

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, MEDIANTE LA METODOLOGÍA BIM”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autor:**

Ronald Zamora Pozo

Asesor:

Ing. Mg. Lizbeth Milagros Merma Gallardo  
<https://orcid.org/0000-0002-4644-063X>

Lima - Perú

2023

## INFORME DE SIMILITUD

Optimización del proceso de preparación y documentación de un proyecto de edificación para la etapa de operación y mantenimiento, mediante la metodología BIM

### ORIGINALITY REPORT

<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Student Paper	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www.cabacorbim.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>www.idi-unicyt.org</b> Internet Source	<b>1%</b>

Exclude quotes  On  
Exclude bibliography  On

Exclude matches  < 1%

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis seres queridos, quienes me apoyaron en mi proceso de formación académica y profesional, impulsándome a lograr cada objetivo trazado

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera dar agradecimiento a los profesores de las universidades y centros de capacitación en los cuales inicié y culminé distintas etapas de mi formación académica, quienes me brindaron parte de sus conocimientos y experiencias.

Asimismo, a los profesionales con los que compartí distintos trabajos y me apoyaron en mi desarrollo laboral.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>INFORME DE SIMILITUD.....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Tiempos de trabajos para la recolección de información de campo, con un enfoque metodológico.</i> .....	47
Tabla 2: <i>Tiempos de trabajos para la recolección de información de campo, sin un enfoque metodológico.</i> .....	48
Tabla 3: <i>Optimización de trabajos de recolección de campo</i> .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Organigrama</i> .....	<b>12</b>
<b>Figura 2</b> <i>Diseño de planos para construcción</i> .....	<b>13</b>
<b>Figura 3</b> <i>Propuesta de diseño y remodelación</i> .....	<b>14</b>
<b>Figura 4</b> <i>Construcción de Muros de albañilería confinada de vivienda</i> .....	<b>14</b>
<b>Figura 5</b> <i>Construcción virtual de proyectos</i> .....	<b>15</b>
<b>Figura 6</b> <i>Renderizado y recorrido virtual</i> .....	<b>16</b>
<b>Figura 7</b> <i>Ciclo de vida del proyecto BIM</i> .....	<b>18</b>
<b>Figura 8</b> <i>Diagrama de Flujos de procesos con pilares VDC</i> .....	<b>19</b>
<b>Figura 9</b> <i>Desarrollo del BIM en el Reino Unido</i> .....	<b>20</b>
<b>Figura 10</b> <i>Usos BIM</i> .....	<b>21</b>
<b>Figura 11</b> <i>Esquema del LOIN</i> .....	<b>24</b>
<b>Figura 12</b> <i>Nivel de desarrollo BIM de un tabique</i> .....	<b>25</b>
<b>Figura 13</b> <i>Simulación 4D y 5D usando el software Navisworks</i> .....	<b>27</b>
<b>Figura 14</b> <i>Primeras 3 dimensiones BIM más comunes</i> .....	<b>28</b>
<b>Figura 15</b> <i>Dimensiones BIM que dan un mayor valor agregado.</i> .....	<b>29</b>
<b>Figura 16</b> <i>Acrónimo con el costo intuitivo en las fases de proyecto</i> .....	<b>30</b>
<b>Figura 17</b> <i>Vista 3D general de un proyecto tipo RETAIL</i> .....	<b>32</b>
<b>Figura 18</b> <i>Vista 3D de las instalaciones de un proyecto RETAIL</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 19</b> <i>Vista 3D de un proyecto tipo educación.</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 20</b> <i>Vista 3D de las instalaciones de un proyecto tipo educación.</i> .....	<b>34</b>
<b>Figura 21</b> <i>Vista 3D de un proyecto tipo vivienda</i> .....	<b>34</b>
<b>Figura 22</b> <i>Vista 3D de las instalaciones de un proyecto tipo vivienda</i> .....	<b>35</b>
<b>Figura 23</b> <i>Vista 3D de un proyecto tipo oficinas</i> .....	<b>35</b>
<b>Figura 24</b> <i>Vista 3D de las instalaciones de un proyecto tipo oficinas.</i> .....	<b>36</b>

<b>Figura 25</b>	<b><i>Flujograma del programa</i></b> .....	<b>39</b>
<b>Figura 26</b>	<b><i>Navegador de proyecto adecuado de la especialidad de IISS</i></b> .....	<b>40</b>
<b>Figura 27</b>	<b><i>Asignación de colores para los sistemas de las especialidades</i></b> .....	<b>41</b>
<b>Figura 28</b>	<b><i>Comparativa de la obra con el modelo BIM de un LOD 350</i></b> .....	<b>42</b>
<b>Figura 29</b>	<b><i>Flujograma del programa</i></b> .....	<b>43</b>
<b>Figura 30</b>	<b><i>Check list de Parametros VS elementos</i></b> .....	<b>44</b>
<b>Figura 31</b>	<b><i>Levantamiento de información con medidas de campo</i></b> .....	<b>45</b>
<b>Figura 32</b>	<b><i>Recorridos en campo para verificación de instalaciones</i></b> .....	<b>46</b>
<b>Figura 33</b>	<b><i>Flujograma del programa</i></b> .....	<b>49</b>
<b>Figura 34</b>	<b><i>Verificación de lo construido VS el modelado</i></b> .....	<b>50</b>
<b>Figura 35</b>	<b><i>Organización del navegador de proyecto para las tablas control de IIEE</i></b> .....	<b>51</b>
<b>Figura 36</b>	<b><i>Comparación de la optimización de la calidad del modelo</i></b> .....	<b>52</b>
<b>Figura 37</b>	<b><i>Estructura del navegador de proyecto para las especialidades</i></b> .....	<b>54</b>
<b>Figura 38</b>	<b><i>Comparación de tiempos de actividades</i></b> .....	<b>55</b>
<b>Figura 39</b>	<b><i>Representación de la instalación de obra en el modelo BIM</i></b> .....	<b>57</b>
<b>Figura 40</b>	<b><i>Estructura de la tabla de metrados del Revit</i></b> .....	<b>58</b>
<b>Figura 41</b>	<b><i>Comparativa de tiempos de trabajo tradicional y en BIM</i></b> .....	<b>59</b>
<b>Figura 42</b>	<b><i>Flujograma de trabajo para la entrega de documentación BIM</i></b> .....	<b>60</b>



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se desarrolló para demostrar la experiencia obtenida en los proyectos en los cuales participé y fueron presentados en este contenido, haciendo uso de la metodología BIM para el desarrollo del proceso de preparación y documentación de un proyecto de edificación para la etapa de operación y mantenimiento. Entre las actividades que desempeñé en el proyecto, están las de entregar un modelo adecuadamente planteado para la incorporación de información que previamente fuera coordinada con los especialistas del proyecto, cumpliendo con el control de calidad; realizar el recorrido en campo para revisar la concordancia de lo plasmado en el modelo BIM y la obra, logrando optimizar el flujo de trabajo de las inspecciones y el procesamiento de éste. Con el uso de la metodología BIM en el proceso de control de elementos en obra se pudo cumplir con la adecuada cuantificación e inventariado, logrando una mayor productividad al analizarlo bajo la herramienta de carta balance, obteniendo mayores tiempos contributivos y productivos. En forma general con el presente trabajo se logró una productividad en el proceso de preparación y documentación de un proyecto de edificación aplicando la metodología BIM, lo cual nos da un panorama más claro de la importancia de su aplicación no solo en las primeras etapas (diseño y construcción) de proyecto sino también darle énfasis a la etapa de operación y mantenimiento, una muy importante ya que en ella se pondrá en funcionamiento al proyecto para dar servicios a la sociedad.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Contextualización de la experiencia profesional

A continuación, se realiza la descripción de mi experiencia laboral como bachiller de la carrera de ingeniería civil. Precisando un poco más, la rama en la cual me desempeño actualmente, que es la gestión en donde ocupó el cargo de coordinador proyectos de la empresa CABACOR ingeniería y construcción SAC, donde las principales funciones fueron las de revisión de los expedientes para detectar las incompatibilidades de los proyectos antes de llevarlos a ejecución, todo esto bajo la metodología BIM que permite un flujo de trabajo colaborativo y de la mano de un modelo tridimensional del proyecto asemejando a una construcción digital del mismo y nos permite una mejor revisión del proyecto en coordinación con los especialistas involucrados; entre las principales funciones de revisión de los expedientes están las siguientes: la entrega de planos de coordinación de zonas de conflicto, propuestas de mejora en relación a los planos recibidos en donde se liberan interferencias interdisciplinarias, realizar reunión de coordinación que en la metodología BIM se denominan sesiones de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE) que se dan entre los especialistas, entrega de detalles constructivos, metrados actualizados en base a un proyecto ya compatibilizado que simula la construcción y en ocasiones planos asbuilt cuando realice el acompañamiento durante la etapa de construcción.

