contar con toda la información necesaria pueden realizar un análisis detallado en tiempo real de las distintas fases del proyecto, el cual permite que el proceso de elaboración de la obra sea seguro, preciso y permita minimizar posibles errores de prueba en base a los costos que el cliente debe asumir.

- **Ventajas del BIM 5D**

En la actualidad el método tradicional que se utiliza en la construcción debe contar con una estimación del presupuesto para la realización de trabajos, mantenimiento y gestión del proyecto.

- Determinar el trabajo a realizar y los artículos de la lista de precios.
- Cuantificación de cantidades.
- Coordinación de la información de medición en serie.
- Comprobar unidades y evaluación de materiales.
- Entre más específica sea la información, la probabilidad de que se presenten errores será menor.

Con los puntos antes mencionados se procede a realizar una automatización de la información, mediante un modelado BIM 5D. Este proceso permite una interoperabilidad entre el modelo tridimensional y la lista de rubros.

- **Beneficios de Costes y Presupuesto 5D**

- Proporciona un óptimo manejo del presupuesto, permite contar con información detallada, un constante monitoreo que beneficia a la empresa constructora y cliente.
- La configuración cuantitativa se basa en modelos digitales que proporcionan una mayor eficiencia y un flujo de trabajo óptimo en el proceso.
- Análisis y cálculo de datos mediante la implementación de la metodología BIM que optimiza los tiempos de construcción.
- Calidad en los procesos y mejora de tiempos en la construcción del proyecto. Con esto se logra un ahorro en el presupuesto para el cliente y en los estudios de diseño.
- Información específica para un mejor análisis y cálculo de costos de la obra, variación de cantidades, materiales, equipos y el trabajo de personal. La implementación de la

metodología con modelos BIM 5D con los cuales se logra la elaboración de edificios eficientes y sustentables.

- **Planificación de un proyecto en sus etapas BIM 4D y 5D**

Antes de dar paso a la construcción de un proyecto es muy importante contar con la toleración entre el modelo tridimensional 3D, programación 4D y presupuesto del proyecto 5D ya que se trabajará de manera automatizada, por si se presentara un cambio durante el proceso.

En la programación 4D se cuenta con los tiempos de ejecución del proyecto, esto mediante un cronograma. Toda información es asociada al modelo para así disminuir posibles interferencias o correcciones durante las distintas etapas del proyecto. El presupuesto y coste 5D nos indica cuanto nos costará la elaboración del proyecto y los materiales que se usarán en este, entre otros rubros.

Él relación las 3 etapas BIM: modelo 3D, programación 4D y costos 5D. Garantiza tanto al contratista como al cliente una gestión de calidad y conveniencia para las dos partes.

- **Características Presupuesto y Costes BIM 5D**

El contar una estimación antes de la realización de un proyecto es un beneficio para el cliente para saber si está en las condiciones de solventar el proyecto, el aprovechar del modelo BIM 5D permite asociar con el modelo tridimensional 3D.

- **La metodología BIM 5D permite**

- Cada uno de los elementos se encontrará asociado a una lista de precios referenciales.
- Automatización del presupuesto estimado del proyecto.
- Actualización del presupuesto de manera automática en caso de presentar algún cambio.
- Contar con la información en una nube digital de las mediciones obtenidas de manera automática, además toda información puede ser compartida o impresa en cualquier momento.

### **Capítulo 3: Implementación BIM al caso de estudio: “Casa tipo de interés social”**

- **PARTE 1: Documentación necesaria para el ente de regulación y la empresa constructora.**

De acuerdo con lo mencionado en el capítulo II y en el orden definido por el BIM, se han creado diversos formatos de requisitos, trazabilidad y lineamientos para la óptima implementación del método, comenzando por “Solicitud de Información BIM”, “Plan de ejecución BIM” y “Manual de entrega de información”.

Una vez establecido que se requiere, cómo se elaborará y cómo se presentará, se desarrollarán varios modelos que se han puesto en la metodología para el presente caso de estudio, solamente se llegará hasta el sexto modelo, que de acuerdo con las directrices del Manual de Entrega de Información podrán proporcionar los productos requeridos.

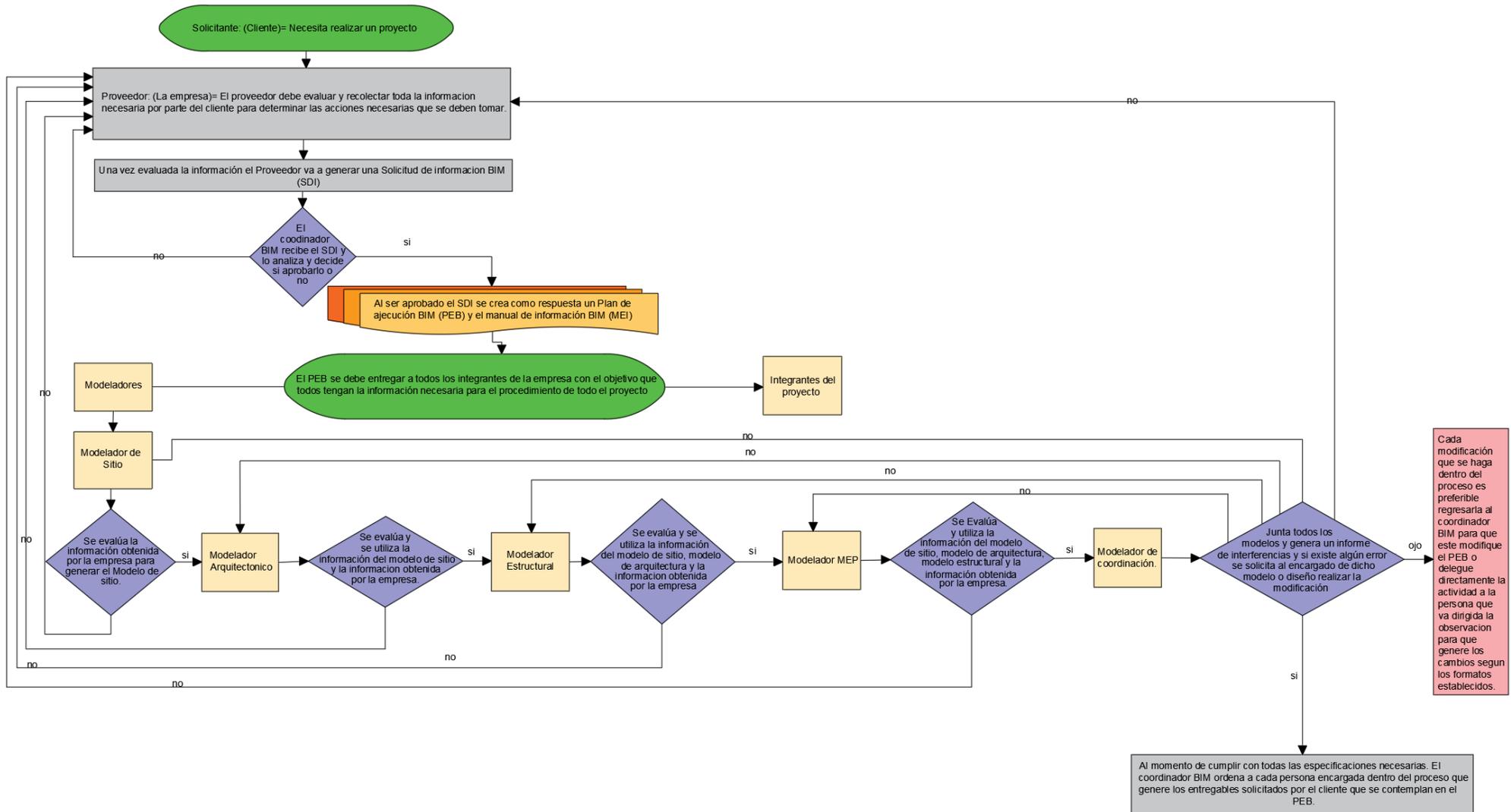
Mencionado sobre qué es y a donde se quiere llegar con la implementación de la metodología BIM se logra entender que es un ciclo en el cual se busca la aplicación, planificación y mejora, junto con nuevas herramientas para ser más eficiente y eficaz, es decir, esta metodología puede realizar un seguimiento del progreso y la constante mejora cada vez que es aplicada.

- **Trabajo de flujo e información**

Al dar paso a la construcción de una obra pública se puede observar que en la mayoría de los proyectos existe un bajo nivel de organización y un sobre costo antes, durante y al finalizar la obra, es por eso que mediante la implementación se busca mejorar estos aspectos en beneficio del cliente. Para realizar la aplicación BIM sus estándares y normativas se realiza un trabajo de flujo con las distintas áreas técnicas, de esta manera se busca contar con un intercambio de información que garantice cumplir con los objetivos propuestos. El BIM management es el encargado de reunir toda la información, organizarla y compartirla con los profesionales involucrados en el proyecto, quienes son los encargados de presentar entregables de calidad.

Tabla 12. Trabajos de flujos e información.

ACCIONES	ETAPAS	PILARES			
		PLAN	PERSONAL	PROCEDIMIENTOS	TECNOLOGIA
P L A N I F I C A R	Definición de las ventajas que aporta BIM	Socializando los beneficios de BIM en Hoa Arquitectura. La implementación se centrará en establecer un modelo de coordinación y flujo de trabajo para garantizar resultados consistentes.	Capacitación inicial de los coordinadores BIM (Francisco Yépez y Felipe Báez) para analizar, implementar y ejecutar los procesos BIM.	Estandarización de los procesos de alteración de información dentro de la constructora. Todos los empleados deben preparar un documento, informe que especifique cualquier cambio en el área técnica correspondiente. Se estandariza los procesos de modelado para distintos dominios de ingeniería para usar resultados BIM o entregables en cada etapa de un proyecto, desde la formación del concepto	Analizar las diferentes herramientas que sea posible utilizar para la implementación de operaciones BIM.
	Priorizar y organizar acciones				
	Gestión del cambio organizacional				
I M P L A N T A R	Levantamiento y documentación de procesos	Implementación del uso de entregables SDI, PEB Y MEI para operaciones internas de la empresa	Capacitar a los integrantes de la constructora sobre cómo administrar el uso de BIM, PEB y MEI para los procesos internos de la empresa.	Implantación de estándares proporcionados por los coordinadores BIM en el modelado de flujos de trabajo y formatos de información para utilizar los resultados en cualquier campo de la ingeniería.	Durante el proceso de planificación, se implemento herramientas proporcionadas por Autodesk como Revit y Navisworks para generar modelos BIM.
	Información a incorporar				
	Acciones BIM				
M A N T E N E R	Calcular y controlar la integración de BIM	Coordinación del proyecto durante sus etapas de planificación y documentación.	Evaluar el tiempo que dedica cada integrante para calcular la efectividad y recomendar correcciones en el proceso.	Analizar los procesos establecidos verificando y comparando tiempo de ejecución	Analizar las herramientas tecnológicas para mejorar procesos en el trabajo de flujo con las distintas áreas técnicas para la aplicación de la metodología BIM
	Grupos de acciones a mantener				



- **Aplicación de la información y elaboración de la documentación.**

Se han creado formatos para aplicar correctamente la implementación de la metodología con la estructurada como se describe en el capítulo II.

- **Solicitud de información BIM (SDI).**

Tal como se define en el flujo de trabajo y flujo de información, el proceso de aplicación de la metodología comienza con una solicitud de información BIM que la constructora genera a pedido del solicitante.

La tabla que se proporciona a continuación corresponde a lo que se trata en el capítulo respectivo donde se trata Solicitud de Información.

La solicitud de información incluye objetivos claros a través del proceso de aplicación, así como respectivos entregables BIM a entregar que el solicitante requiere de la constructora. Adicional información sobre cada gestor y uso de BIM, Entidades, TDI y NDI

*Tabla 13. Solicitud de Información BIM*

<b>Código</b>	<b>TEC-PRE-GEN-001</b>	<b>Versión</b>	<b>1.0</b>	<b>Fecha elaboración</b>
<b>1. Datos del proyecto</b>				
<b>Nombre del proyecto</b>	Planificación, diseño y modelado de una casa tipo unifamiliar de interés social con un área de 50.40 m <sup>2</sup>			
<b>Coordinador BIM</b>	Francisco Yépez / Felipe Báez			
<b>Cliente</b>	Cliente			

<b>Empresa</b>	
----------------	--

### 1.1. Objetivos

#### Objetivo general

- Implementación BIM bajo normativas internacionales con el objetivo de generar documentación de control para la supervisión y distribución necesaria para los organismos reguladores y la empresa contratante.

#### Objetivos específicos

- Crear documentos para controlar e implementar la metodología BIM en sus diversas etapas, la documentación a generar es: Plan de Ejecución (PEB), Solicitud de Información, Manual de Entrega de Información (MEI).

- Crear entregables BIM de los principales modelos para la gestión de las distintas áreas técnicas involucradas en el proyecto a través de un trabajo de flujo, e identificar la correlación entre ellos.

- Crear automatización bajo normativa BIM para la estimación de costes, presupuesto, cronograma de los 6 modelos a elaborar.

### 2. Fase de documentación administrativa

**TEC-PRE-GEN-001-MEI Manual de entrega de información**

**TEC-PRE-GEN-001-SDI Solicitud de información BIM**

**TEC-PRE-GEN-001-PEB Plan de ejecución BIM**

### 3. Fase de diseño

**TEC-DIS-001-ARQ Diseño Arquitectónico**

**TEC-DIS-001-EST Diseño Estructural**

**TEC-DIS-001-HID Diseño Hidrosanitario**

**TEC-DIS-001-ELE Diseño Eléctrico**

#### **4. Fase de modelamiento**

**TEC-MOD-001-ARQ Modelo arquitectónico**

**TEC-MOD-001-EST Modelo estructural**

**TEC-MOD-001- MEP Modelo eléctrico e hidrosanitario**

**TEC-MOD-001-COO Modelo de coordinación**

#### **5. Fase de entregables y documentación final**

##### **5.1 Planos**

**TEC-CONS-001-ARQ Plano arquitectónico**

**TEC-CONS-001-EST Plano estructural**

**TEC-CONS-001-HID Plano hidrosanitario**

**TEC-CONS-001-ELE Plano eléctrico**

##### **5.1 Tabla de planificación**

**TEC-MAT-ARQ-01 Tabla de planificación de paredes (planchas de hormigón de 3cm)**

**TEC-MAT-ARQ-02 Tabla de planificación de enlucido**

**TEC-MAT-ARQ-03 EMP Tabla de planificación de empaste**

**TEC-MAT-ARQ-04 PIN Tabla de planificación de pintura interior y exterior**

**TEC-MAT-ARQ-06 Pisos Tabla de planificación de pisos**

---

**TEC-MAT-ARQ-07 Tabla de planificación de ventanas**

**TEC-MAT-ARQ-08 Tabla de planificación de puertas**

**TEC-MAT-ARQ-09 Tabla de planificación de barrederas de piso**

**TEC-MAT-HID 01 Tabla de planificación de aparatos sanitarios**

**TEC-MAT-HID 02 Tabla de planificación de tubería agua fría**

**TEC-MAT-HID 03 Tabla de planificación de tubería agua caliente**

**TEC-MAT-HID 04 Tabla de planificación de tubería PPR**

**TEC-MAT-HID 05 Tabla de planificación de tubería desagüe**

**TEC-MAT-HID 06 Tabla de planificación de tubería ventilación**

**TEC-MAT-HID 07 Tabla de planificación de accesorios de tubería**

**TEC-MAT-ELEC 01 Tabla de planificación de tomas corrientes**

**TEC-MAT-ELEC 02 Tabla de planificación de dispositivos de iluminación**

**TECMAT-ELEC 03 Tabla de planificación de tableros de distribución**

**TEC-MAT-ELEC 04 Tabla de planificación de luminarias**

## **5.2 Presupuesto**

**TEC-COS-001-ARQ Presupuesto arquitectónico**

**TEC-COS-001-EST Presupuesto estructural**

**TEC-COS-001-HID Presupuesto hidrosanitario**

**TEC-COS-001-ELE Presupuesto eléctrico**

---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Desglose detallado de SDI