Durante el proceso de revisión y coordinación de los proyectos, se llegan a culminar en la etapa de compatibilización y aminoramiento de la cantidad de posibles requerimientos de información (RFI) que puedan llegar a obra o en el proceso de construcción poder anticiparnos, pero es importante indicar que hasta este punto del proceso de aplicación del BIM, sólo se ha aprovechado un pequeño porcentaje de la metodología, es por ello que en algunos proyectos ha sido necesario llevar este modelo a una vista tridimensional que forma parte del expediente

hasta una siguiente etapa, partiendo de la etapa de diseño, construcción y llegando hasta la etapa de operación, dónde se han seguido procedimientos de iniciación de una construcción digital con estándares que permitan la incorporación de información relevante que ayuden a unificar toda la data en un solo archivo colaborativo y éste sea aplicable para la etapa deseada.

## **1.2. Antecedentes de la empresa**

### **1.2.1. Fundación y contextualización del sector.**

La empresa CABACOR ingeniería y arquitectura SAC, fue fundada en el año 2018, enfocándose principalmente en trabajos de diseño, consultoría de proyectos y construcción; y es que durante el proceso de trabajo y experiencia adquirida fue seleccionada para llevar a cabo proyectos de gran envergadura como Centros comerciales, Clínicas, hospitales, edificios multifamiliares, colegios y universidades; las cuales requieren servicios de consultoría, que debido a la magnitud de sus proyectos tienen la necesidad de contratar a empresas que colaboren en las revisiones y coordinaciones de sus proyectos bajo herramientas y procesos innovadores como lo es la metodología BIM que se está implantando en el Perú hace ya algunos años y que rige bajo un plan BIM nacional desde el 28 de julio de 2019, mediante el Decreto N. 239-2019-EF que indica la incorporación progresiva del BIM en los procesos de las fases del ciclo de inversión desarrolladas por las Entidades. (Ministerio de economía y finanzas, 2019, 28 de julio).

#### ***Ubicación***

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Ciudad: Lima

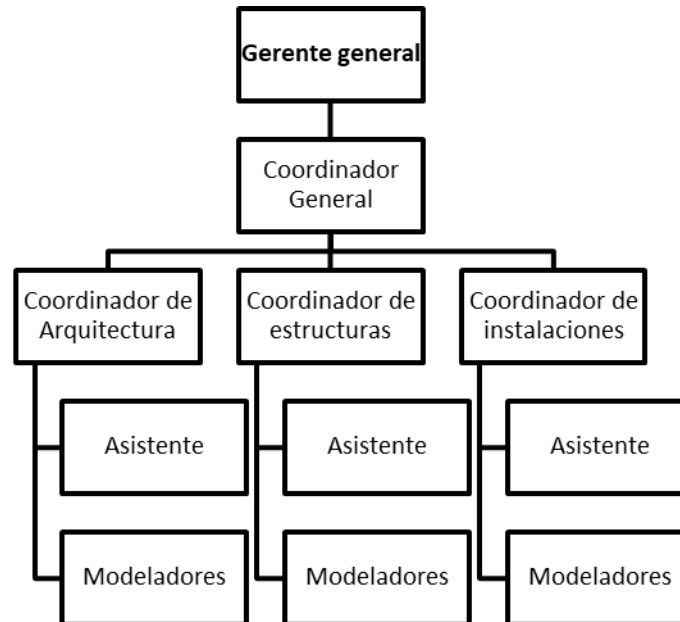
Distrito: Comas

Las oficinas de la empresa se encuentran en el piso 3 del edificio ubicado en la calle Inca Roca 100.

## Organigrama

Figura 1

### Organigrama



Fuente: elaboración propia 2023

### 1.2.2. Visión y misión de la empresa

**Visión:** Consolidarnos en el mercado nacional e internacional, en el desarrollo y producción de modelos digitales aplicando la tecnología BIM, usando diferentes herramientas de diseño y visualización brindando la información necesaria para el diseño y la construcción.

**Misión:** Nuestra misión como empresa es trabajar con esfuerzo y dedicación para que nuestros clientes tengan un servicio eficiente y veraz con alta calidad de trabajo. Ofreciendo mejores soluciones integrales adecuándonos a la necesidad de cada cliente y proyecto.

### Experiencia

La empresa CABACOR ingeniería y arquitectura tiene entre sus principales servicios, la consultoría que implica la revisión y coordinación de los proyectos durante sus etapas de

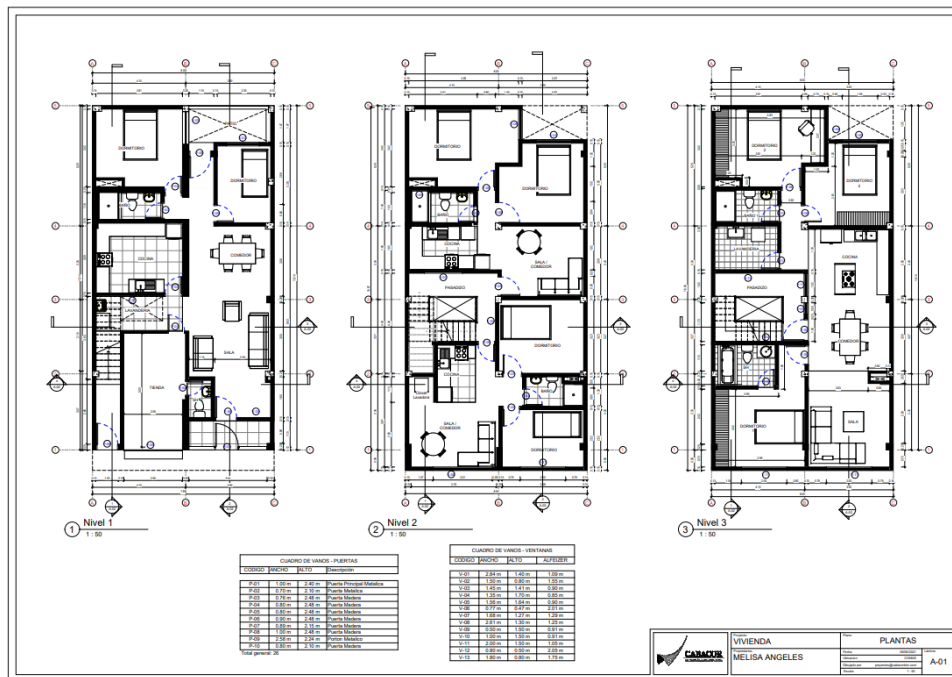
diseño, auditoria o construcción, todos bajo un procedimiento tradicional en etapas iniciales y que en la actualidad se viene dando bajo herramientas o métodos innovadores como lo es la metodología BIM. Entre los principales servicios que ofrece la empresa se encuentran:

## Diseño

Elaboración de planos de construcción para edificaciones nuevas, ampliaciones y remodelaciones. Asesoramiento, propuestas y revisión en diseños previamente elaborados y actualización de la documentación.

### Figura 2

*Diseño de planos para construcción*



Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C

**Figura 3**

*Propuesta de diseño y remodelación*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

## **Construcción**

Asesoramiento en proyectos de construcción, mejoramiento, levantamiento de campo y ejecución basándose con el cumplimiento del reglamento nacional de edificaciones.

**Figura 4**

*Construcción de Muros de albañilería confinada de vivienda*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

## Consultoría BIM

Asesoramiento y acompañamiento de proyectos durante las etapas de diseño, realizando la gestión interdisciplinaria para la compatibilización bajo la metodología BIM, teniendo en cuenta procesos y estándares internos de la empresa como los ya implantados nacionalmente. Bajo este entorno metodológico también abarca procesos y servicios de recorridos virtuales de la construcción digital como el de renderizados que aporten un valor agregado a los proyectos tanto del sector privado como servicios al sector público.

### Figura 5

*Construcción virtual de proyectos*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

**Figura 6**

*Renderizado y recorrido virtual*



Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se contemplará el marco teórico correspondiente al trabajo de optimización del proceso de preparación y documentación de un proyecto de edificación para la etapa de operación y mantenimiento, mediante la metodología BIM.

### **Metodología BIM**

Se pueden tener varias definiciones respecto a la metodología BIM (Building Information Modeling), entre unas de las más conocidas es la que se puede definir como una metodología o proceso colaborativo de creación y administración de la información de un proyecto de construcción de un activo, basándose en centralizar toda la información del proyecto en un modelo digital de información gestionado por todos los involucrado del proyecto (buildingsmart, s.f.).

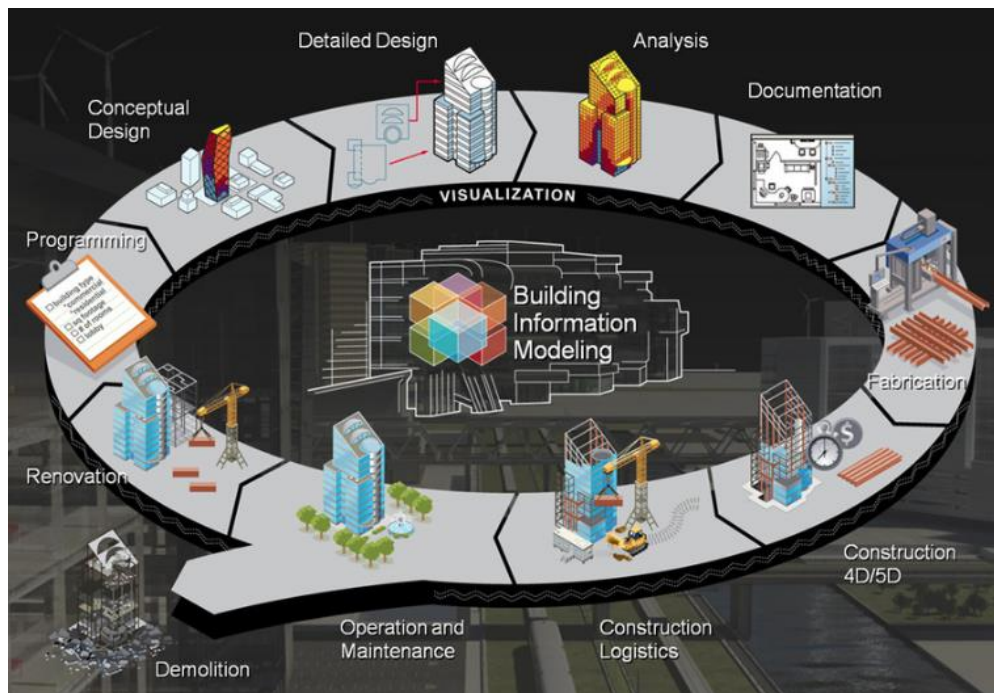
Podemos también mencionar que la metodología como tal se basa en el uso de un modelo inteligente que integra datos multidisciplinarios para generar una representación o construcción digital que contribuirá durante todo el ciclo de vida del proyecto, partiendo desde una etapa de planificación (anteproyecto), diseño, construcción y llegando hasta la etapa de operación y mantenimiento del edificio o bien gestionado.

Es importante mencionar que la metodología BIM va asociado y relacionado a la filosofía Lean Construction que conlleva como finalidad un enfoque centrado de procesos para la adecuada gestión que aumente la eficiencia y calidad de los productos, mediante el desarrollo de nuevos principios y métodos, uno de los principales puntos a favor y que permiten al sinergia del Lean y BIM que es multidimensional y puede llevarse desde un fase inicial hasta la etapa de gestión de operaciones y mantenimiento, dando paso al uso de tecnologías innovadoras en el ámbito de la construcción como una oportunidad para asociarlo a los principios de Lean Construction (Tezel, 2021).

Para recabar la información descrita es importante conocer a mayor profundidad el ciclo de vida de un proyecto que si bien es cierto se va a dar de forma similar en distintos aspectos, se puede apreciar mejor en la figura 07 la cual va asociada a la metodología BIM ((Building Information Modeling).

### Figura 7

#### *Ciclo de vida del proyecto BIM*



*Fuente: Tahm arquitectura, 2020(<https://tahm.com.mx/ciclo-de-vida-de-bim/>)*

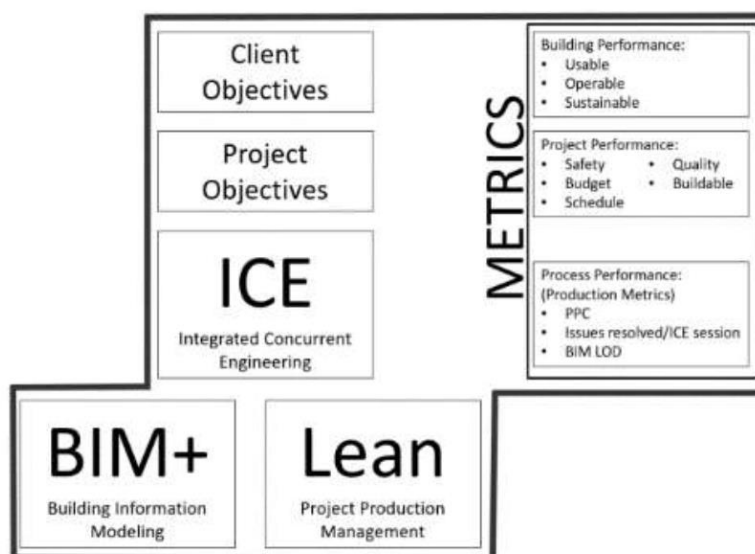
Un punto importante para comentar es que la metodología BIM no es solo el uso o el conocimiento de un software en específico, sino que este lleva consigo una serie de procesos colaborativos y que a su vez proporciona e integrada un estándar de información se usó común para los involucrados en el proyecto, y que en un futuro no tan lejano el uso del mismo sea algo común sin la necesidad de un conocimiento pleno o ser un experto BIM para formar parte del flujo colaborativo que conlleven los proyectos que adopten su aplicación durante toda su vida útil (Arevalo Pizarro & Soto Arrieta, 2022).

Con la definición anterior podemos tener una definición más clara respecto al BIM, pero un término que se ha vuelto muy común en los últimos años es el VDC (virtual design and construction) o en español la metodología de diseño y construcción virtual, que es lo similar a la metodología BIM, pero que en este caso se da una variante importante. El VDC en la actualidad ha tomado un gran terreno en el Perú, y es precisamente que la impulsión de una influencia americana hace que el Perú siempre adopte de ella tanto en definiciones como en implementaciones. Para el VDC el BIM es sólo como una herramienta de la cual da uso para cumplir con sus procesos de desarrollo.

Algo que también describe Corrales & Saravia (2020) que el VDC esta comprendido por 4 pilares importantes que permiten cumplir los objetivos requeridos por el cliente, entre esos pilares estan el modelo digital con el uso del BIM, las sesiones ICE (integrated concurrent engineering), conceptos del Lean Construction y las metricas para evaluar el desarrollo del proyecto.

**Figura 8**

*Diagrama de Flujos de procesos con pilares VDC*



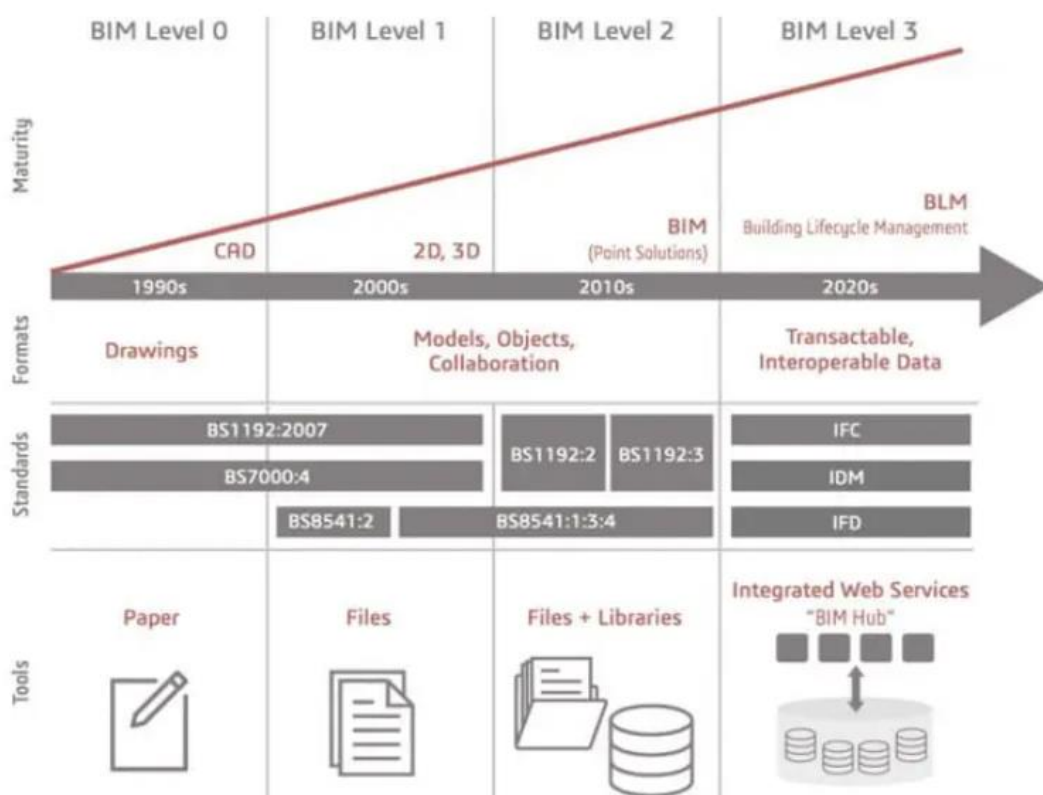
Fuente: Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas CIFE, 2020.