<b>Código</b>	<b>TEC-PRE- GEN-001</b>	<b>Versión</b>	<b>1.0</b>	<b>Fecha elaboración</b>
<b>1. Información del proyecto</b>				
<b>Nombre del proyecto</b>	Planificación, diseño y modelado de una Planificación, diseño y modelado de una casa tipo unifamiliar de interés social con un área de 50.40 m2			
<b>Coordinador BIM</b>	Felipe Báez / Francisco Yopez			
<b>Cliente</b>	Cliente			
<b>Empresa</b>				
<b>2. Fase de documentación administrativa</b>				
<b>Código de actividad</b>	TEC-PRE-GEN-001-MEI Manual de entrega de información			
<b>Nombre de actividad</b>	Manual de entrega de información			
<b>Responsable</b>	Coordinadores BIM/ Ing. jefe			
<b>Descripción de actividad</b>	Generar un Manual como guía de modelación e información mínima con la cual deben contar las entidades BIM.			
<b>Entregables</b>	MEI			
<b>Usos BIM</b>	N/A			
<b>NDI</b>	N/A			
<b>TDI</b>	N/A			

<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-PRE-GEN-001-SDI Solicitud de información BIM
<b>Nombre de actividad</b>	Solicitud de información BIM
<b>Responsable</b>	Coordinadores BIM/ Ing. jefe
<b>Descripción de actividad</b>	Documentación actualizada que proporcione información sobre las distintas áreas de trabajo y la información BIM necesaria para el proyecto
<b>Entregables</b>	SDI
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-PRE-GEN-001-PEB Plan de ejecución BIM
<b>Nombre de actividad</b>	Plan de ejecución BIM
<b>Responsable</b>	Coordinadores BIM/ Ing. jefe

<b>Descripción de actividad</b>	Documentación representativa de implementación de la metodología BIM con sus respectivos entregables, modelos, funciones BIM, objetivos BIM, NDI, TDI, usos y alcances BIM.
<b>Entregables</b>	PEB
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>3. Fase de diseño</b>	
<b>Código de actividad</b>	TEC-DIS-001-ARQ Diseño Arquitectónico
<b>Nombre de actividad</b>	Diseño Arquitectónico
<b>Responsable</b>	Arquitecto
<b>Descripción de actividad</b>	Modelo arquitectónico representado en 2D
<b>Entregables</b>	Planos y memoria técnica
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A

<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-DIS-001-EST Diseño Estructural
<b>Nombre de actividad</b>	Diseño Estructural
<b>Responsable</b>	Ingeniero estructural
<b>Descripción de actividad</b>	Memoria de Cálculo basado en los estudios realizados
<b>Entregables</b>	Planos y memoria técnica
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-DIS-001-HID Diseño Hidrosanitario
<b>Nombre de actividad</b>	Diseño Hidrosanitario
<b>Responsable</b>	Ingeniero
<b>Descripción de actividad</b>	Memoria de Cálculo basado en los estudios realizados
<b>Entregables</b>	Planos y memoria técnica

<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK

<b>Código de actividad</b>	TEC-DIS-001-ELE Diseño Eléctrico
<b>Nombre de actividad</b>	Diseño Eléctrico
<b>Responsable</b>	Ingeniero
<b>Descripción de actividad</b>	Memoria de Cálculo basado en los estudios realizados
<b>Entregables</b>	Planos y memoria técnica
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK

#### 4. Fase de modelamiento

<b>Código de actividad</b>	TEC-MOD-001-ARQ Modelo arquitectónico
<b>Nombre de actividad</b>	Modelo arquitectónico

<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Con base al modelo arquitectónico, se elabora el modelado en Revit con la información necesaria implementando estandarización y normativas BIM.
<b>Entregables</b>	Modelo tridimensional en base a la plantilla preprogramada
<b>Usos BIM</b>	Estudio de las condiciones existentes; estimación de cantidades y costes, especialista en diseño, validación de estándares.
<b>NDI</b>	Con elementos con NDI 3
<b>TDI</b>	TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C
<b>Entidades</b>	Ejes; Zonas/Espacios; Vigas; Ventanas; Puertas; Cielo falso; Aparatos sanitarios; Muebles; cubierta (fibro cemento)
<b>Aprobación</b>	OK

<b>Código de actividad</b>	TEC-MOD-001-EST Modelo estructural
<b>Nombre de actividad</b>	Modelo estructural
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Con base al modelo estructural, se elabora el modelado en Revit con la información necesaria implementando estandarización y normativas BIM.
<b>Entregables</b>	Modelado estructural tridimensional en base a la plantilla preprogramada
<b>Usos BIM</b>	Estudio de las condiciones existentes; estimación de cantidades y costes, especialista en diseño, validación de estándares, Análisis estructural.

<b>NDI</b>	Con elementos con NDI 3
<b>TDI</b>	TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C
<b>Entidades</b>	Ejes; Losas; Estructuras especiales; losa; paredes pre-fabricadas
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	
	TEC-MOD-001- MEP Modelo mecánico, eléctrico e hidrosanitario
<b>Nombre de actividad</b>	
	Modelo mecánico, eléctrico e hidrosanitario
<b>Responsable</b>	
	Felipe Baez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Con base al modelo estructural, se elabora el modelado en Revit con la información necesaria implementando estandarización y normativas BIM.
<b>Entregables</b>	
	Modelado MEP 3D en base a la plantilla pre programada
<b>Usos BIM</b>	
	Estudio de las condiciones existentes; estimación de cantidades y costes, especialista en diseño, validación de estándares, Análisis energético, Análisis mecánico
<b>NDI</b>	Con elementos con NDI 3
<b>TDI</b>	TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C
<b>Entidades</b>	Ejes; Zonas/Espacios; Aparatos sanitarios; Equipamiento y tableros MEP; Distribución y tuberías
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	
	TEC-MOD-001-COO Modelo de coordinación

<b>Nombre de actividad</b>	Modelo de coordinación
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Con base en todos los modelos mencionados anteriormente, se elabora en Revit un modelo en donde incluya todos estos diseños para de esta manera coordinar las distintas áreas técnicas y corregir posibles errores constructivos.
<b>Entregables</b>	Diseño de modelos previos, con su informe de colisiones y correcciones
<b>Usos BIM</b>	Planificación de etapas; Análisis de sitio; Coordinación del modelo tridimensional; Análisis de diseño; Validación de estándares y normativa; análisis de ingenierías
<b>NDI</b>	Con elementos con NDI 3
<b>TDI</b>	TDI_A; TDI_B; TDI_E; TDI_I; TDI_K; TDI_C; TDI_D; TDI_F; TDI_J; TDI_L
<b>Entidades</b>	Ejes; Terreno; Zonas/Espacios; Cimentación; Columnas; Vigas; Suelos; Muros; Muros cortina; Ventanas; Puertas; Cubiertas; Cielo falso; Escaleras; Aparatos sanitarios; Muebles; Estructuras especiales
<b>Aprobación</b>	OK

## 5. Fase de entregables y documentación final

### 5.1 Planos

<b>Código de actividad</b>	TEC-CONS-001-ARQ Plano arquitectónico
<b>Nombre de actividad</b>	no arquitectónico
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez

<b>Descripción de actividad</b>	Entregable BIM en base al modelo arquitectónico
<b>Entregables</b>	Plano a base del modelamiento
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-CONS-001-EST Plano estructural
<b>Nombre de actividad</b>	no estructural
<b>Responsable</b>	Felipe Baez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Entregable BIM en base al modelo estructural
<b>Entregables</b>	Plano a base del modelamiento
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK

<b>Código de actividad</b>	TEC-CONS-001-HID Plano hidrosanitario
<b>Nombre de actividad</b>	no hidrosanitario
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Entregable BIM en base al modelo hidrosanitario
<b>Entregables</b>	Plano a base del modelamiento
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-CONS-001-ELE Plano eléctrico
<b>Nombre de actividad</b>	no eléctrico
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Entregable BIM en base al modelo eléctrico
<b>Entregables</b>	Plano a base del modelamiento
<b>Usos BIM</b>	N/A

<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK

<b>Código de actividad</b>	TEC-PRE-MAT-ARQ Tabla de planificación modelo arquitectura
<b>Nombre de actividad</b>	Tabla de planificación modelo arquitectura
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Entregable BIM en base al modelo arquitectónico
<b>Entregables</b>	Tablas de planificación especificadas
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK

<b>Código de actividad</b>	TEC-PRE-MAT-HID Tabla de planificación modelo hidrosanitario
<b>Nombre de actividad</b>	Tabla de planificación modelo hidrosanitario
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez

<b>Descripción de actividad</b>	Entregable BIM en base al modelo MEP
<b>Entregables</b>	Tablas de planificación especificadas
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK

<b>Código de actividad</b>	TEC-PRE-MAT-ELEC Tablas de planificación modelo eléctrico
<b>Nombre de actividad</b>	Tablas de planificación modelo eléctrico
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Entregable BIM en base al modelo MEP
<b>Entregables</b>	Tablas de planificación especificadas
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK

5.2 Presupuesto	
<b>Código de actividad</b>	TEC-COS-001-ARQ Presupuesto arquitectónico
<b>Nombre de actividad</b>	Presupuesto arquitectónico
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Con base a las tablas de planificación de arquitectura se determina los presupuestos de todas sus entidades BIM
<b>Entregables</b>	Presupuesto referencial
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-COS-001-EST Presupuesto estructural
<b>Nombre de actividad</b>	Presupuesto estructural
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Como base a las tablas de planificación de estructura se determina los presupuestos de todas sus entidades BIM
<b>Entregables</b>	Presupuesto referencial
<b>Usos BIM</b>	N/A

<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-COS-001-HID Presupuesto hidrosanitario
<b>Nombre de actividad</b>	Presupuesto hidrosanitario
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez
<b>Descripción de actividad</b>	Con base a las tablas de planificación de hidrosanitario se determina los presupuestos de todas sus entidades BIM
<b>Entregables</b>	Presupuesto referencial
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK
<b>Código de actividad</b>	TEC-COS-001-ELE Presupuesto eléctrico
<b>Nombre de actividad</b>	Presupuesto eléctrico
<b>Responsable</b>	Felipe Báez / Francisco Yépez

<b>Descripción de actividad</b>	Con base a las tablas de planificación eléctrico se determina los presupuestos de todas sus entidades BIM
<b>Entregables</b>	Presupuesto referencial
<b>Usos BIM</b>	N/A
<b>NDI</b>	N/A
<b>TDI</b>	N/A
<b>Entidades</b>	N/A
<b>Aprobación</b>	OK

### 3. Aprobación

#### REVIZADO POR

<b>Francisco Yépez</b>	<b>Felipe Báez</b>	

Fuente: Elaboración propia

- **Plan de ejecución BIM (PEB).**

El BIM management o coordinador de proyecto solicita a los coordinadores la información necesaria para la elaboración del Plan de Ejecución como resultado. La elaboración del plan da como entregables 11 formularios en donde especifica toda la implementación BIM en el proyecto.

Tabla 15. Plan de Ejecución BIM

PLAN DE EJECUCION BIM (PEB)		HOA REQ			
INFORMACION DEL PROYECTO			N. de documento: 001		
Solicitante:	Gerencia				
Nombre del Proyecto:	Planificación y diseño de casa tipo de interés social				
Ubicación del Proyecto:	Ecuador - Pichincha				
Descripción del Proyecto	Proyecto de construcción Inmobiliaria del sector público, casa de 1 planta destinada a vivienda				
Numero de contrato:	HOA-2022-005				
Código del Proyecto:	TEC-PRE-SOCIAL-01-001				
Fecha:					
Revisión:					
Estado:					
HOJA DE CONTROL DEL DOCUMENTO					
Revisión	Estado	Página	Enmienda	Fecha	Por

- **Información documentada y permisos del proyecto.**

Como antes ya mencionado el objetivo del presente trabajar es aplicar la metodología BIM en una casa de interés social, en donde se busca solicitar permisos de construcción y los cuales se toman en cuenta en el proceso de planificación para identificar cuáles serían estos y que requisitos técnicos se requieren para su aprobación. El primer Formulario generado nos permite conocer que documentos son necesarios.

Tabla 16. PEB – Formulario 00.

FORMULARIO 01 PEB DOCUMENTACIÓN Y PERMISOS DE PROYECTO				
Proceso	Documentación	Diseño	Revisor	Aplica ; N/A
Anteproyecto	IRM		Municipio de Pichincha	Aplica
	IFU		Municipio de Pichincha	Aplica
	Memoria de cálculo arquitectonicos y planos	Diseño Arquitectónico	Municipio de Pichincha	Aplica
Permiso de construcción	Memoria de cálculo estructural y planos	Diseño estructural	Municipio de Pichincha	Aplica
	Memoria de cálculo hidrosanitaria y planos	Diseño Hidrosanitario	Empresa de agua potable Pichincha	Aplica
	Memoria de cálculo electrica y planos	Diseño Eléctrico	Empresa electrica Pichincha	Aplica
	Memoria y planos	Sistema contraincendios	Bomberos	N/A
Licencia de obra mayor	Pago de tasas administrativas		Municipio de Pichincha	Aplica

- **Empresas Constructoras o contratistas participantes**

Durante las distintas etapas de construcción de un proyecto se van a presentar casos en los que es necesario la intervención de personal especializado de acuerdo a lo que se presente, es muy necesario la participación de estos profesionales para lograr culminar un proyecto de calidad. En el presenta caso es necesario la presencia de dos áreas técnicas que otorgan información imprescindible para ejecutar los Usos y Objetivos BIM.

Tabla 17. PEB - Formulario 01

FORMULARIO 01 PEB DEFINITIVO. EMPRESAS PARTICIPANTES			
Empresa	Especialidad	Codigo	Nombre del responsable
HOA ARQUITECTURA	Arquitectura, ingenieria y construccion	HOA ARG	Arq. Diego Yépez

- **Objetivo general y especifico de uso BIM en el proyecto.**

Se integran definiciones imprescindibles de la metodología BIM que son necesarias para su ejecución, es por eso que el BIM managment con base a la solicitud de información se verifica y selecciona los Usos BIM. En el capítulo 2 se detalla la importante de seleccionar el uso adecuado para cada recurso por parte de la constructora o contratista para lograr los objetivos planteados.