Basándonos en las definiciones anteriores se podría decir que el VDC abarcaría todo y que el BIM dejaría de ser una metodología para ser solo una herramienta, pero esto no es totalmente cierto, ya que como se describió el termino VDC obedece más a una corriente americana, pero si nos inclinamos más hacia una referencia europea, para ser más exactos a una influencia del Reino Unido como se comenta en el video de Bluebeam Inc. (2017) que para ellos dentro de las perspectiva BIM la frase VDC no es usada, para ellos el BIM representa un todo y que con ello producen una información digital, si se quiere hacer una semejanza se podría decir que el proceso que realiza el VDC es el mismo que realiza el BIM.

A continuación mostramos los niveles del BIM y su desarrollo a lo largo de los años bajo un enfoque europeo.

**Figura 9**

*Desarrollo del BIM en el Reino Unido*



Fuente: BibLus, 2020 (<https://biblus.accasoftware.com/es/niveles-de-desarrollo-bim-en-el-reino-unido-se-acerca-la-meta-del-3o-nivel-para-el-2020/>)

**Figura 10**

*Usos BIM*



*Fuente:* Guía Nacional BIM, 2023

Como su nombre lo indica, los usos BIM hacen referencia a las formas en las cuales los involucrados de un proyecto pueden utilizar el BIM, para ello es importante tener un flujo de trabajo colaborativo, todo ello bajo un entorno común de datos (CDE). De acuerdo con la guía nacional BIM del Perú para la gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM, se presenta 27 usos BIM nacionales como se muestra en la figura anterior y de la cual se indica que para una etapa o fase de funcionamiento se dan los siguientes usos:

#### *Análisis de entorno físico*

Este uso es aplicable cuando se desea analizar, simular, planificar o visualizar las consecuencias de una obra en la geografía de una determinada zona, al dar pie la ejecución de esta, basándose en las propiedades y características para definir la ubicación más óptima.

#### *Diseño de especialidades*

Se aplica para el desarrollo de las especialidades bajo herramientas que son en conjunto parte de la metodología y compatible entre ellas, es decir el uso de procesos con una adecuada interoperabilidad.

#### *Visualización 3D*

Este uso se da básicamente al emplear un modelo tridimensional con información que permita la adecuada comunicación y la visualización de la construcción digital del activo, este uso permite el mejorar el entendimiento del proyecto y su diseño, dando pie a una comunicación entre los involucrados del proyecto.

#### *Coordinación de la información*

Se hace referencia al proceso en donde los miembros involucrados en el desarrollo del diseño o ejecución coordinan empleando herramientas (plataformas o software) que permiten la interoperabilidad de la información.

### *Estimación de cantidades y costos*

Se aplica dando uso a un modelo que brinde la información de cantidad de componentes y materiales del proyecto y en base a la información obtenida se da pie a la estimación de los costos.

### *Análisis de constructibilidad*

En este uso nos permite analizar los procesos de construcción con el propósito de evitar RFIs antes de la ejecución del proyecto, todo ellos con la finalidad de no generar sobrecostos y retrasos en el cronograma.

### *Análisis de otras ingenierías*

Se aplica al dar uso del modelo de información para evaluar otros sistemas que puedan complementar el desarrollo del proyecto.

### *Gestión de Activos*

Utilización del modelo de información As-built, para la evaluación de los impactos económicos a corto o largo plazo a consecuencia de modificaciones.

### *Programación del mantenimiento preventivo*

Este uso se ve reflejado explícitamente al ya encontrarse el proyecto en la fase de operación y mantenimiento, y se da precisamente para mejorar la gestión del activo, controlando las reparaciones y coste generales.

### *Análisis de los sistemas del activo*

Se aplica al realizar el análisis y medición de los dispositivos, equipos y otros para evaluar el funcionamiento real comparado con el que fue diseñado.

### *Gestión y seguimiento del espacio del activo*

Nos permite administrar adecuadamente las áreas en la cuales se van a ocupar para una determinada función, teniendo en cuenta los espacios y los recursos que se encuentren dentro del activo.

## Planificación y gestión de emergencias

Se usa al gestionar un activo en base a un modelo de información que los permita acceder a una respuesta rápida durante una situación de emergencia que requiera de atención, mostrándonos la zona a intervenir, dar alternativas de soluciones y tener un mapeo general del activo.

### Nivel de información necesaria (LION)

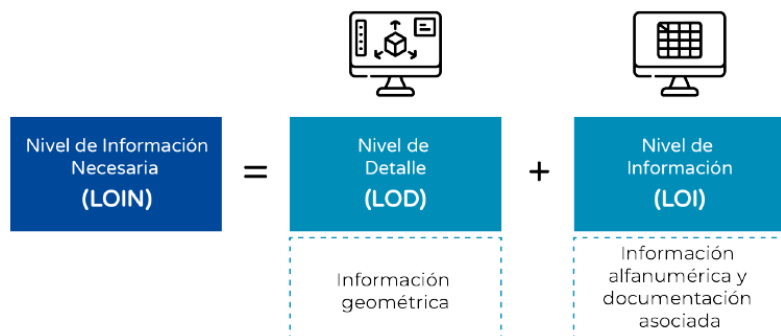
Lo que antes se encontraba dividido en el dos tipos como el LOD (Nivel de desarrollo) y LOI (nivel de información) por sus siglas en inglés, en la guía nacional BIM la cataloga como una unidad que agrupa a los dos.

Para el caso de LOD se hace referencia a la especificación de nivel de desarrollo (LOD) es una herramienta de referencia destinada a mejorar la calidad de la comunicación entre los usuarios de modelos de información de construcción (BIM) sobre las características de los elementos en los modelos (BIM FORUM, 2020).

Para LOI se podrá definir como la información complementaria al LOD, información no grafica que se ingresa al modelo para permitir la gestión del modelo, esta información podrá estar contenida como un conjunto de datos en tablas de contenido y documentos asociados como informes o fichas técnicas (MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS, 2023).

### Figura 11

Esquema del LOIN



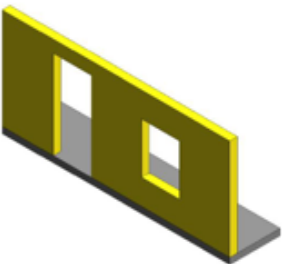
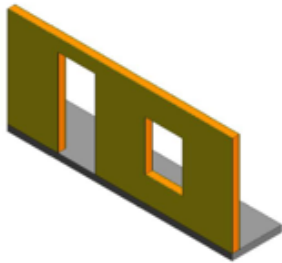
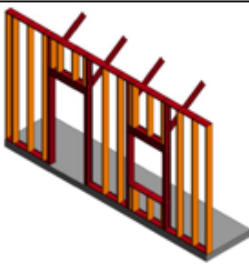
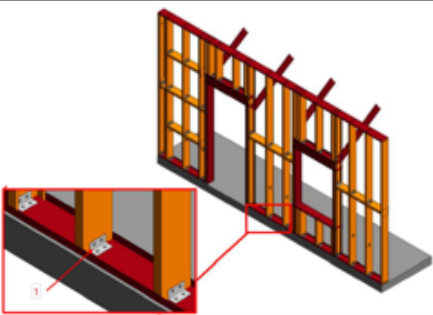
Fuente: Guía Nacional BIM, 2023



Para un mejor entendimiento del LOD y que a su vez se mide por una numeración en específica, se presenta la siguiente figura del documento de la plataforma BIM FORUM con un ejemplo de un tabique.