Tabla 18. PEB - Formulario 02

FORMULARIO 02 PEB. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICO DE IMPLEMENTACION BIM EN EL PROYECTO	
OBJETIVO GENERAL	
Generar información necesaria, de calidad y consistente para garantizar los resultados del proyecto.	
OBJETIVO ESPECIFICO	USO BIM RELACIONADO
Calcular cantidades y costos de todos los elementos, para de esta manera presupuestar mediante modelos BIM.	Estimación de cantidades y costes
Coordinar con las áreas de ingeniería vinculadas para la verificación de la información mediante un trabajo de flujo y de esta manera garantizar sus resultados.	Coordinación tridimensional
Cada área técnica es la encargada de modelar diseñar mediante normativa y realizar sus memorias de cálculo correspondiente (excepto arquitectura).	Diseño de ingenierías
Verificar que los modelos en las distintas áreas estén elaborados de manera correcta cuenten con estandarización y normativa vigente.	Revisión de diseño
Verificar estándares y normas vigentes en los diseños a presentar.	Validación de normativa
Para facilitar la fabricación de elementos constructivos se da uso a modelos BIM.	Fabricación digital

- **Usos BIM**

Es necesario definir cada Uso BIM a un grupo de profesionales para una correcta supervisión de la información y/o actividades que se encuentren relacionadas, es muy importante contar con un correcto trabajo de flujo para lograr información óptima y ordenada.

Tabla 19. PEB - Formulario 03

FORMULARIO 03 PEB. USOS BIM					
Uso BIM	Empresa	Rol BIM	Persona responsable	Disciplina	Profesión
Estimación de cantidades y costos	Hoa Arquitectura	Gestión BIM	Gerente, coordinador BIM	COS	Ingeniería
Coordinación tridimensional		Coordinación BIM	Coordinador BIM	COO	Ingeniería
Diseño de Ingenierías		Coordinación BIM	Modeladores BIM, ingenieros especialistas, arquitecto	DIS	Ingeniería y arquitectura
Revisión de modelos		Revisión BIM	Coordinador BIM	DIS	Ingeniería
Elaboración Digital		Modelación BIM	Modeladores BIM	MOD	Ingeniería
Validación normativa		Revisión BIM	Coordinador BIM	DIS	Ingeniería

- **Modelos BIM**

Cada área técnica contará con un modelo diferente el cual deberá tener toda la información necesaria. En el presente proyecto que es una casa de una planta de interés social, se realizara modelo arquitectónico, estructural, eléctrico, hidrosanitario y de coordinación. Todos estos diseños contarán con un nombre técnico y se debe recalcar que un modelador BIM no es una persona técnica en el área, pero si debe tener conocimiento y deberá cumplir con los requerimientos mínimos para su cumplimiento, además de prevenir conflictos en sus verificaciones.

*Tabla 20. PEB - Formulario 04*

04 FORMULARIO 04 PEB. MODELOS BIM SOLICITADOS Y SUS FORMATOS				
Modelo BIM	Especialidad	Autor modelo	Responsable	Resp control de calidad
Arquitectura	Proyecto arquitectonico	Modelador BIM	Modelador BIM	GER
Hidrosanitario y electrico	Proyectohidrosanitario y electrico	Modelador BIM	Modelador BIM	GER
Coordinación	Proyecto de unión de modelos	Modelador BIM	Modelador BIM	GER

- **EAIM para cada entrega**

Los estados de entregas que se planteó para los modelos están relacionados con los dos primeros estados de entrega de información según los estándares BIM. Esta información se revisa en 6 entregas como muestra la Tabla 23. Como se ve en la tabla 23 se trabaja varios modelos a la vez, esto se debe a que para avanzar con los diseños conceptuales de una especialidad no es necesario tener los diseños finales de otra por ejemplo como es el caso del modelo hidrosanitario puede generar un diseño conceptual a partir de un diseño básico en el modelo estructural ya que no va a existir una variación grande de la posición y dimensiones de los elementos estructurales.

Tabla 21. EAIM para el proyecto vivienda de interés social

EAIM	
Información de planificación	DC (Diseño Conceptual)
Información de diseño	DA (Diseño de anteproyecto)
	DB (Diseño Básico)
	DD (Diseño a detalle o diseño final)

Tabla 22. Formulario 05

FORMULARIO 05 PEB. EAIM PARA CADA ENTREGABLE						
Proyecto: Vivienda de interes Social	Entrega 01	Entrega 02	Entrega 03	Entrega 04	Entrega 05	Entrega 06
Modelos BIM	EAIM	EAIM	EAIM	EAIM	EAIM	EAIM
Aquitectura	Diseño conceptual	Diseño de anteproyecto	Diseño final			
MEP			Diseño conceptual	Diseño básico	Diseño final	
Coordinación					Diseño conceptual	Diseño final
Construcción	N/A					
As-built						
Operación						

- **Formatos y documentación solicitada**

El seguimiento de las entregas y su estado nos proporciona un seguimiento del flujo de trabajo de información para que poder valor el tiempo que se tarda en crear formularios, productos entregados, cantidades, etc. Si notamos una caída en la productividad o escasez en el punto de entrega, tenemos que analizar y encontrar una razón para tomar medidas y corregirlo para futuras operaciones.

Tabla 23. PEB - Formulario 06.

FORMULARIO 06 PEB. DOCUMENTOS SOLICITADOS Y SUS FORMATOS						
Entrega	Fecha	EAIM	Entregable	Formato		Desde modelo
				Version	Entrega	
Entrega 02	10/3/2022	Diseño anteproyect	Diseño arquitectonic	3.00 OK		Arquitectura
Entrega 03	30/5/2022	Diseño conceptual	Diseño hidrosanitario	2.00 OK		Hidrosanitario
Entrega 03	10/3/2022	Diseño conceptual	Diseño Electrico	1.00 OK		Eléctrico
Entrega 03	30/6/2022	Diseño final	Modelo arquiectonico	1.00 OK		Arquitectura
Entrega 04	15/6/2022	Diseño Basico	Modelo Estructural	1.00 OK		Estructura
Entrega 04	28/6/2022	Diseño Basico	Modelo hidrosanitario	2.00 OK		Hidrosanitario
Entrega 04	15/7/2022	Diseño Basico	Modelo Electrico	1.00 OK		Electrico
Entrega 06	5/8/2022	Diseño final	Modelo de coordinacion	1.00 OK		Coordinación
Entrega 03	30/5/2022	Diseño final	Tabla de planificacion modelo arquitectura	1.00 OK		Arquitectura
Entrega 03	15/7/2022	Diseño final	Tabla de planificacion modelo estructura	1.00 OK		Estructura
Entrega 03	28/7/2022	Diseño final	Tabla de planificacion modelo hidrosanitario	1.00 OK		Hidrosanitario
Entrega 03	15/7/2022	Diseño final	Tabla de planificacion modelo electrico	1.00 OK		Eléctrico
Entrega 05	20/7/2022	Diseño final	Presupuesto arquitectónico	1.00 OK		Aquitectura
Entrega 05	20/7/2022	Diseño final	Presupuesto estructural	1.00 OK		Estructura
Entrega 05	20/7/2022	Diseño final	Presupuesto hidrosanitario	1.00 OK		Hidrosanitario
Entrega 05	20/7/2022	Diseño final	Presupuesto eléctrico	1.00 OK		Eléctrico

- **Datos compartidos**

El éxito del enfoque BIM para la gestión de la información se encuentra en un base de datos compartidos, donde todo lo relacionado con el proyecto se encuentra en una ubicación central. El BIM mánager debe analizar y cumplir con el alcance del trabajo.

Hay muchas plataformas que se enfocan en la coordinación de información para BIM como BIM 360 de la marca Autodesk, pero estas tienen costos, pero en el caso de este proyecto la

información será procesada solo internamente entre diseñadores, por lo tanto, la plataforma OneDrive fue elegido para recopilar información.

Tabla 24. PEB - Formulario 07

FORMULARIO 07 PEB. ENTORNO DE DATOS COMPARTIDOS	
El CDE que se utilizo se encuentra conformado por una sola plataforma	
SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Herramientas y formatos del CDE	
Entorno CDE	One Drive
Plataforma colaborativa	One Drive y Autodesk
Plataforma de gestion de información	One Drive

- **Procedimiento de reuniones**

Se programa una serie de juntas con varios interesados en el proyecto para determinar el diseño, costo, cronograma y/o detalles del proyecto.

Tabla 25. PEB - Formulario 08

FORMULARIO 08 PEB. PROCEDIMIENTO DE REUNIONES				
Numero de reunión	Etapas del proyecto	Involucrados	Modalidad	Tipo de Respaldo
1	Factibilidad	Cliente y Gerencia	Presencial	Acta
2	Planificación	Gerencia y especialistas	Presencial	Acta
3	Diseño	Arquitecto	Virtual	Acta
4	Diseño	Ingeniero electrico	Virtual	Acta
5	Diseño	Ingeniero hidrosanitario	Presencial	Acta
6	Diseño	Especialistas	Presencial	Acta

- **Estructuración de modelos BIM y exportación de datos y nombre de los archivos.**

Se elaboraron modelos BIM centralizados con un código y nombre único de colores creados de acuerdo con los estándares internacionales, con el fin de obtener información del modelo estructurado y consistente. Los códigos y estándares BIM se basa en BS 1192:2007, pero para Arquitectura se codifico de acuerdo con la necesidad para que coincida con los estándares.

*Tabla 26. PEB - Formulario 09.*

FORMULARIO 09 PEB. ESTRUCTURACION DE LOS MODELOS BIM Y EXPORTACION DE DATOS		
Unidades que se usan para el desarrollo de los modelos BIM		Coordenadas que se usan para los modelos BIM
Las unidades seran metros hasta con 2 decimales		Se asume que el proyecto estaria ubicado en region sierra de Ecuador
PLANTILLAS DE MODELOS		
Archivo con la funcion de ser una plantilla preconfigurada para cada modelo con el fin de estandarizar y optimizar procesos, funcionamiento en MEI.		
Modelo BIM	Plantilla	
Arquitectura	01_PLANTILLA ARQUITECTURA	
Estructura	02_PLANTILLA ESTRUCTURA	
MEP (HID)	03_PLANTILLA HIDROSANITARIA	
MEP (ELECT)	04_PLANTILLA ELECTRICA	
EXPORTACION DE DATOS		
Con el fin de optimizar tiempos en la cuantificacion de materiales, las plantillas ya tenien pre configuradas sus tablas de planificacion mismas que estas deben ser exportadas a excel para su presupuestacion con la extension de Revit Dynamo que lo realizar de manera automatica.		
Modelo BIM	Dynamo	
Arquitectura	01_PLANTILLA ARQUITECTURA	
Estructura	02_PLANTILLA ESTRUCTURA	
Estructura	03_PLANTILLA ESTRUCTURA	
MEP (HID)	04_PLANTILLA HIDROSANITARIA	
MEP (ELECT)	05_PLANTILLA ELECTRICA	

Tabla 27. PEB - Formulario 10

FORMULARIO 10 PEB. NOMBRE DE ARCHIVOS DE MODELOS BIM		
Modelo BIM	Carpeta	Nombre
Arquitectura	04 AQUITECTURA	TEC-MOD-001-ARQ
MEP (Hidrosanitario)	06 HIDROSANITARIA	TEC-MOD-001-MEPH
MEP (Eléctrico)	07 INSTALACIONES	TEC-MOD-001-MEPE
Coordinación	08 CONSTRUCCIÓN	TEC-MOD-001-COO

Tabla 28. PEB - Formulario 11

FORMULARIO 11 PEB. NOMBRE DE ARCHIVOS DE MODELOS BIM		
General	Nombre	Codigo
Departamento	Legalización	LEG
	Diseño	DIS
	Construcción	CONS
	Presupuesto	COS
	General	GEN
	TEC	TEC
Tipo de proyecto	Público	PUB
	Privado	PRI
Area de estudio	Arquitectónico	ARQ
	Hidraulico	HID
	Electrico	ELE
Cargo	Presidencia	PRE
	Gerencia	GER
	Técnico	TEC
	Contabilidad	CONT

Tabla 29. MEI Modelo de arquitectura.

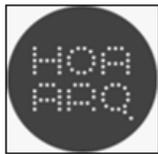
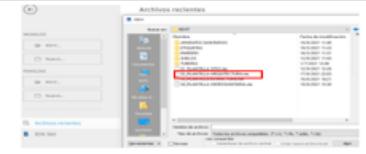
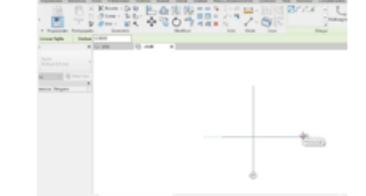
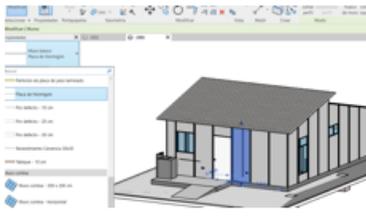
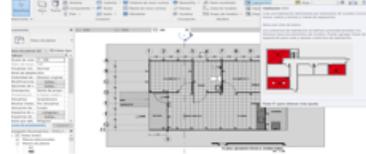
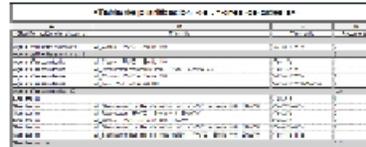
<b>MANUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN (MEI)</b>		
En este documento se muestra un manual en el cual se indicará los principales pasos para obtener los diferentes entregables propuestos en SDI y PEB		
<b>MEI MODELO DE ARQUITECTURA</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>IMAGEN</b>
<b>1.- Cargar plantilla</b> El modelo está preconfigurado con las unidades, parámetros y tablas necesarias para la elaboración del diseño. Adicional cuenta con:	Si	
<b>2.- Generar niveles y ejes</b> Los ejes y niveles generados se crean a partir del diseño arquitectónico.	Si	
<b>3.- Modelar entidades principales</b> Después de que se han elaborado los niveles y los ejes, se elabora inicialmente cada una de las entidades que son: columnas, pisos y paredes. Los elementos del modelos se configuran con la información necesaria, como masilla, pintura, revestimientos, entre otros, para obtener la cantidad correcta de los materiales.	Si	
<b>4.- Modelar entidades restantes</b> Concluido el modelado las principales entidades para la estructura, se procederá con las puertas, ventanas, mobiliario, entre otros.	Si	
<b>5.- Generar áreas de habitaciones</b> Para comprobar el cumplimiento con la normativa, se generará las áreas de habitaciones.	Si	
<b>6.- Verificar tablas de planificación</b> Con la plantilla cargada, el tablero de programación ya está preconfigurado, por lo que solamente es necesario validar que los datos se encuentren correctos	Si	
<b>7. Generar renderización</b> Concluido el procedimiento, para tener una vista previa de como quedara el proyecto, el programa permite realizar una renderización rápida.	Si	

Tabla 30. MEI Modelo de Estructura.