**Figura 12**

*Nivel de desarrollo BIM de un tabique*

LOD EN UN TABIQUE		
<b>LOD 100</b>	Solo indica la existencia del elemento.	
<b>LOD 200</b>	Objetos de pared genéricos separados por tipo de material (p. ej., pared de ladrillo frente a terracota). Espesor aproximado de capa representado por un solo ensamblaje. Diseños y ubicaciones aún flexibles.	
<b>LOD 300</b>	Muro específico modelado a las dimensiones reales. Las penetraciones se modelan en dimensiones nominales para las principales aberturas de la pared, como ventanas, puertas y elementos mecánicos grandes. Paneles de corte	
<b>LOD 350</b>	La estructura de metal conformado en frío se desarrolla con elementos suficientes para respaldar la coordinación detallada de la interfaz con otros sistemas como MEP. Todas las penetraciones están modeladas en las dimensiones reales de la abertura preliminar. Aberturas modeladas con estructura de soporte alrededor de las aberturas	
<b>LOD 400</b>	La estructura de metal conformado en frío se desarrolla con suficientes elementos que soportan la fabricación del sistema CFMF.	

*Fuente: level of development (lod) specification part I & commentary, 2020.*

## **Dimensiones BIM**

Respecto a las dimensiones BIM, se pueden definir como los niveles en los cuales se van agregando desarrollos de información y aportando un valor agregado según se va aumentado de dimensión como tal. Estas dimensiones pueden llegar hasta una séptima dimensión, pero en algunas fuentes estas pueden llegar hasta la novena (Pérez, 2015).

A continuación, mencionaremos las principales:

### *1D: La idea*

Hace referencia a la idea inicial del proyecto, tomando en cuenta la ubicación y sus posibles condiciones iniciales.

### *2D: El boceto*

Hace referencia a los bosquejos del proyecto, trazos iniciales o uso básicamente de una planimetría inicial de desarrollo que permita tener un enfoque más aterrizada de la idea inicial que ya fue concebida en la primera dimensión.

### *3D: Modelo tridimensional*

En esta dimensión se puede apreciar la construcción digital del proyecto, es una visualización de un modelo tridimensional que permite un mejor entendimiento del proyecto, su visualización puede ser variable según el nivel de desarrollo (LOD) que fue definido previamente.

### *4D: Tiempo*

En esta dimensión se da un valor agregado, donde se agrega la información del tiempo bajo parámetros del modelo a sus elementos, el cual nos permitirá realizado una programación futura para dar un análisis previo al cronograma de obra y con ello evaluar el realizar variantes que den mayor eficiencia en los procesos.

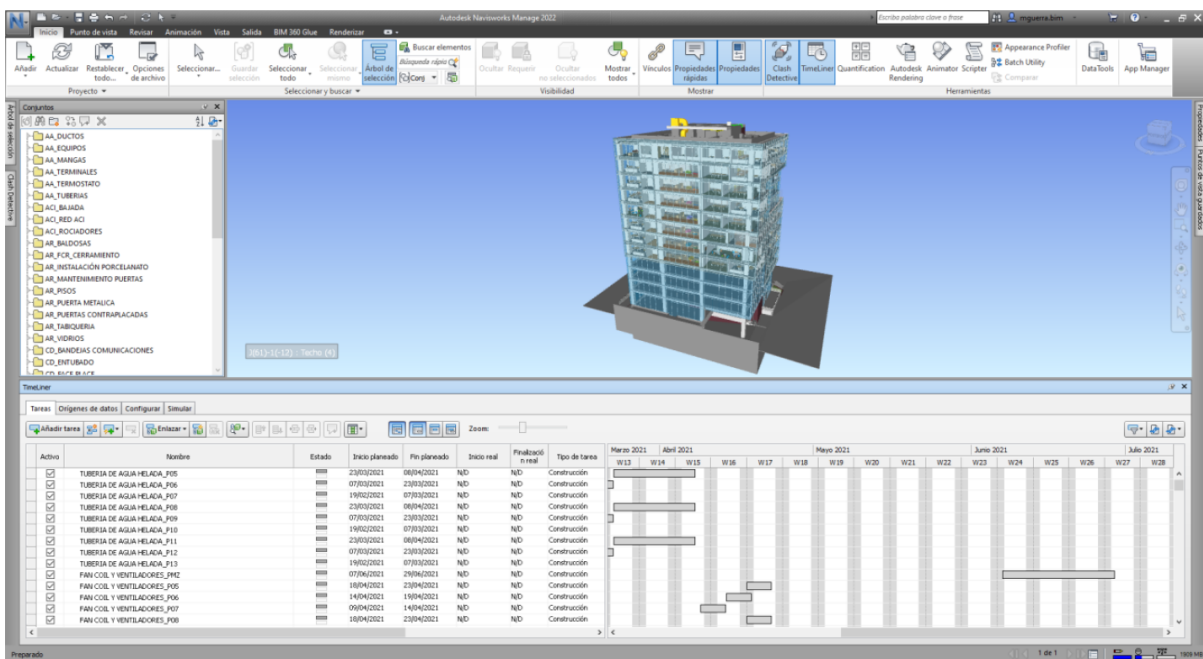
### 5D: Costes

Hace referencia al control de los costes del proyecto, partiendo de la cuantificación de los elementos, analizándolos y tomando el control de los montos que pueden ser valorizados o la dirección en la cual se va encaminando el proyecto según lo cambios que pueda presentar.

Tanto la dimensión 4D de Tiempo y 5D coste, en la metodología BIM lo realizan mediante simulaciones en base a los presupuestos y cronogramas del proyecto con herramientas o software BIM, entre el más usado y común es el de la empresa autodesk el programa Naviswoks.

**Figura 13**

*Simulación 4D y 5D usando el software Navisworks*



Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C

### 6D: Eficiencia energética

Va relacionado con la sostenibilidad del proyecto, basándose en simulaciones de distintas alternativas que aporten una eficiencia, es importante mencionar que esto también va a estar ligado al nivel de desarrollo (LOD) ya que el detalle constructivo de los elementos va a aportar la eficacia para las simulaciones analizadas.

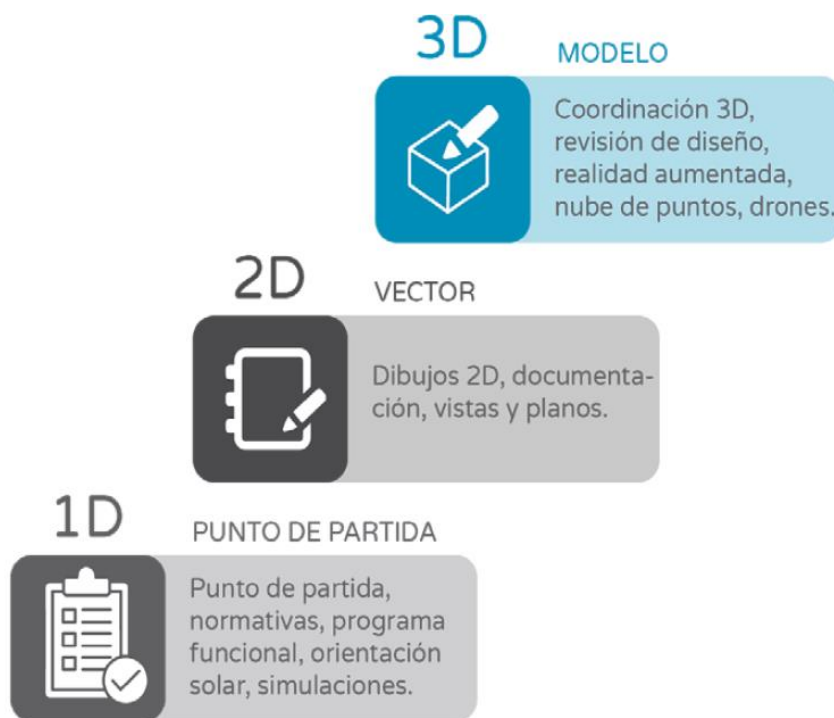
## 7D: Mantenimiento

En esta dimensión y quizás una de las más importantes se va a llevar a cabo la gestión del activo cuando el proyecto se encuentre en operación, nos va a permitir un control logístico de todos los elementos implementados, todo ello en base a un modelo que previamente fue enriquecido con información importante y necesaria.

En base a lo descrito en relación con las dimensiones BIM podemos dividirlo desde un punto de vista de experiencia en 2 grupos, en primera parte a las dimensiones más generales que se aplican en la mayoría de los proyectos y en segundo grupo a las dimensiones que aportan un mayor valor agregado a los proyectos y son pocos usados a pesar de su importancia.

### Figura 14

#### Primeras 3 dimensiones BIM más comunes



Fuente: Plan BIM Perú (gráfico adaptado de Mott MacDonald), 2023.

*Dimensiones BIM que dan un mayor valor agregado.*



*Fuente:* Plan BIM Perú (gráfico adaptado de Mott MacDonald), 2023.

### **BIM y Facility Managers (FM)**

La etapa de gestión de las instalaciones o facility managers consiste en garantizar la comodidad, funcionalidad, la seguridad, la eficiencia y sostenibilidad de un entorno ya construido que tiene con finalidad mejorar la calidad de vida de las personas ocupantes de ese entorno (edificaciones donde vivimos, laboramos o simplemente el entorno que nos rodea) y la productividad (International Facility Management Association, 2023)

Con las definiciones un poco más claras en relación con la metodología BIM y el primer asociamiento en la séptima dimensión definida líneas arriba, podemos tener un panorama de lo que vendría a ser una integración que no solo parta del uso o la conectividad de un software,

sino que se de pie a ser una herramienta de mejora continua que permita a los involucrados de proyecto dar paso a la gestión en la etapa de FM, dando uso de la información completa de los elementos y permitiendo dar una previsualización de las modificaciones futuras en el modelo de información. Otra consideración para tener en cuenta es que esta interacción permite consultar datos específicos que se requieran, tener un control de las reparaciones, adecuaciones de los elementos en gestión y permitir una localización para poder controlarlos de una manera más eficiente (Mendoza, & Mosquera, 2019)

Algo importante a mencionar es que esta etapa es la que mayores costes traen al proyecto y es ahí la importancia de su adecuada implementación y gestión. Basándonos en lo publicado en la revista de costos en base a la información de la International Facility Management Association, que considera que el mayor costo sucede durante la etapa de operación y mantenimiento con un 75 %, a diferencia de la etapa de construcción (22 %) y la etapa de diseño (3 %), (Guerra, 2020).

Un acrónimo muy conocido que lo grafica Castro (2023) en su informe de construcción adaptando de Patrick MacLeamy es el BIM BAM BOOM, que da una representación similar a lo descrito líneas arriba sobre la representación económica en el ciclo de vida de un proyecto.

**Figura 16**

*Acrónimo con el costo intuitivo en las fases de proyecto*



*Fuente: Adaptación en base a MacLeamy (Castro, 23)*

### **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Inicié mi experiencia con mi ingreso a la empresa CABACOR, donde realicé mis prácticas preprofesionales, ejerciéndome como cadista y modelador revit de distintos proyectos de edificación en el año 2017, posteriormente egresé y obtuve el bachiller de la carrera de ingeniería civil en la Universidad Privada del Norte (UPN) con sede en el departamento de Lima y continué laborando en la empresa donde inicié mis prácticas.

En el año 2019, paso a ser parte del equipo de coordinación de proyectos, encargándome de la coordinación con los jefes de proyecto y especialistas, etapa en la cual obtuve mayor experiencia al compartir coordinaciones y reuniones con ingenieros de gran trayectoria, y que gracias al trabajo en conjunto se llegaron a concluir satisfactoriamente los proyectos empleando como principal base el uso de la metodología BIM en la revisión de los expedientes en su etapa municipal y ejecutiva de diseño. En este mismo año como parte de mi desarrollo profesional realizo una especialización en el programa de BIM Management modelos de gestión eficientes en construcción impartida por la escuela de postgrado de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) y convenio con la Fundación Politécnica de Cataluña España, donde adquirí mayores conocimientos en base a la metodología BIM al tener docentes nacionales participantes en proyectos de gran envergadura nacional y docentes extrajeron que compartieron sus experiencias en distintos aspectos que en Perú no están tan desarrollados y que en Europa se vienen empleando desde hace muchos años, como es el caso de la gestión en etapa de operación y mantenimiento de proyectos bajo un enfoque metodológico innovador. Continuando con la parte laboral, en ese año ingresé a realizar el acompañamiento a obra en un proyecto que se requería llevarlo y enfocar el uso de la metodología BIM hasta la etapa de operación y mantenimiento, es precisamente que en esta parte de mi etapa profesional acompañada de mi formación académica me impulso a realizar este trabajo y a partir de donde

noté la necesidad de que se tengan estándares de procesos que ayuden a obtener un producto del proyecto que sea útil para su uso final.

## Experiencia

Durante los años que desempeñé mis labores en la empresa, participé en varios proyectos partiendo desde el modelamiento revit y como coordinador, entre los proyectos en los cuales participé, puedo mencionar los siguientes:

- Proyecto tipo RETAIL - Ampliación del Mall plaza Bellavista, participando en el año 2018 como parte del equipo de modelamiento y de compatibilización multidisciplinaria.

### Figura 17

*Vista 3D general de un proyecto tipo RETAIL*

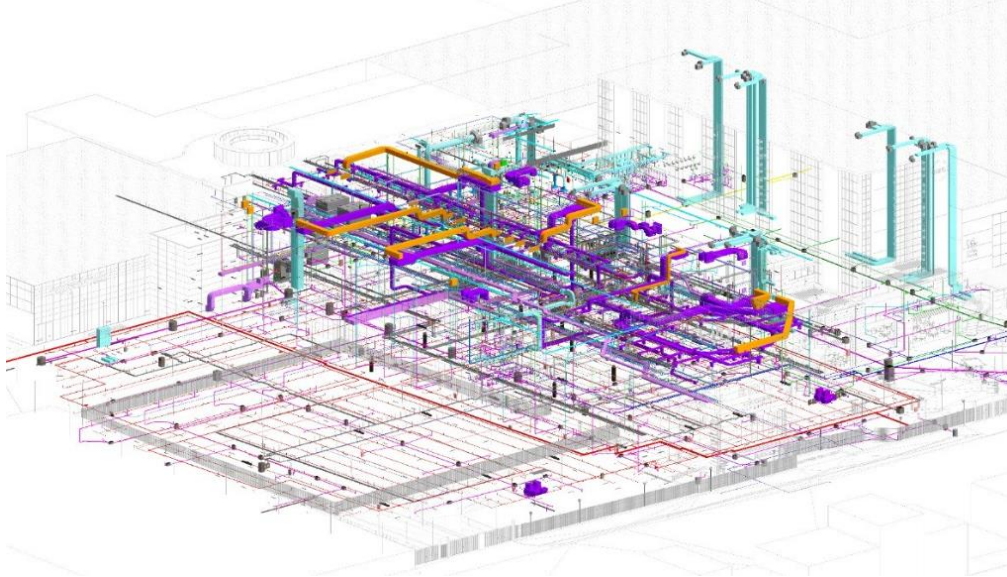


*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*



**Figura 18**

*Vista 3D de las instalaciones de un proyecto RETAIL*

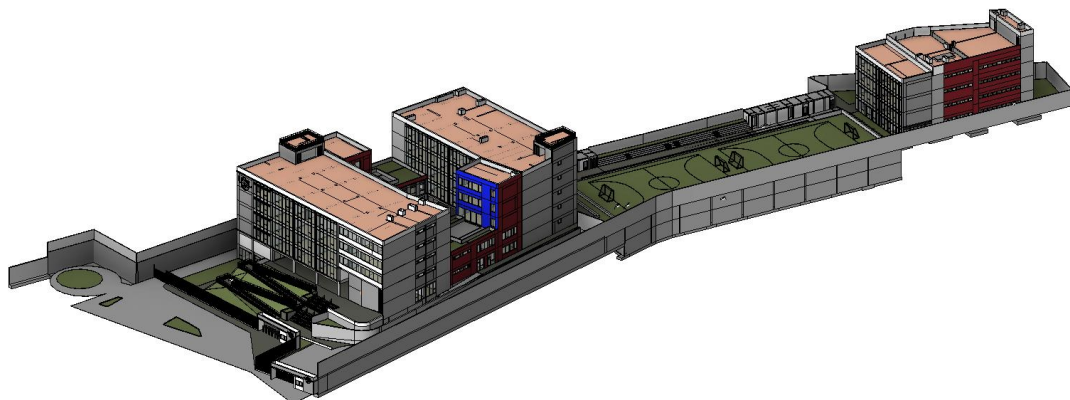


*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

- Proyecto tipo Educación - USIL sede campus Arequipa, participando en el año 2019 como parte del equipo de coordinación, realizando revisiones de conflictos, coordinaciones con el equipo de modeladores revit y con parte del equipo de especialistas de diseño.