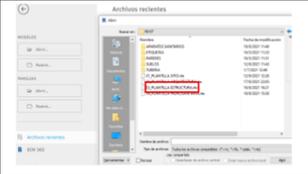
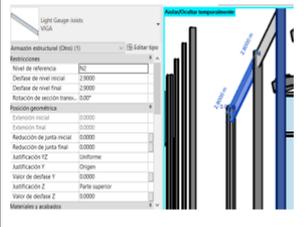
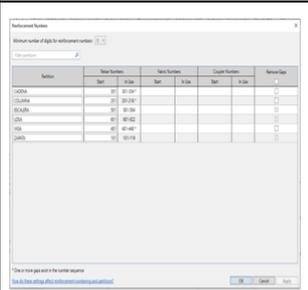
MANUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN (MEI)		
En este documento se muestra un manual en el cual se indicará los principales pasos para obtener los diferentes entregables propuestos en SDI y PEB		
MEI MODELO DE ESTRUCTURA HORMIGÓN		
DESCRIPCION	CUMPLE	IMAGEN
<b>1.- Cargar plantilla</b> El modelo está preconfigurado con las unidades, parámetros y tablas necesarias para la elaboración del diseño. Adicional cuenta con: Entidades de pilares, vigas, zapatas configuradas. Configuración de aceros. Tablas de planificación de volúmenes de hormigón: zapatas, vigas, columnas, losas. Tabla de planilla de acero.	Si	
<b>2.- Vincular modelo de arquitectura</b> Se asocia con el modelo arquitectónico para determinar la posición de los ejes para modelar con precisión los elementos estructurales.	Si	
<b>3.- Coordinación de la vinculación del modelo</b> En la pestaña de colaboración, en la sección de las coordenadas y las opciones de Copiar/Supervisar, se exportan los ejes y planos del diseño arquitectónico y posteriormente existe la posibilidad de desactivar la asociación.	Si	
<b>4.- Crear elementos estructurales</b>  A partir de las entidades requeridas se modelan todos los elementos, cimentaciones, cadenas, columnas, vigas y losas.	Si	
<b>5.- Modelado de losa</b>  A partir de las entidades requeridas se modelan todos los elementos, cimentaciones, cadenas, columnas, vigas y losas.	Si	
<b>6.- Armado de los elementos</b>  Esto se lo puede elaborar con el montaje el propio programa, el cual se recomienda usa la extensión del programa llamado Naviate REX el cual es el encargado de montar los elementos de forma clara y agilizando los procesos.	Si	
<b>7.- Configuración de partición y marcas</b> Una visualización correcta de la planilla de fierros a los aceros de cada elemento de los deben asignarse a una de las siguientes secciones: Zapata Viga Columna Losa Escalera Una vez configurada se coloca la marca desde un número establecido para que sigan aumentando uno por uno como muestra en la imagen.	Si	
<b>8.- Filtros</b>  Para una visualización más fácil, se puede establecer filtros de colores según el diámetro que tenga cada barra.	Si	
<b>9.- Revisión de tablas de planificación y planilla de fierros</b> Teniendo la plantilla cargada, el tablero de programación ya estará preconfigurado, por lo que solamente es necesario la	Si	

Tabla 31. MEI Modelo Hidrosanitaria.

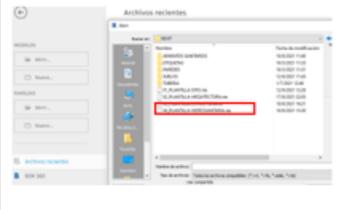
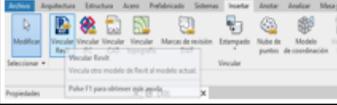
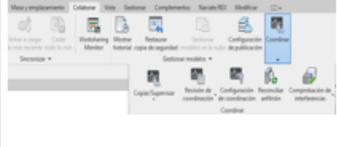
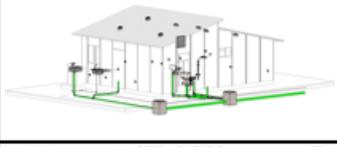
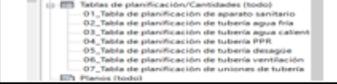
MANUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN (MEI)		
En este documento se muestra un manual en el cual se indicará los principales pasos para obtener los diferentes entregables propuestos en SDI y PEB		
MEI MODELO MEP HIDROSANITARIA		
DESCRIPCION	CUMPLE	IMAGEN
<p><b>1.- Cargar plantilla</b> El modelo se encuentre preconfigurado con los parámetros, unidades, familias y tabla de coordinación necesarias para este modelo. Contiene los siguientes componentes adicionales: Piezas de tuberías, loza sanitaria e instalaciones especiales. Configuración de parámetros de entidades y parámetros. Diagrama de planificación de aparatos sanitarios, tuberías y accesorios.</p>	Si	
<p><b>2.- Vincular modelo de arquitectura</b> Se relaciona con el modelo de arquitectónico para determinar la ubicación de los ejes y niveles, exportar y añadir aparatos sanitarios, vista del proyecto para la correcta modelación.</p>	Si	
<p><b>3.- Coordinación de la vinculación del modelo</b> En la pestaña Colaboración, en la sección de opciones Coordinadas y Copiar/Supervisar, se exportan los ejes y planos del modelo arquitectónico. La opción de copia por lotes también está abierta para poner los elementos cargados en el formulario</p>	Si	
<p><b>4.- Modelado de tuberías</b> Se diseñan las distintas canalizaciones necesarias, agua potable fría/caliente, alcantarillado, ventilación, extinción de incendios.</p>	Si	
<p><b>5.- Establecer tipo de sistemas</b> El tipo de sistema correcto está configurado para diferentes tuberías, si es así, se mostrará lo siguiente en la imagen:</p>	Si	
<p><b>6.- Filtros</b> Para una mejora en la visualización se puede establecer filtros de color según su sistema de tuberías.</p>	Si	
<p><b>7.- Revisión de tablas de planificación y planilla de hierro</b> Con la plantilla cargada, el tablero de programación se encuentra preconfigurado, por lo que solo es necesario su validación.</p>	Si	
<p><b>8.- Elaborar plano</b> Cargar la plantilla para planos y colocar lo necesario, ya sean vistas en planta, cortes, secciones, vistas laterales, vistas en 3D del modelo.</p>	Si	

Tabla 32. MEI Modelo eléctrico

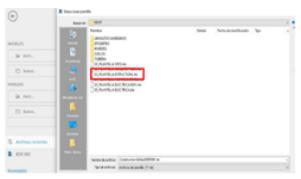
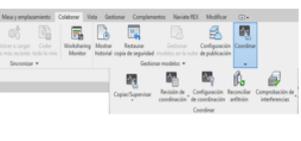
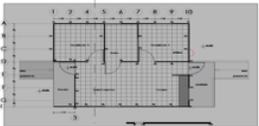
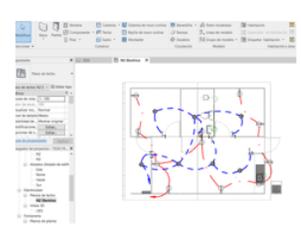
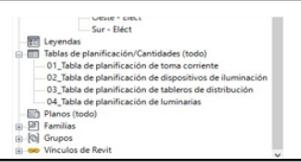
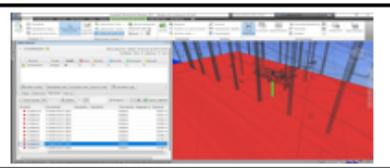
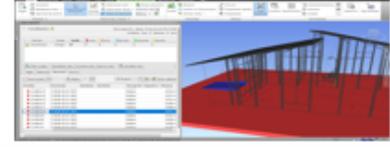
MANUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN (MEI)		
En este documento se muestra un manual en el cual se indicará los principales pasos para obtener los diferentes entregables propuestos en SDI y PEB		
MEI MODELO MEP ELECTRICO		
DESCRIPCION	CUMPLE	IMAGEN
<b>1.- Cargar plantilla</b> El modelo se encuentra preconfigurado con los parámetros, unidades, familias y tablas de planificación necesarias. Contiene los siguientes componentes adicionales: Entidades de iluminaria, corriente, tableros Configuración entidades y parámetros Tablas de diseño para luminaria, paneles, interruptores, toma corrientes	Si	
<b>2.- Vincular modelo de arquitectura</b> Se relaciona con el modelo de arquitectónico para posicionar la ubicación de los ejes y niveles, exportar y agregar accesorios de plomería y vista del proyecto para su correcta modelación.	Si	
<b>3.- Coordinación de la vinculación del modelo</b> En la pestaña Colaboración, en la sección de Coordinar y la opción de Copiar/Supervisar, se exportan los ejes y plano del modelo de arquitectura. La opción de copia por lotes también esta aperturada para colocar accesorios cargados en el formulario.	Si	
<b>4.- Generar planos de trabajos referenciales</b> Para la correcta colocación de luminarias, se deben realizar planos de referencia, los cuales deben estar en posición conocida como cielo falco o raso si fuera el caso.	Si	
<b>5.- Modelado de entidades eléctricas</b> Los sistemas de iluminación y energía deben estar conectados a su propio cableado para la representación proporcionada por REVIT, luego se conectarán al tablero de distribución.	Si	
<b>6.- Conexión de los sistemas de iluminación y potencia</b> Los sistemas de iluminación y energía deben estar conectados a su propio cableado para la representación proporcionada por REVIT, luego se conectarán al tablero de distribución.	Si	
<b>7.- Revisión de tablas de planificación</b> Con la plantilla cargada, el tablero de programación ya se encuentran preconfiguradas, por lo que solamente es necesario validar la información.	Si	
<b>8.- Elaborar plano</b> Se carga la plantilla de dibujo y se coloca los elementos necesario, ya sea un plano, una sección o una vista del modelo tridimensional.	Si	

Tabla 33. MEI Modelo de coordinación.

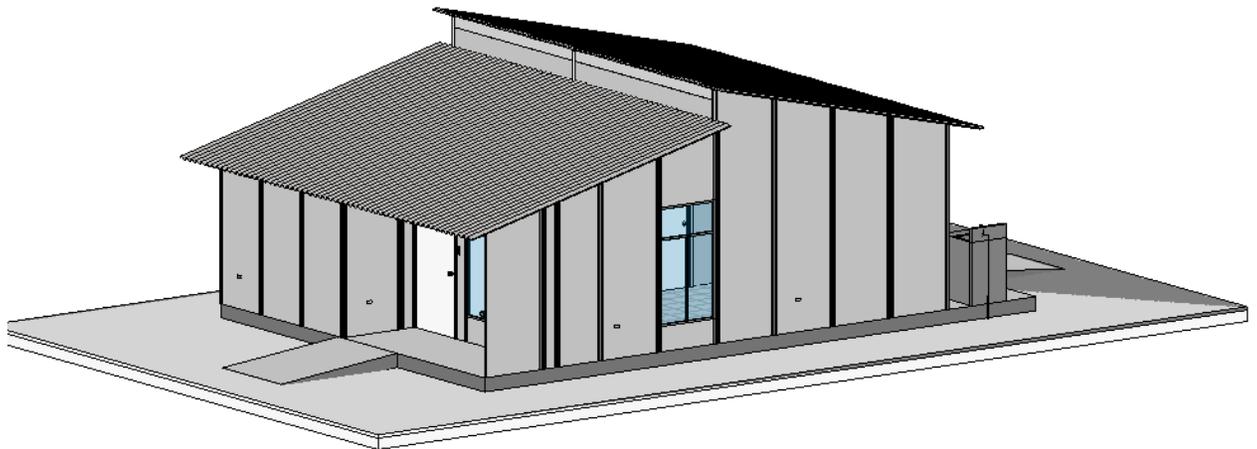
MANUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN (MEI)		
En este documento se muestra un manual en el cual se indicará los principales pasos para obtener los diferentes entregables propuestos en SDI y PEB		
MEI MODELO COORDINACIÓN		
DESCRIPCION	CUMPLE	IMAGEN
<b>1.- Vincular modelos</b>  Conectar todos los modelos para que se puedan combinar e uno, en donde se puede comprobar visualmente la geometría y superposición entre ellos para solicitar correcciones.	Si	
<b>2.- Inspección visual</b>  Solamente se puede inspeccionar visualmente de acuerdo a su función, los modelos juntos pueden realizar recorridos, vuelos, espectáculos y videos por fuera y por dentro.	Si	
<b>3.- Inspección geometría</b> En este punto el software permite la modificación de medidas como longitud, área, volumen, entre otros.	Si	
<b>4.- Informe de colisiones entre modelos</b> La revisión y coordinación final, se realiza generando un reporte de colisiones existentes, en donde como encargados se filtra que corresponde a una colisión entre modelos, existen 3 tipos de colisiones: estático, de espacio libre y duplicados	Si	
<b>5.- Corrección de modelos</b>  Con las fallas reportadas, se procede a solicitar las modificaciones correspondientes a los modelos para su posterior revisión.	Si	

- **Entregables y modelos BIM.**

Con la información detallada en el marco teórico y lo requerido en los formatos SDI y PEB, se hizo uso de la metodología desarrollada los distintos modelos que fueron interpretados para presentar sus entregables siguiendo el MEI, además, antes de crear cada modelo, dado que es una aplicación BIM, se creó una plantilla para cada uno para ahorrar tiempo en el futuro y que se dé fácil uso.

- **Modelo de arquitectura.**

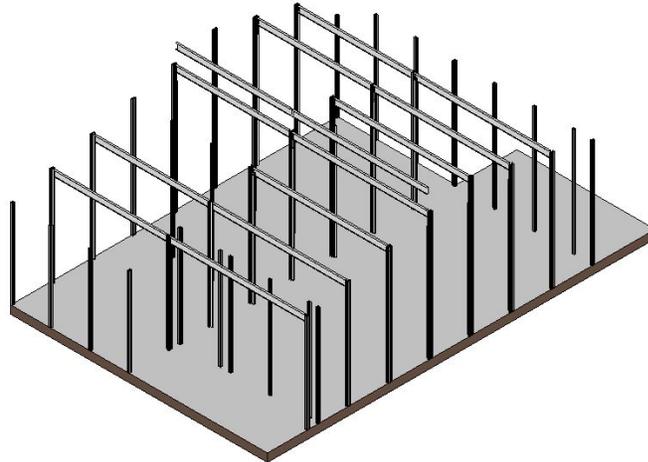
En el siguiente modelo se observa la arquitectura del proyecto en la cual como se indica en la metodología se agrega las entidades necesarias como puertas, ventanas, mobiliario, paredes, etc. Adicional se cuenta con las fachadas claras al ser un modelo tridimensional, este modelo sirve como la base para la creación de otros modelos. A continuación, se el modelo arquitectónico del presente proyecto es.



*Figura 18. Modelo de arquitectura.*

- **Modelo de estructura.**

La estructura como tal no cuenta con un diseño, solamente está compuesta por elementos prefabricados que conforman las paredes y divisiones internas, la estructura está definida como un “sistema tipo caja”.



*Figura 19. Modelo de estructura.*

- **Paneles de fibrocemento.**

En el modelo numero 4 dentro de la metodología, representa la parte estructural de la casa, en base a su forma estructural, y el procedimiento de modelado. Siguiendo lo mencionado por la metodología, en el siguiente modelado se representan las entidades como paredes prefabricadas, piso, vigas, entre otros. A continuación, se observa el modelo realizado en hormigón armado.

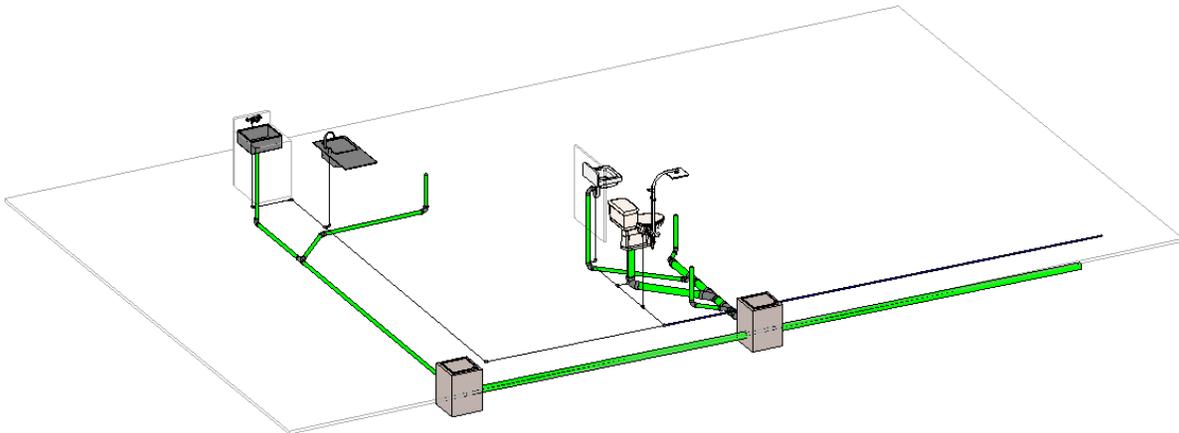


*Figura 20. Paneles de fibrocemento.*

- **Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP).**

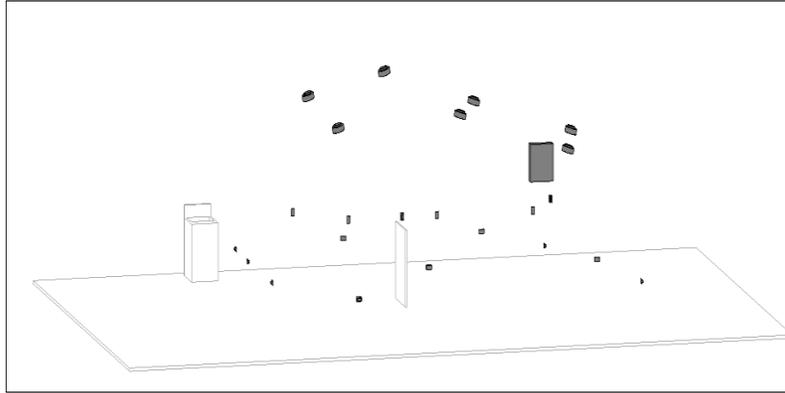
Los modelos representados a continuación corresponden al número 5 según la metodología, los cuales se dividen en 2 diferentes diseños, el primero es la parte hidrosanitaria y el segundo corresponde a lo eléctrico.

En el diseño hidrosanitario se muestra en la metodología entidades como tuberías, sistemas sanitarios, sistemas mecánicos, entre otros. El modelo hidrosanitario del proyecto es el siguiente.



*Figura 21. Modelo Hidrosanitario.*

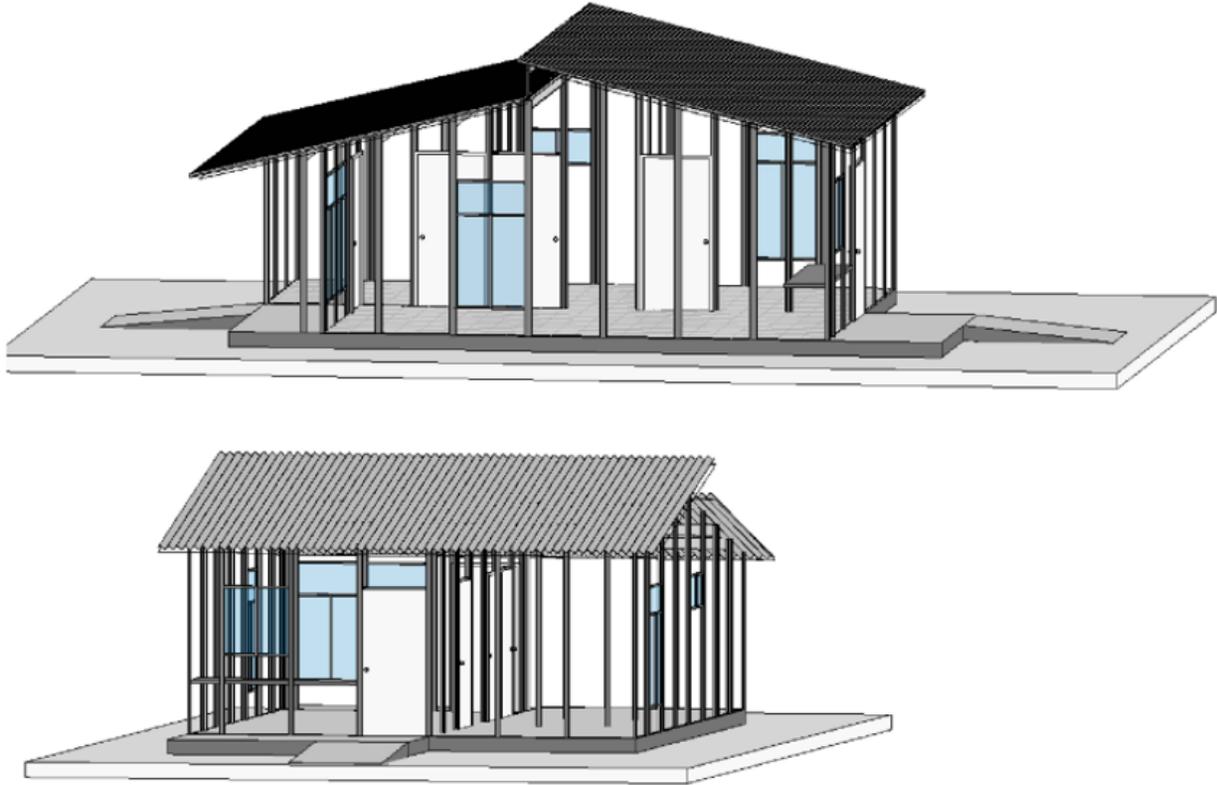
En el diseño eléctrico se muestra en la metodología entidades como luminarias, interruptores, tableros de distribución, tomas corrientes, etc. El modelo eléctrico del proyecto es el siguiente.



*Figura 22. Modelo eléctrico.*

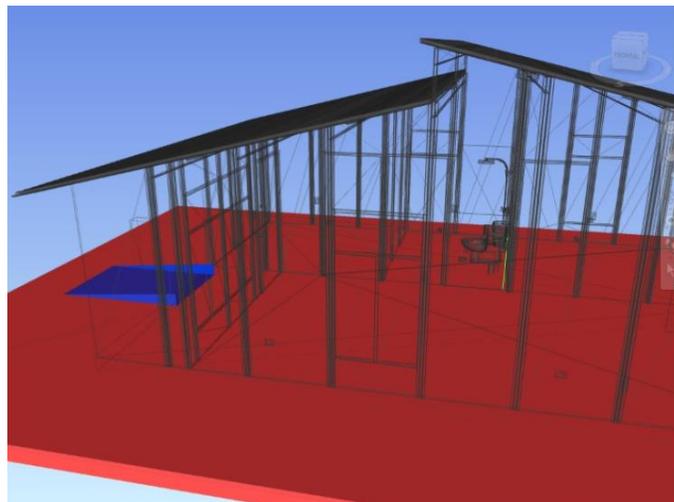
- **Modelo de coordinación.**

El modelo de coordinación es el número 6 en la metodología. Esta plantilla es una colección de todas las plantillas anteriores para coordinar y revisar en consecuencia. Para crear este modelo, a diferencia de los anteriores, se utilizó un programa de Autodesk llamado Navisworks Manage. En el programa, es posible vincular todos los modelos y realizar controles visuales y técnicos e inconsistencias entre modelos, que es el más importante entre los modelos, ya que es la base de la combinación. Después de vincular los modelos, se revelan todos los conflictos entre los modelos, en este caso, el coordinador debe filtrar para obtener los conflictos reales y así obtener un informe de conflicto que se enviará más tarde para su posterior edición y aprobación final de todos los modelos. Con las plantillas, el formato se presenta después de vincular todas las plantillas como se muestra en la figura. Para el proyecto se presenta un modelo en la estructura de hormigón con muros prefabricados.



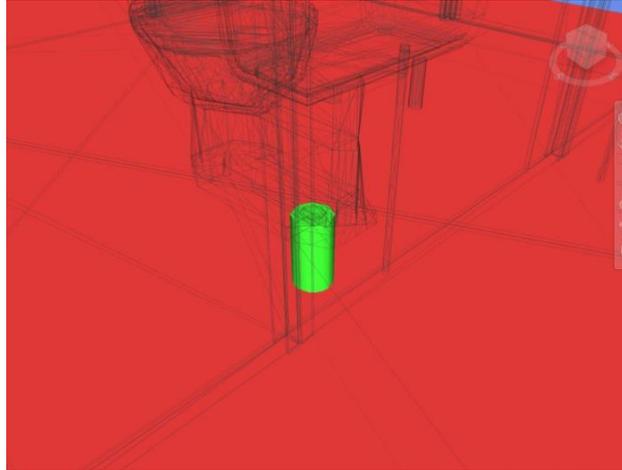
*Figura 23. Modelo de coordinación.*

Al ocultar el modelo arquitectónico, puede ver claramente el resto de las entidades en el modelo MEP.



*Figura 24. Detalle de modelo de coordinación #1.*

De esta forma también se pueden visualizar otras entidades del modelo MEP



*Figura 25. Detalle de modelo de coordinación #2.*

- **Planos**

En la metodología y formato de aplicación presentado, se generan distribuciones, así como en esta sección los diagramas correspondientes, para mostrar el origen de los modelos, con mayor eficiencia y mejores de igual o mayor calidad. Además, se presentan varios diagramas de programas derivados de sistemas, y dado que el propósito de este trabajo es mostrar cómo aplicar correctamente la metodología, solo se presentan algunos para cada programa. El formulario está diseñado de manera que no se vuelve demasiado amplio, ya que la idea principal es mostrar cómo se entregará el producto.

• Modelo arquitectónico

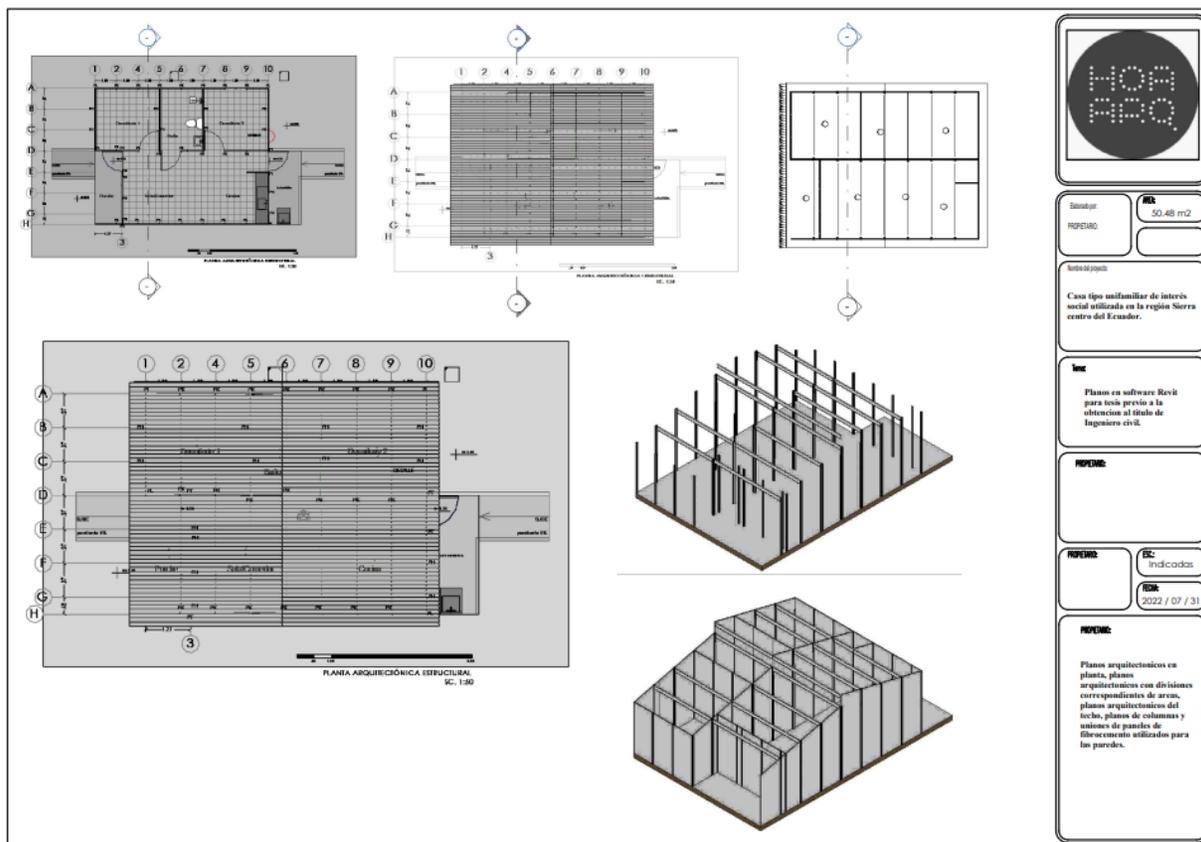


Figura 26. Entregables planos arquitectónicos.