**Figura 19**

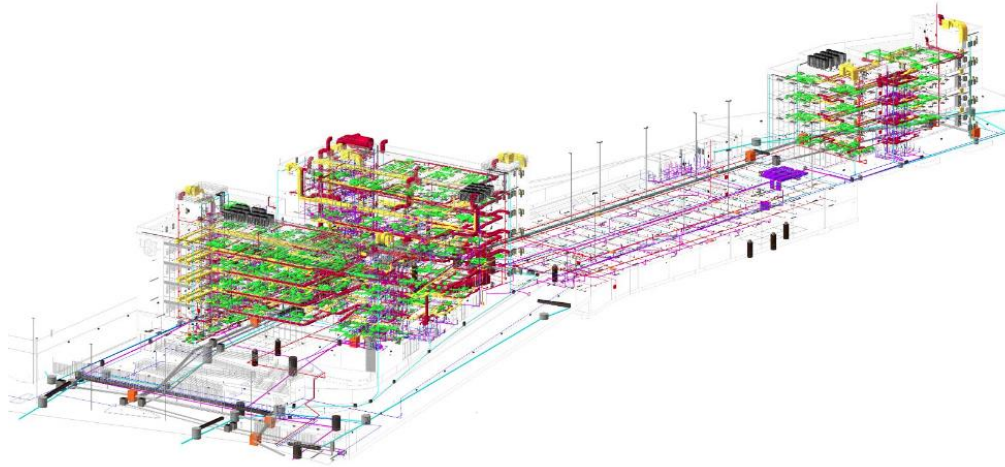
*Vista 3D de un proyecto tipo educación.*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

**Figura 20**

*Vista 3D de las instalaciones de un proyecto tipo educación.*

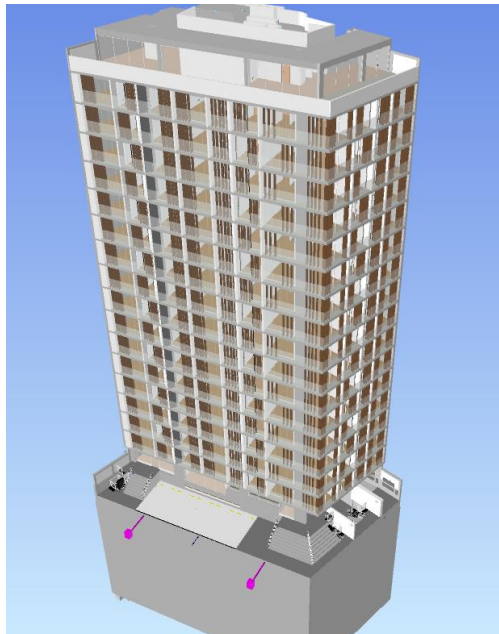


*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

- Proyecto tipo vivienda – Edificio Multifamiliar San Felipe, participando en la parte de coordinación interna de la empresa con el equipo de modeladores revit, generando planos de coordinación interdisciplinarias para la liberación de interferencias.

**Figura 21**

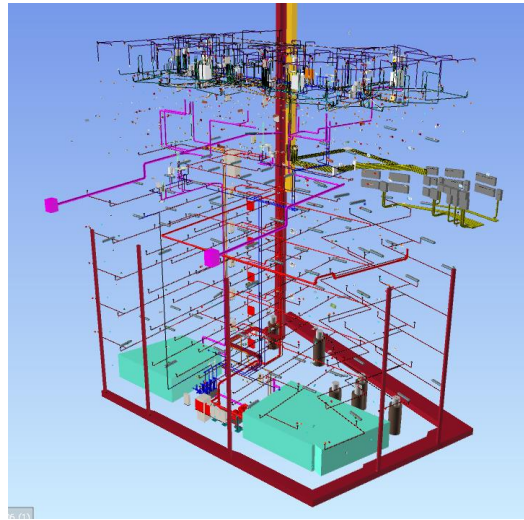
*Vista 3D de un proyecto tipo vivienda*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

**Figura 22**

*Vista 3D de las instalaciones de un proyecto tipo vivienda*

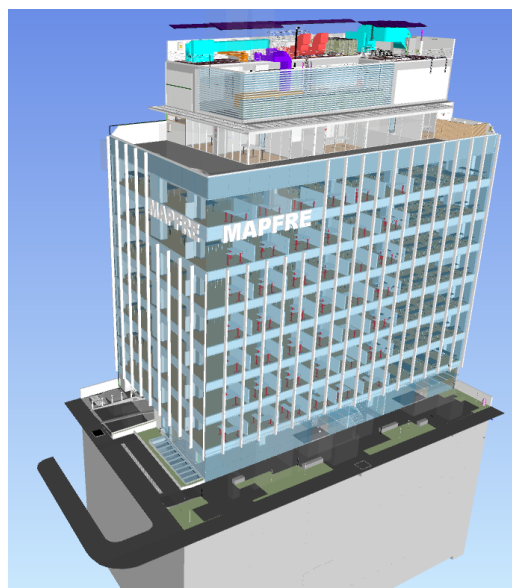


*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

- Edificio tipo Oficinas – Edificio de oficinas Mapfre, donde fui el coordinador BIM del proyecto, encargado de realizar las coordinaciones con los jefes de proyecto en cuanto a la revisión de los expedientes y reuniones (sesiones ICE) con los especialistas diseñadores.

**Figura 23**

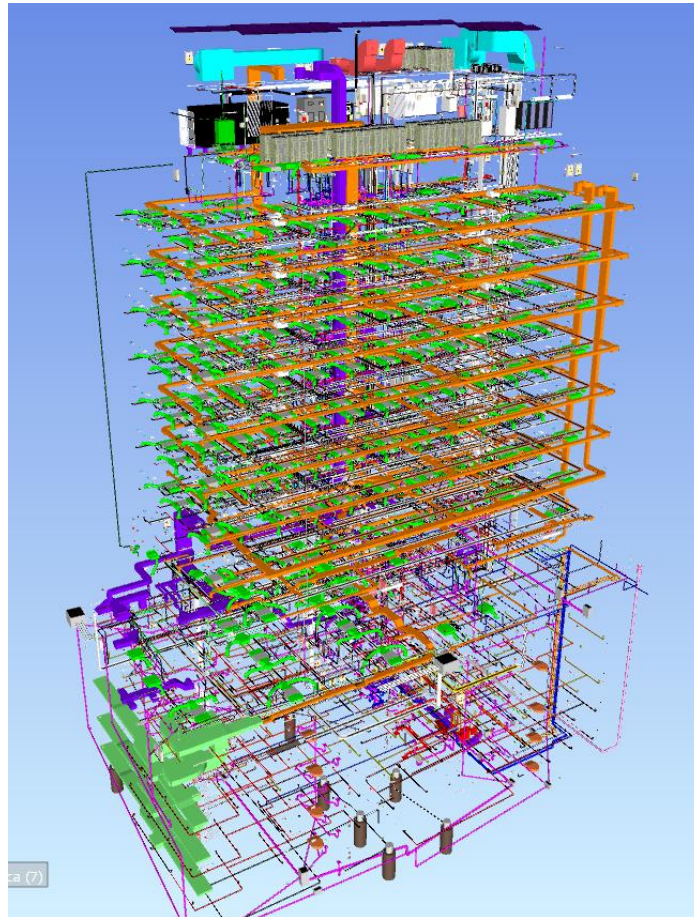
*Vista 3D de un proyecto tipo oficinas*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

**Figura 24**

*Vista 3D de las instalaciones de un proyecto tipo oficinas.*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

#### **Detalle de la experiencia y Funciones:**

- Revisar y analizar el expediente del proyecto para planear la estrategia a llevar a cabo para la distribución con el equipo de trabajo.
- Coordinar con los jefes de proyecto y el cliente los posibles requerimientos y contingencias que se puedan tener para dar pie al proceso de construcción digital de la información recibida.
- Asignar roles y responsabilidades a los integrantes del equipo BIM en base a los lineamientos contractuales establecidos con el cliente y la gerencia de proyectos de la cual se es parte.

- Supervisar el modelamiento, así como también la asignación de parámetros adecuados a los elementos integrados a los modelos BIM.
- Revisar la construcción digital del proyecto para la identificación de incompatibilidades, interferencias, falta de información o problemas normativos, y con ello aminorar o mitigar la mayor cantidad de RFIs para la etapa de construcción.
- Realizar y completar formatos de observaciones para el análisis y revisión de los especialistas del proyecto.
- Dirigir y agendar reuniones de ingeniería concurrente (sesiones ICE) con los jefes de proyecto y especialistas, en las cuales se sustentan las observaciones asignadas a los ingenieros de cada especialidad.
- Organizar la información y coordinación de las fichas técnicas, datos relevantes para la incorporación al modelo del proyecto para su futura gestión en las diferentes etapas que se requieran.
- Elaboración de planos de coordinación en base a las soluciones de compatibilización o identificación de conflictos para una fácil interpretación y liberación de observaciones.
- Elaboración de informes de cierre, entrega de metrados y liberación de modelos compatibilizados con la incorporación de información para su gestión.

## **Análisis de problemática**

### *Problemática universal*

Aumentar la productividad en el proceso de preparación y documentación de un proyecto de edificación para la etapa de operación y mantenimiento, mediante la metodología BIM.