- Modelo MEP hidrosanitaria

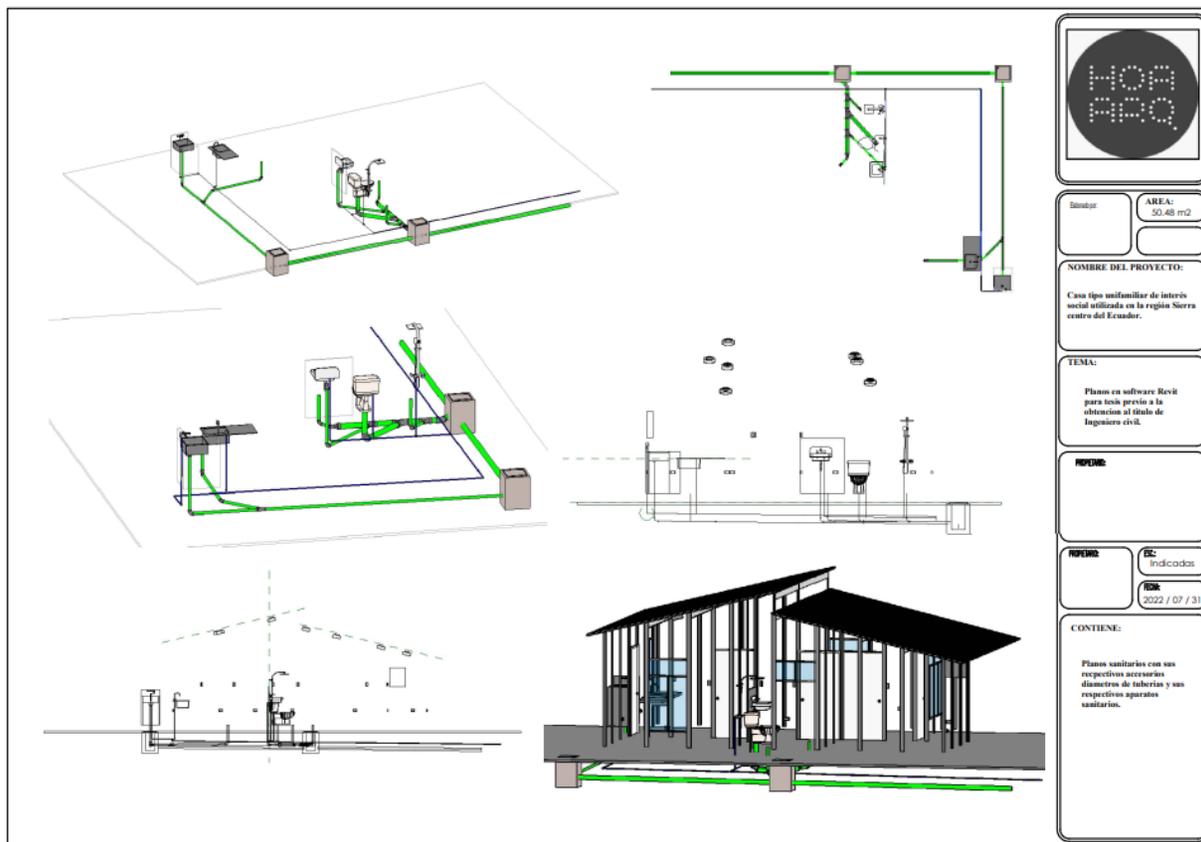
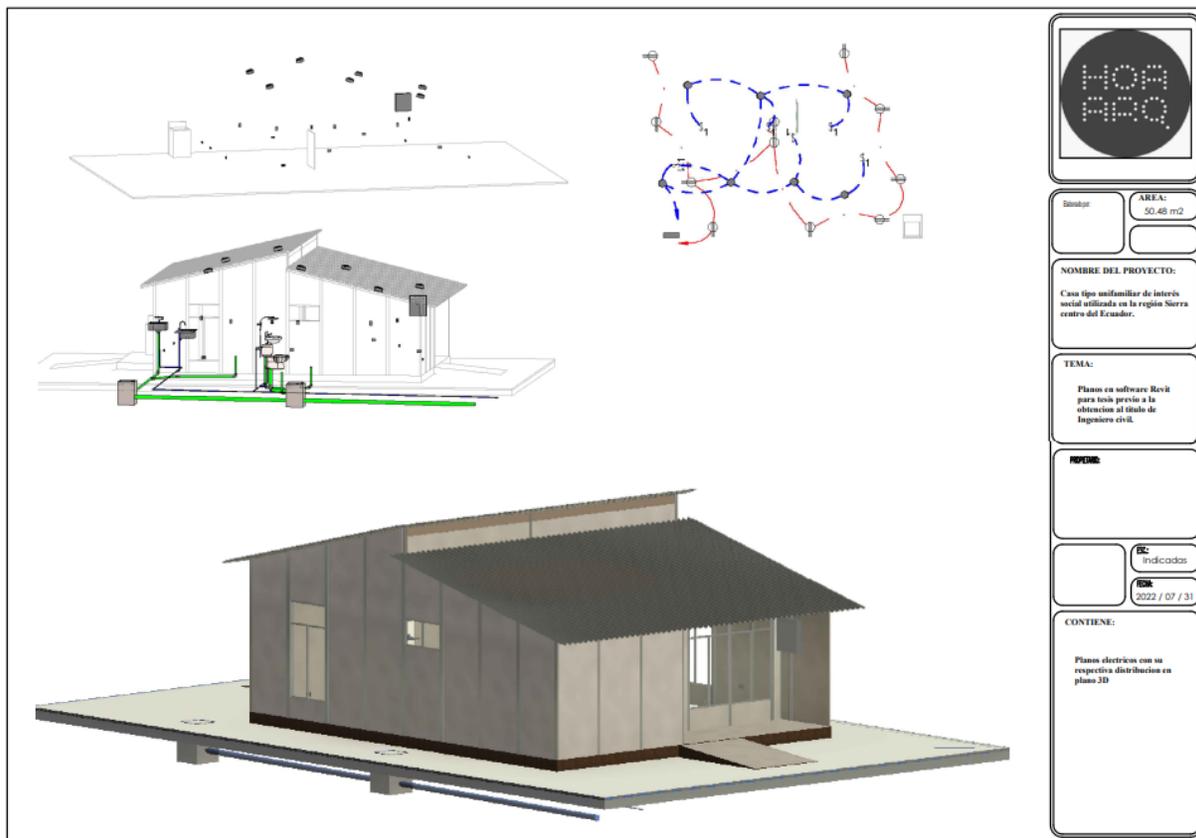


Figura 27. Entregables planos hidrosanitarios.

- **Modelo MEP eléctrico**



*Figura 28. Entregables plano de instalaciones eléctricas.*

- **Tablas de planificación.**

De la misma manera, de acuerdo a la metodología y formatos de aplicación presentados, también se brindan tablas de calidad de materiales o, como se denominan en este trabajo, tablas de planificación, las cuales aparecen más próximas entre sí de forma automática a partir de modelos, porque esta tabla no sólo es diseñada como factores tridimensionales, pero también como información cuantificable, lo que significa que una vez completado, se puede extraer la salida sin ningún problema. De las plantillas anteriores tenemos las siguientes tablas normalizadas según necesidad en formatos y plantillas preprogramadas.

Tabla 34. Planificación de puertas.

<Tabla de planificación de puertas>		
A	B	C
Familia y tipo	Marca de tipo	Recuento
Door-Interior-Single-Flush_Panel-Wood: P1	14	5
Total general: 5		

Tabla 35. Cantidades de tuberías y tipo de tuberías.

<Tabla de planificación de tuberías>		
A	B	C
Clasificación de sistema	Diámetro	Longitud
Agua caliente sanitaria	1/2"	1.29
Agua caliente sanitaria: 2		1.29
Agua fría sanitaria	1/2"	24.12
Agua fría sanitaria: 14		24.12
Sanitario	2"	14.28
Sanitario	4"	12.51
Sanitario: 21		26.80
Sin definir	1/2"	0.53
Sin definir: 1		0.53
Total general: 38		52.73

Tabla 36. Planificación de uniones de tuberías.

<b>&lt;Tabla de planificación de uniones de tubería&gt;</b>			
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Clasificación de sistema	Familia	Tamaño	Recuento
Agua caliente sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	1/2"ø-1/2"ø	2
Agua caliente sanitaria: 2			2
Agua fría sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	1"ø-1"ø	1
Agua fría sanitaria	M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	1"ø-1/2"ø	1
Agua fría sanitaria	M_Codo - PVC - Serie 40	1/2"ø-1/2"ø	6
Agua fría sanitaria	M_Te - PVC - Serie 40	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	4
Agua fría sanitaria: 12			12
Sanitario		2"ø-2"ø	9
Sanitario	M_Sanitario con te de reducción - PVC - Serie 40 - DWV	2"ø-2"ø-2"ø	1
Sanitario	M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-2"ø	2
Sanitario	M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-4"ø	2
Sanitario	M_Sanitario con te de reducción - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-4"ø-2"ø	2
Sanitario	M_Sanitario con te de reducción - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-4"ø-4"ø	1
Sanitario: 17			17
Total general: 31			31

## **Capítulo 4: Análisis y resultados**

### **Correlación entre modelos**

En el presente capítulo se destaca una de las mayores ventajas de trabajar con el método BIM, que es la interacción con todas las áreas de la ingeniería. antes de crear las plantillas, las plantillas se unen para mejorar el diseño y la comunicación, lo que funciona de manera correcta. Se puede observar al modelo de concurrencia usando el programa Naviswok Manage, en donde se puede hacer una curación profunda para ver todo el proyecto y cómo funciona. En el siguiente apartado se toma como ejemplo una de las grandes ventajas de este programa, que es la capacidad de monitorear los conflictos entre áreas técnicas y con ello, la coordinación informará a los funcionarios. Responsable de cada área para emitir las reparaciones involucradas, para que no se convierta en un problema más adelante en la construcción.

- **Conflictos entre modelos**

Una de las ventajas de este enfoque es que, al ser una construcción virtual, se obtiene puede observar las interferencias que se presentan en los modelos, es decir, el traslape con los elementos constructivos al chocar, esto permite realizar una corrección antes de dar paso a la construcción de la obra. Esto beneficiara en los costos y tiempos del proyecto.

En el presente proyecto se cuenta con un modelo en hormigón, en el cual se analizan los conflictos presentados.

En el modelo de coordinación presentado anteriormente, se realiza un análisis de las discrepancias entre los modelos que se puede observar en la imagen, dando como resultado un total de 27 discrepancias, las cuales es necesario corregir para así poder contar con la aprobación de los modelos.

- **Modelo de arquitectura - Modelo de estructura**

Según el análisis realizado se presentaron 5 conflictos con el modelo de estructural, los cuales fueron por pequeños errores de modelamiento.

Tabla 37. Modelo de arquitectónico-modelo estructural

AUTODESK®  
NAVISWORKS® Informe de conflictos

Tolerancia Conflictos/Nuevo/Activo/Revisado/Aprobado/Resuelto Tipo Estado															
ARQ-EST 0.05m 5 0 0 0 0 0 Estático/Acepto															
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Utilización de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
								ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Activo	-0.400	C-3: N+3.05	Estático	2022/7/13 01:32	x:3.882, y:0.924, z:5.658	ID de elemento: 287736	N	009 pintura interior	Sólido	ID de elemento: 405240	Nivel	Hormigón-Viga rectangular: 25x40	Armadura estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40
	Conflicto2	Activo	-0.330	C-3: N+3.90	Estático	2022/7/13 01:32	x:3.882, y:0.924, z:5.508	ID de elemento: 405816	N	009 pintura interior	Sólido	ID de elemento: 405240	Nivel	Hormigón-Viga rectangular: 25x40	Armadura estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40
	Conflicto3	Activo	-0.313	D-4: +0.00	Estático	2022/7/13 01:32	x:4.700, y:4.907, z:3.650	ID de elemento: 178729	N	009 pintura interior	Sólido	ID de elemento: 405240	PB	Hormigón-Viga rectangular: 25x40	Armadura estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40
	Conflicto4	Activo	-0.287	D-4: N+3.05	Estático	2022/7/13 01:32	x:3.808, y:2.420, z:5.500	ID de elemento: 284633	N	009 pintura interior	Sólido	ID de elemento: 405240	Nivel	Hormigón-Viga rectangular: 25x40	Armadura estructural: Hormigón-Viga rectangular: 25x40
	Conflicto5	Activo	-0.235	D-4: N+3.05	Estático	2022/7/13 01:32	x:-0.000483, y:3.708, z:3.868	ID de elemento: 236482	N	004 empapelado interior	Sólido	ID de elemento: 405230	Nivel	Hormigón-Viga rectangular: 30x40	Armadura estructural: Hormigón-Viga rectangular: 30x40

- **Modelo de arquitectura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP)**

En el análisis hidrosanitario se presentaron 7 conflictos los cuales no se consideran dentro del análisis ya que son errores irrelevantes que no afectan en nada a la estructura.

Tabla 38. Modelo de arquitectura - Modelo mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP).

AUTODESK®  
NAVISWORKS® Informe de conflictos

Tolerancia Conflictos/Nuevo/Activo/Revisado/Aprobado/Resuelto Tipo Estado															
ARQ-MEP1 0.05m 7 0 0 0 0 0 Estático/Acepto															
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Utilización de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
								ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto47	Resuelto	0.068	B-1: +0.00	Estático	2022/7/13 03:06	x:0.162, y:8.986, z:2.670	ID de elemento: 413358	N	Techo compuesto	Techos: Techo compuesto: Techo de PVL	ID de elemento: 1040759	Nivel	Plastigama Sanitaria	Sólido
	Conflicto83	Resuelto	0.071	B-4: +0.00	Estático	2022/7/13 03:06	x:0.034, y:-3.846, z:2.670	ID de elemento: 413476	N	Techo compuesto	Techos: Techo compuesto: Techo de PVL	ID de elemento: 1040827	Nivel	Plastigama Sanitaria	Sólido
	Conflicto84	Resuelto	0.068	A-4: N+3.90	Estático	2022/7/13 03:06	x:3.653, y:-2.170, z:8.370	ID de elemento: 414773	N	Techo compuesto	Techos: Techo compuesto: Techo de PVL	ID de elemento: 1011821	Nivel	Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Drainage	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Drainage
	Conflicto85	Resuelto	0.068	A-4: N+3.05	Estático	2022/7/13 03:06	x:-0.021, y:-2.184, z:8.500	ID de elemento: 413708	N	Techo compuesto	Techos: Techo compuesto: Techo de PVL	ID de elemento: 1041112	Nivel	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Drainage
	Conflicto107	Resuelto	0.059	B-1: N+3.90	Estático	2022/7/13 03:06	x:0.115, y:9.024, z:8.370	ID de elemento: 414708	N	Techo compuesto	Techos: Techo compuesto: Techo de PVL	ID de elemento: 1021764	Nivel	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Drainage
	Conflicto109	Resuelto	0.059	B-1: N+3.05	Estático	2022/7/13 03:06	x:-0.007, y:9.015, z:5.520	ID de elemento: 413629	N	Techo compuesto	Techos: Techo compuesto: Techo de PVL	ID de elemento: 1040666	Nivel	Plastigama Sanitaria	Sólido
	Conflicto112	Activo	0.058	A-10: N-0.20	Estático	2022/7/13 03:06	x:2.649, y:11.076, z:0.087	ID de elemento: 312229	N	La tuberías: Puerto de garage: PARMONE-SUONE1.4	Sólido	ID de elemento: 1035882	PB	Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: Plastigama PVC, Pexidan AF Rosquilla

- **Modelo de estructura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP)**

En el siguiente análisis se presentó la mayor cantidad de conflictos entre modelos estructural e hidrosanitario, con un total de 15. De estos conflictos bastantes de ellos se presentaron por un error de altura de tuberías de agua, la cual choca con la viga, entre otros.

Modelo de estructura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP).

Tabla 39. Modelo de estructura - Modelo de mecánico, eléctrico e hidrosanitario (MEP).

AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos

EST-MEP:		Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Añorado	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
		0.050m	367	29	138	0	0	0	De espacio libre	Acceptar

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de vigila	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1		Elemento 2		
								ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento
	Conflicto1	Activo	-0.137	C-3 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:2.300, y:1.458, z:5.891	ID de elemento: 405298	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1013432	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto2	Activo	-0.115	C-1 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:2.300, y:8.290, z:5.737	ID de elemento: 405298	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1000509	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto3	Activo	-0.108	B-4 / +0.00	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:-0.108, y:-3.801, z:5.050	ID de elemento: 494713	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1040577	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto4	Activo	-0.092	C-3 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:-1.448, y:1.494, z:5.300	ID de elemento: 405298	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1013428	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto5	Activo	-0.090	A-4 / +0.00	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:-3.692, y:-2.166, z:3.050	ID de elemento: 494711	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1041112	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto201	Activo	-0.081	C-3 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 02:58	x:2.524, y:1.377, z:5.300	ID de elemento: 405298	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 998006	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Pasillo AF Resizable
	Conflicto6	Activo	-0.080	A-4 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:-3.680, y:-2.156, z:5.000	ID de elemento: 405286	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1041112	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto7	Activo	-0.077	B-5 / N -0.28	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:-0.250, y:8.751, z:-0.074	ID de elemento: 400018	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1023913	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto8	Activo	-0.075	B-5 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:0.552, y:9.146, z:5.300	ID de elemento: 405226	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1010310	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto9	Activo	-0.072	C-1 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:-3.301, y:8.974, z:5.769	ID de elemento: 405226	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1000908	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto10	Activo	-0.071	B-5 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:0.088, y:9.084, z:5.300	ID de elemento: 405228	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1021764	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto11	Activo	-0.070	C-1 / N +3.05	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:-3.128, y:9.340, z:5.300	ID de elemento: 405228	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1003927	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe
	Conflicto13	Activo	-0.070	B-1 / +0.00	De espacio libre	2021/9/19 03:01	x:0.103, y:9.009, z:3.050	ID de elemento: 402863	Nivel: Viga rectangular	ID de elemento: 1040667	Nivel: Tipos de tubería	Tuberías: Tipos de tubería: PLASTIGAMA Sanitaria PVC Desagüe

- **Análisis de modificaciones del proyecto**

Por otra parte, en el análisis de conflictos con el modelo eléctrico, este no presento ninguno en su modelo estructural.

Entonces una vez corregido los conflictos presentados, estos ya se lo colocan como resueltos y así culminaría la etapa de planificación y diseño dentro de los primeros modelos establecidos. Hasta este punto se llegó en el presente trabajo.

### **Conclusiones**

- El procedimiento realizado para adecuada implementación y aplicación permitió desarrollar un flujo de trabajo en 4 ejes esenciales, con sus correspondientes estrategias, las cuales están orientadas a una beneficiosa implantación de la metodología BIM en la empresa para así de esta manera crear los 3 documentos utilizados durante todo el proceso con la respectiva estandarización, los documentos son: Solicitud de Información (SDI), Plan de Ejecución (PEB) y Manual de Entrega de Información (MEI) así como también sus entregables desde la planificación hasta su diseño
- Seguir un flujo de trabajo establecido que comienza con la elaboración de una Solicitud de Información (SDI), en el cual se definen los datos generales de la implementación que serán analizados para elaborar un Plan de Ejecución (PEB) y Manual de entrega de Información (MEI) para de esta manera estandarizar procedimientos, información y entregables para que cada etapa cuente con la información necesaria para lograr la interoperabilidad con las distintas áreas técnicas. Obteniendo como resultado una correcta aplicación BIM con su normativa.
- La correcta construcción del modelo según estándares BIM requiere de una adecuada parametrización de la información proporcionada en los documentos elaborados anteriormente (SDI PEB MEI), por lo que es completamente posible crear los modelos BIM propuestos, estos son: modelo arquitectónico, modelo

estructural, modelo eléctrico, modelo sanitario y modelo de coordinación, todo esto es posible con la recopilación necesaria para la elaboración de los entregables planteados para cada área.

- Mediante el modelo de coordinación se obtuvo la correlación entre todas las áreas técnicas, en el presente caso de estudio se presentaron 27 conflictos entre las distintas áreas. Esta planificación anticipada puede reducir en gran medida los costos y contratiempos inesperados.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda no hacer uso del presente trabajo de titulación ya que solamente es una base de la correcta implementación BIM, teniendo en cuenta que cada proyecto cuenta con distintos requerimientos.
- Se recomienda trabajar con proveedores que cuenten con tecnologías BIM de esta manera se mejorara el proceso de modelamiento de proyecto, actualmente Plastigama y TecnoPIPE son empresas que cuentan con librería BIM en el país.
- Se recomienda que antes de implementar la metodología BIM se realice una evaluación completa de los requisitos necesarios del proyecto para adaptar y modificar los estándares BIM según sea necesario.
- Durante el presente trabajo se implementó la metodología BIM mediante un ciclo de planificar, implementar y mantener con sus distintos pilares. En el proceso de mantener se recomienda que, en una futura aplicación de la metodología en el caso de estudio, esta pueda ser elaborada en estructura metálica, con la cual se añadiría el uso de programas que faciliten su modelamiento, en la actualidad se

cuenta con programas de la empresa Autosek llamados Advance Steel, la cual facilitaría la exportación de la estructura a Revit. Esta recomendación se la realizar debido a que sería una estructura de mejor calidad.

## Referencias (APA)

- Brugarolas, S. A. (22 de Septiembre de 2016). *UPC BARCELONATECH*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/103199/TFG%20Memoria.pdf>
- Bruno Sanchez, Cristina Sanz, Asier Latorre. (Junio - Abril de 2021). *Competencias del Jefe de Obra*. Obtenido de Competences for the Spanish Construction Site Manager: <file:///C:/Users/Susy/Downloads/6054-Texto%20del%20art%C3%ADculo-16226-1-10-20210618.pdf>
- Callejas, R. (2010). *Formulación y Evaluación de un Plan Negocio*. Quito, Ecuador: McGraw Hill. doi:978-9942-03-111-2
- Ecuador, B. C. (17 de Febrero de 2021). *Banco Central del Ecuador*. Obtenido de <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1413-la-inversion-total-de-la-economia-fue-de-usd-26-908-millones-en-2019>
- Eseverri, A. E. (16 de Noviembre de 2017). *ESPACIO BIM*. Obtenido de <https://www.espaciobim.com/usos-bim>
- Eseverri, A. E. (26 de Octubre de 2017). *ESPACIO BIM*. Obtenido de <https://www.espaciobim.com/eir-bim>
- Eseverri, A. E. (07 de Diciembre de 2018). *Espacio BIM*. Obtenido de <https://www.espaciobim.com/bep>
- Eseverri, A. E. (16 de Enero de 2020). *Espacio BIM*. Obtenido de [https://www.espaciobim.com/bim?fbclid=IwAR21ri6QWOA02m5Zgx\\_CI7dK0JeYo\\_t00hzMyJs2ODz3M-1SqmOBbFm5E9xU](https://www.espaciobim.com/bim?fbclid=IwAR21ri6QWOA02m5Zgx_CI7dK0JeYo_t00hzMyJs2ODz3M-1SqmOBbFm5E9xU)
- IAC. (1 - 5 de oCTUBRE de 2018). *INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL FEDERATION*. Obtenido de <https://www.iafastro.org/events/iac/iac-2018/>

Koala. (17 de Junio de 2020). *Koala*. Obtenido de <https://koalaarchitecture.com/trabajo-colaborativo-en-bim-koala/>

Ortega, A. S. (25 de Octubre de 2016). *Espacio BIM*. Obtenido de <https://www.espaciobim.com/lod>

Ortega, B. S. (05 de Julio de 2018). *Espacio BIM*. Obtenido de <https://www.espaciobim.com/estandar-bim-empresa-aec>

Villena Manzanares, Francisco; Garcia Segura, Tatiana; Ballesteros-Pérez, Pablo; . (10 - 12 de 07 de 2019). *International Congress on Project Management and Engineering*. Obtenido de [http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2278/AT02-%20026\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2278/AT02-%20026_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

• Anexo A: Planos entregados por el MIDUVI

The image displays a set of architectural drawings for a project titled "MODELO CASA PARA TODOS". The drawings include:

- Plano de Cimbra (SC 1.1A):** A structural grid plan showing a rectangular layout with grid lines 1-5 and A-D.
- Plano Arquitectónico (SC 1.1B):** A detailed architectural floor plan showing room layouts, stairs, and furniture placement.
- Plano Arquitectónico (Huelgas) (SC 1.1C):** A floor plan with blue circles highlighting specific areas, likely related to accessibility or structural details.
- Plano Arquitectónico (Jardines) (SC 1.1D):** A floor plan with green areas and trees, representing the landscaping and garden layout.
- Secciones:** Vertical cross-sections of the building, showing structural elements and interior levels.

On the right side, there is a data table and form:

UBICACIÓN	
SITIO:	
DETALLES Y TIPOS DE VENTANAS:	ESCALA:
DETALLES ARCHITECTÓNICOS:	MAQUETA:
	FINALEO:
	PROYECTO: MODULO CUBIERTA
LAMINA	12/13

DATOS DE LA EDIFICACIÓN		
PROPIETARIO:	NRO. DE PROYECTO:	
CONSTRUCCIÓN:	PLANTA:	
	MAQUETA:	
	PROYECTO:	
CONFORMACIÓN:	COS. PA:	COS. TOTAL:
USO PRINCIPAL:		
USOS:		

CUADRO DE ÁREAS				
DATOS DE LA EDIFICACIÓN				
USO	USO	ÁREA METR.	ÁREA DEL	ÁREA DEL
USO	USO	USO	USO	USO
USO	USO	USO	USO	USO
USO	USO	USO	USO	USO

PROPIETARIO:	PROYECTISTA:

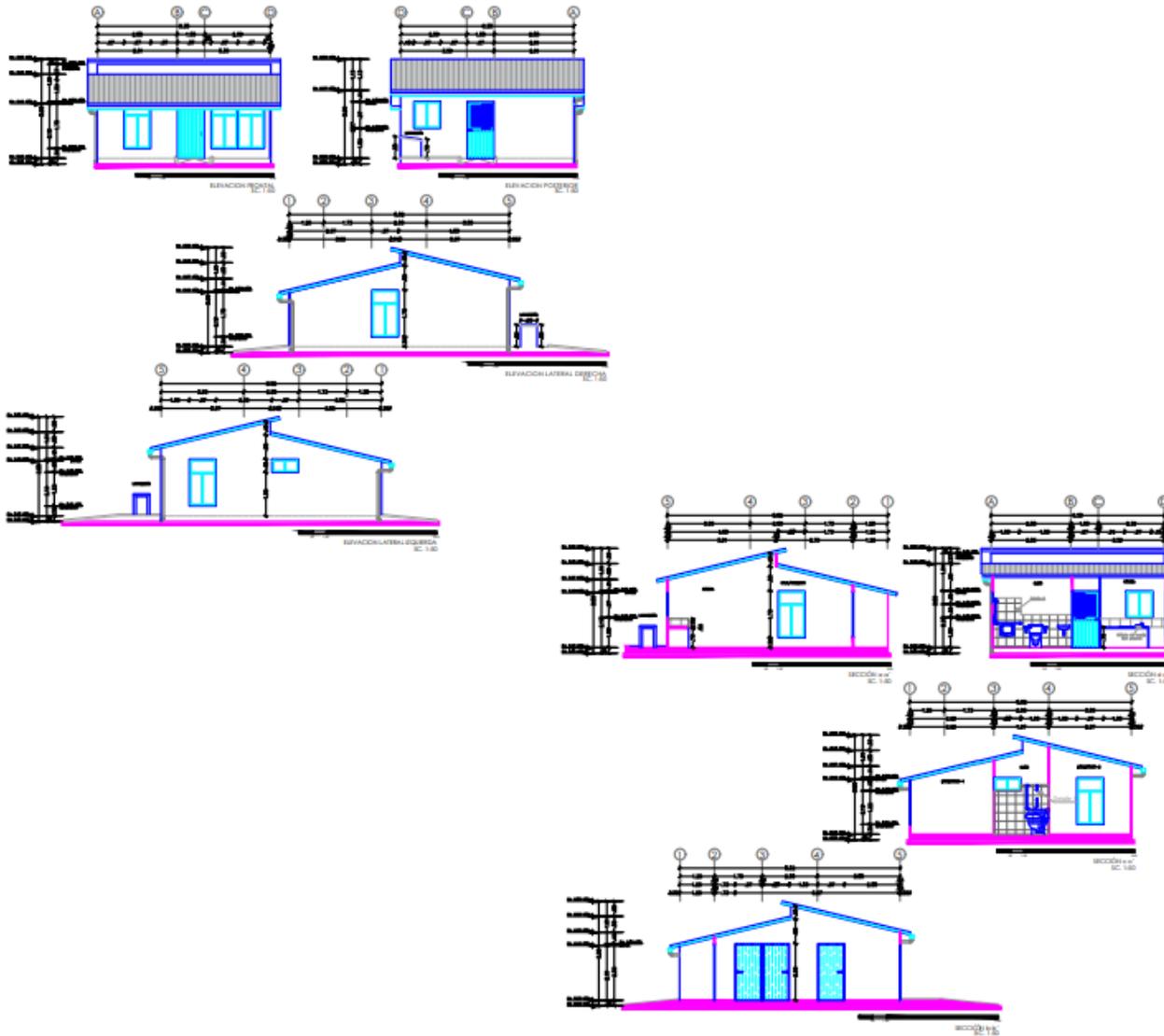
  

**NOTAS:**

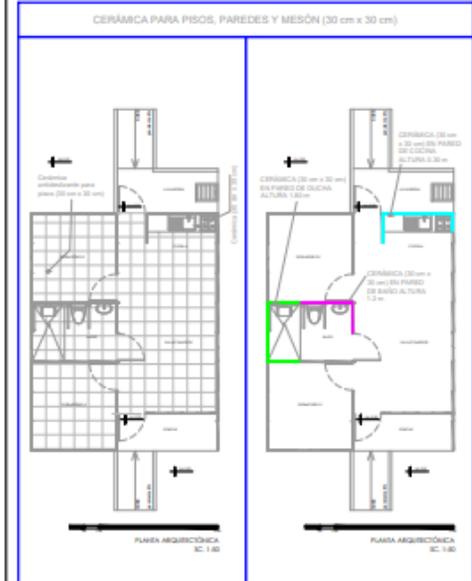
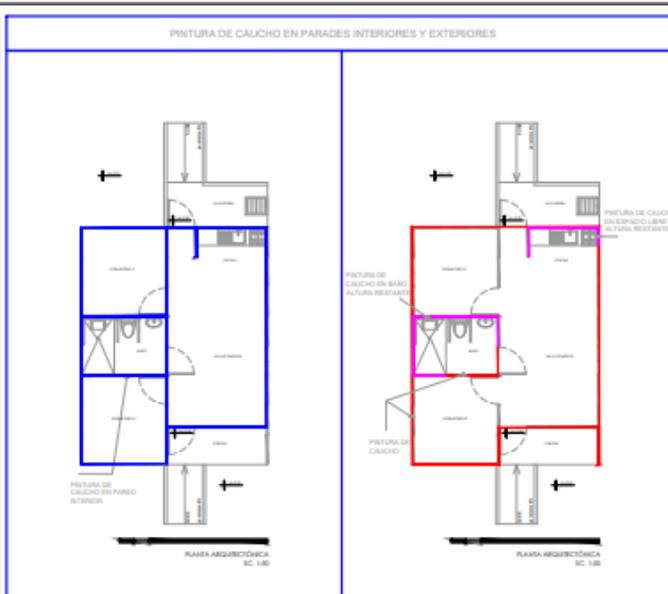
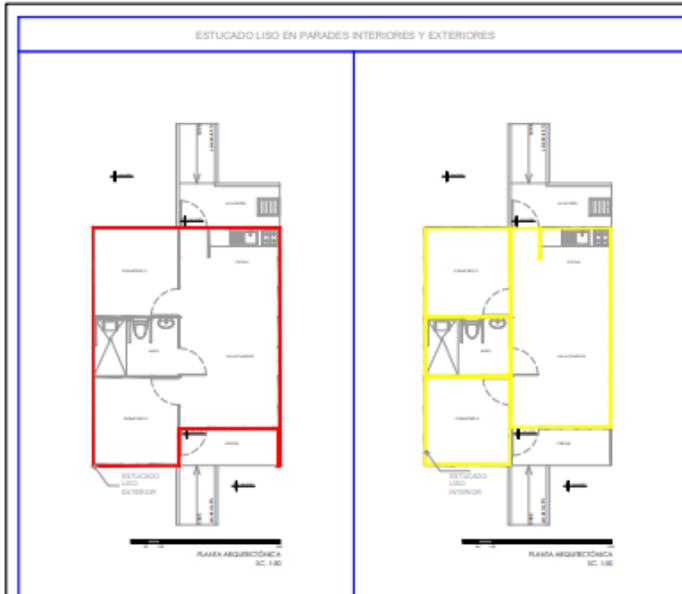
1. PARA TODOS LOS PLANOS Y DETALLES REVISAR LAS MEDIDAS INDICADAS Y PERIFONEAR CON LA ESCALA.
2. TODOS LOS CONCEPTOS VERIFICARLAS CONDICIONES Y COORDINARLAS LAS MEDIDAS EN OBRA.

**SELLOS MUNICIPALES**



<b>MODELO CASA PARA TODOS</b>				
UBICACION EN ESCALA				
CONTENIDO: DETALLES Y TIPOS DE VENTANAS DETALLES INSUFICIENTES	ESCALA: 1:500 FECHA: MAYO 2018 PROYECTO: C/01 LECTORES REGULAR OBLIGAR			
LAMINA	12/13			
<b>DATOS DE LA EDIFICACION</b>				
PROPIETARIO: MAYALLEN PACHECO	NRO. DE REGISTRO:			
PLANO CATASTRAL:	FECHA:			
PROY. NRO.:	MAYO 2018			
CANTON:	PARAGUALLA			
CONIFICACION:	USO FE:                      USO TOTAL:			
USO PRINCIPAL: COMERCIO				
<b>CUADRO DE ÁREAS</b>				
DATOS DE LA EDIFICACION				
TOTAL	USO	ÁREA BRUTA	ÁREA ÚTIL	ÁREA TOTAL
1.200	1.200	20.00	18.00	38.00
TOTAL		20.00	18.00	38.00
PROPIETARIO:		PROYECTISTA:		
MAYALLEN PACHECO		ING. ALVARO RIVERA		
NOTAS:				
1.- PARA TODOS LOS PLANOS Y DETALLES RELEN LAS MEDIDAS INDICADAS Y PRECIZACION SOBRE LA ESCALA.				
2.- TODOS LOS CONTRATOS VERIFICAR LAS CONDICIONES Y COMPROMISOS LOS MEDIDAS DEL DISEÑO.				
<b>SELLOS MUNICIPALES</b>				



### CUADRO DE ACABADOS

AMBIENTE	ACABADOS	DESCRIPCIÓN
COCINA	Pisos	Cerámica antideslizante para piso (30 cm x 30 cm)
	Paredes	Marcostenería de placas de hormigón simple 250kg/cm² pintadas. Cerámica en paredes como indican los planos
	Mesón	Mesón de hormigón prefabricado armado montado con distancia (45 cm x 30 cm)
	Puertas	Puerta metálica con panel acústico y aislamiento térmico de 2 pulgadas (incluye pestillo y pasador)
COMEDOR	Pisos	Cerámica antideslizante para piso (30 cm x 30 cm)
	Paredes	Marcostenería de placas de hormigón simple 250kg/cm² y pintadas
	Puertas	Puerta metálica con panel acústico y aislamiento térmico de 2 pulgadas (incluye pestillo y pasador)
	Ventanas	Aluminio natural y vidrio laminado (incluye le = 4 mm) incluye mano lig y malla mosquitera
SALA	Pisos	Cerámica antideslizante para piso (30 cm x 30 cm)
	Paredes	Marcostenería de placas de hormigón simple 250kg/cm² y pintadas
	Puertas	Puerta de madera laminada con recubrimiento de lámina laminada (100 cm x 210 cm); incluye cerradura de mango tipo palanca
	Ventanas	Aluminio natural y vidrio laminado (incluye le = 4 mm) incluye mano lig y malla mosquitera
DORMITORIOS	Pisos	Cerámica antideslizante para piso (30 cm x 30 cm)
	Paredes	Marcostenería de placas de hormigón simple 250kg/cm² y pintadas
	Puertas	Puerta de madera laminada con recubrimiento de lámina laminada (100 cm x 210 cm); incluye cerradura de mango tipo palanca
	Ventanas	Aluminio natural y vidrio laminado (incluye le = 4 mm) incluye mano lig y malla mosquitera
BAÑO	Pisos	Cerámica antideslizante para piso (30 cm x 30 cm)
	Paredes	Marcostenería de placas de hormigón simple 250kg/cm² pintadas. Cerámica en paredes como indican los planos
	Puertas	Puerta de madera laminada con recubrimiento de lámina laminada (100 cm x 210 cm); incluye cerradura de mango tipo palanca
	Ventanas	Aluminio natural y vidrio laminado (incluye le = 4 mm) incluye mano lig y malla mosquitera
EXTERIOR	Rampa, escaleras y mesón	Hormigón rugoso, técnica escobillado con pendiente de 8%
	Paredes y columnas	Marcostenería de placas de hormigón simple 250kg/cm² estucadas y pintadas. Estucado tipo acabado tipo (1) con cubierta de tratamiento preparada al exterior e interior

### MODELO CASA PARA TODOS

**UBICACIÓN EN ESCALA**

CONTINENTE: <input type="text"/>	ESCALA: <input type="text"/>
DETALLES Y TIPO DE VENTANAS: <input type="text"/>	REGIÓN: <input type="text"/>
DETALLES ARQUITECTÓNICOS: <input type="text"/>	MADEIRA: <input type="text"/>
	PROYECTO: <input type="text"/>
	PROYECTISTA: <input type="text"/>

**LAMINA 12/13**

---

**DATOS DE LA EDIFICACIÓN**

PROPIETARIO: <input type="text"/>	NRO. DE PROYECTO: <input type="text"/>
CLASIFICACIÓN: <input type="text"/>	REGIÓN: <input type="text"/>
SOL. TIPO: <input type="text"/>	MADEIRA: <input type="text"/>
CANTON: <input type="text"/>	PARRQUISA: <input type="text"/>
COPIFICACIÓN: <input type="text"/>	COS. PE: <input type="text"/>
USO PRINCIPAL: <input type="text"/>	COS. TOTAL: <input type="text"/>
USO SECUNDARIO: <input type="text"/>	

---

**CUADRO DE ÁREAS**

DATOS DE LA EDIFICACIÓN				
ÁREA TOTAL	ÁREA ÚTIL	ÁREA CONSTRUIDA	ÁREA DE PAVIMENTO	ÁREA DE PAVIMENTO
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

---

PROPIETARIO: <input type="text"/>	PROYECTISTA: <input type="text"/>

---

**NOTAS:**

- 1- PARA TODOS LOS PLANOS Y DETALLES SEGUIR LAS MEDIDAS NACIONALES Y PREVISIONES SOBRE LA ESCALA.
- 2- TODOS LOS CONTRATOS VERIFICAR LAS CONDICIONES Y COMPROMISOS USUARIOS EN OBRA.

**SELLOS MUNICIPALES**

### PUERTAS METÁLICAS

CUADRO DE PUERTAS		
TIPO	ESPESOR	MEDIDAS
PUERTA METÁLICA	1.50	2.10 x 0.90
PUERTA METÁLICA	1.50	2.10 x 0.90
PUERTA METÁLICA	1.50	2.10 x 0.90

PLANTA ARQUITECTÓNICA SC. 1:40

VEGA PLANTA SC. 1:40

### VENTANAS DE ALUMINIO (INCLUYE VIDRIO CLARO 4 mm Y MALLA MOSQUITERA)

CUADRO DE VENTANAS		
TIPO	ESPESOR	MEDIDAS
VENTANA ALUMINIO	1.50	1.20 x 0.80
VENTANA ALUMINIO	1.50	1.20 x 0.80
VENTANA ALUMINIO	1.50	1.20 x 0.80

PLANTA ARQUITECTÓNICA SC. 1:40

VEGA PLANTA SC. 1:40

### MODELO CASA PARA TODOS

UBICACIÓN  
EN ESCALA

CONTENIDO: DETALLES Y TIPO DE VENTANAS DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS	ESCALA: 1:40 1:20 1:10 1:5 1:2 1:1
LAMINA	12/13

### PUERTAS DE MADERA TAMBORADA

PLANTA ARQUITECTÓNICA SC. 1:40

VEGA PLANTA SC. 1:40

### DETALLES

DETALLE I SC. 1:40

DETALLE II SC. 1:40

Nota: Las anotaciones en azul y rojo son para identificación sobre un croquis en las condiciones de los planos que lo requieren y tendrán un costo adicional.

### DATOS DE LA EDIFICACIÓN

PROPIETARIO:

ACTUACIÓN:

CLAVE CATASTRAL:  NRO. DE PRECIO:

REG. TIPO:  FOLIO:

CANTON:  PARROQUIA:

FORMACIÓN:  LOS PE:  LOS TOTAL:

USO PRINCIPAL:

USO:

### CUADRO DE ÁREAS

DATOS DE LA EDIFICACIÓN				
USO	ÁREA	ÁREA ÚTIL	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL
USO	ÁREA	ÁREA ÚTIL	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL
TOTAL				

### SELOS MUNICIPALES

PROPIETARIO:

PROYECTISTA:

R.U.C. DEL PROYECTISTA:

R.U.C. DEL PROYECTISTA:

NOTAS:  
1- PARA TODOS LOS PLANOS Y DETALLES SEBEN LAS MEDIDAS INDICADAS Y PRESERVAR SOBRE LA ESCALA.  
2- TODOS LOS CONTRATISTAS VERIFICAR LAS CONDICIONES Y COMPRIMAN LAS MEDIDAS EN OBRA.

ELEVACIÓN POSTERIOR SC. 1:40

ELEVACIÓN LATERAL DERECHA SC. 1:40

ELEVACIÓN POSTERIOR SC. 1:40

ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA SC. 1:40

PLANTA ARQUITECTÓNICA (SIMBOLICO-HORISONTAL) SC. 1:40



**INSTALACIÓN SANITARIA**  
SC. 1:50

**SIMBOLOGÍA SANITARIA**

- Tubería de PVC 110mm
- Tubería de PVC 50mm
- Codo 90° PVC 110mm
- Codo 90° PVC 50mm
- Codo 45° PVC 110mm
- Codo 45° PVC 50mm
- Ampliación de PVC de 50mm a 110mm
- Yee de PVC 110mm
- Caja de Registro
- Sumidero

**INSTALACIÓN HIDRÁULICA**  
SC. 1:50

**SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA**

- Tubería de PVC 1/2"
- Universal de PVC 1/2"
- Codo 90° PVC 1/2"
- Llave de paso 1/2"
- Tee PVC 1/2"
- Medidor de Agua

**MODELO CASA PARA TODOS**

---

**UBICACIÓN**  
EN ESCALA

<b>CONTENIDO:</b> DETALLES Y TIPOS DE VENTANAS DETALLES REQUISITIVOS	<b>ESCALA:</b> 1:50 <b>FECHA:</b> MAYO 2018 <b>PROYECTO:</b> ARG. LEONEL ROSALY CUELLAR
<b>LAMINA</b>	<b>12/13</b>

---

**DATOS DE LA EDIFICACIÓN**

<b>PROPIETARIO:</b> ESTANISLAO PEREZ		<b>NRO. DE PROYECTO:</b>	
<b>CLASE CATASTRAL:</b>		<b>FECHA:</b> MAYO 2018	
<b>DIRECCIÓN:</b>		<b>PARRQUIAL:</b>	
<b>EDIFICACIÓN:</b>	<b>USO PR.</b>	<b>USO TOTAL:</b>	
<b>USO PRINCIPAL:</b>			

---

**CUADRO DE ÁREAS**

DATOS DE LA EDIFICACIÓN			
USO	ÁREA ÚTIL	ÁREA CONSTR.	ÁREA TOTAL
EDIFICIO	SE. 01	SE. 01	SE. 01
TOTAL			

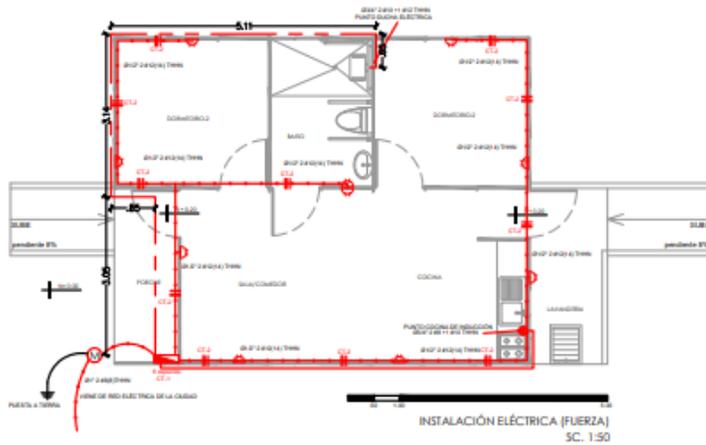
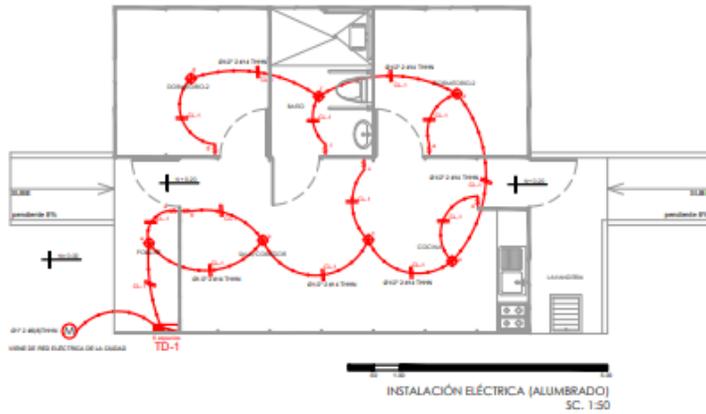
---

<b>PROPIETARIO:</b>  <i>(Signature)</i> RUC: 000000000000000000	<b>PROYECTISTA:</b>  <i>(Signature)</i> RUC: 000000000000000000
--	--

1.- PARA TODOS LOS PLANOS Y DETALLES USAR LAS MEDIDAS INDICADAS Y PREVIAS SOBRE LA ESCALA.  
2.- TODOS LOS COMPONENTES VERIFICAR LAS CONDICIONES Y COMPROMETER LAS MEDIDAS DEL OBRA.

---

**SELLOS MUNICIPALES**



**SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA**

- Lámpara con boquilla de baquetta
- Circuito de iluminación 2 #14 THHN, tubería de 1/2"
- Interruptor simple subterráneo
- Tablero de distribución subterráneo, 25A-120v
- Circuito tomacorrientes polarizados 2 #12(14) THHN, tubería de 1/2"
- Circuito cauce de tubería 2 #6(10) THHN, tubería 3/4"
- Circuito ducta eléctrica 2 #12(14) THHN, tubería 3/4"
- Alimentador principal (acometida eléctrica) para cada vivienda 2 #6(8) THHN, tubería 1"
- Punto Cauce de tubería (PCT)
- Tablero de distribución e espacios

<b>MODELO CASA PARA TODOS</b>			
<b>UBICACIÓN</b> BARRIO			
DIRECCIÓN: DETALLES Y TIPOS DE VENTANAS DETALLES ACROFOTOCOPIAS	LOCAL: PROYECTA: MARZO 2018 CONSULTA: ANO LÍNEA ASUMIR CUELLAR		
<b>LAMINA</b>	<b>12/13</b>		
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>			
PROPIETARIO: MAYORADO PEREZ/CHIA			
CLAVE CATASTRAL:			
NRO. DE PISO:			
NÚM. TERC:			
PROYECTA: MARZO 2018			
PARQUEO:			
ZONIFICACIÓN:			
USO PR:			
USO TOTAL:			
USO TERRESTRIAL:			
<b>CUADRO DE ÁREAS</b>			
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>			
LEO	AREA BRUTA	AREA CONSTRUIDA	AREA TOTAL
ENERGIA	RESERVA	CONSTRUCION	SE ENT
TOTAL		CONSTRUCION	SE ENT
		SE ENT	SE ENT
PROPIETARIO: MAYORADO PEREZ/CHIA		PROYECTISTA: MAYORADO PEREZ/CHIA	
1- PARA TODOS LOS PLANOS Y DETALLES RESERVAR LAS MEDIDAS INDICADAS Y PRESERVARLAS SOBRE LA ESCALA. 2- TODOS LOS CONTRATISTAS VERIFICAR LAS CONDICIONES Y COMPROMETERSE A LOS MEDIDAS DEL DISEÑO.			
<b>SELLOS MUNICIPALES</b>			

**Anexo B:**