### *Problemáticas determinadas*

- Optimizar la calidad de los modelos BIM para la preparación y documentación, teniendo en cuenta que se usarán para la etapa de operación y mantenimiento.
- Optimizar los tiempos de recolección y procesamiento de información en los modelos BIM.
- Optimizar el proceso de inventariado y control de los elementos que requieran ser gestionados en la etapa de operación y mantenimiento.

### **Direccionamiento de análisis**

#### *Universal*

Lograr una productividad en el proceso de preparación y documentación de un proyecto de edificación aplicando la metodología BIM.

#### *Determinadas*

- Lograr la calidad de los modelos BIM, para que sea adecuados para su uso en la etapa de operación y mantenimiento, bajo un enfoque metodológico de la metodología BIM.
- Lograr reducir los tiempos de recolección y procesamiento de información en el modelo BIM
- Logra un proceso fluido del inventario y control de los elementos que requieran ser gestionados en la etapa de operación y mantenimiento.

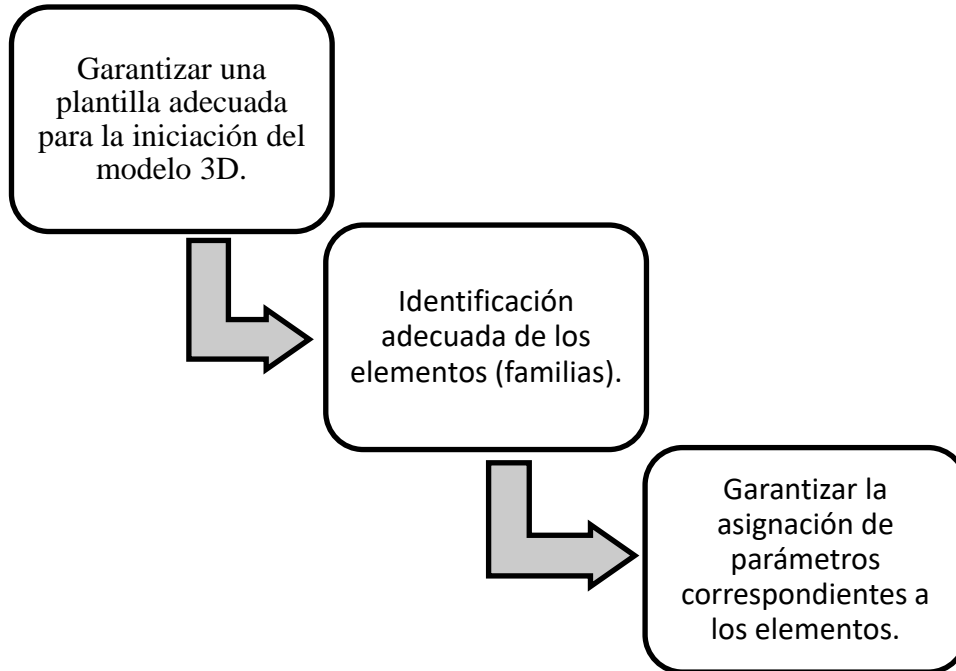
### **Programa e implementación para análisis determinados**

#### *Del primer análisis determinado*

**Programa:** Revisar e identificar la preparación de los modelos BIM para su futuro uso en la etapa de operación y mantenimiento.

**Figura 25**

*Flujograma del programa*



Fuente: elaboración propia 2023

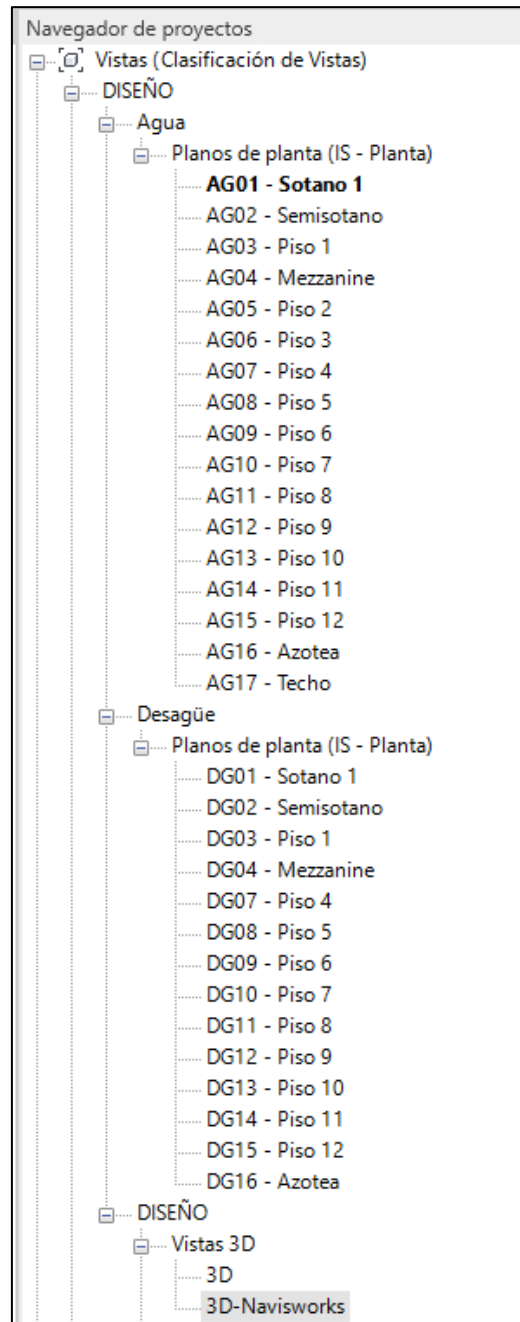
### **Implementación**

- Garantizar que la plantilla a usar antes de iniciar la construcción digital cumpla con las siguientes condiciones:
  - Controlar que la plantilla seleccionada sea primitiva de la especialidad a ser usada, es decir que, si se desea iniciar con el modelamiento de la especialidad de instalaciones eléctricas, la plantilla a emplear sea originaria de esta y con ello evitar errores o problemas de modelamiento.
  - Controlar que por lo menos dentro de la plantilla se tengan los elementos (familias) básicos de todo proyecto, es decir que, si se inicia con el modelamiento de la especialidad de agua, en la plantilla se debe tener por lo menos válvulas de control comunes en el uso de los nichos de ambientes como los SSHH.

- Controlar que las plantillas cuenten con las vistas adecuadas y necesarias en el navegador de proyecto e ir creando las que sean requeridas durante el proceso de modelamiento.

**Figura 26**

*Navegador de proyecto adecuado de la especialidad de IISS*






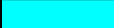






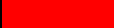

















*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*



- Controlar que las plantillas cuenten con los filtros necesarios para mejorar y facilitar el proceso de modelamiento y los sistemas de las especialidades cuenten con un color en específico para su identificación. En la siguiente imagen se presenta los colores asignados al proyecto para la diferenciación de los distintos sistemas de las especialidades.

**Figura 27**

*Asignación de colores para los sistemas de las especialidades.*

Especialidad	R	G	B	Tipo de achurado	Line Weight	Muestra
<b>Sanitario</b>						
Alcantarillado	255	128	0	Solid Fill	1	
Alcantarillado GRASAS	255	128	0	Diagonal up	1	
Ventilación	128	255	128	Solid Fill	1	
Aguas Lluvias/Drenes	0	255	255	Solid Fill	1	
Agua potable fría	0	0	255	Solid Fill	1	
Agua potable caliente	255	0	0	Solid Fill	1	
Condensado para aguas de clima	0	128	128	Solid Fill	1	
<b>Electricidad</b>						
Electricidad/Fuerza	255	255	0	Solid Fill	1	
Electricidad/Corrientes debiles	255	0	128	Solid Fill	1	
Electricidad/Ductos de barras	128	255	0	Solid Fill	1	
Electricidad/Bandeja Media tensión	255	0	0	Solid Fill	2	
Electricidad/Bandeja Baja Tensión	0	255	0	Solid Fill	3	
Electricidad/Bandeja Comunicaciones	255	128	0	Solid Fill	4	
<b>Clima</b>						
Clima/Retorno	255	128	0	Solid Fill	1	
Clima/Inyección	128	0	255	Solid Fill	1	
Clima/Extracción	128	255	255	Solid Fill	1	
Clima/Surtidor AF	128	128	255	Solid Fill	1	
Clima/Retorno AF	128	128	255	Diagonal up	1	
Clima/Surtidor AC	255	0	255	Solid Fill	1	
Clima/Retorno AC	255	0	255	Diagonal up	1	
<b>PCI</b>						
Seguridad Incendio/Roceadores	255	0	0	Solid Fill		
Seguridad Incendio/Red Húmeda	255	128	128	Solid Fill		
Seguridad Incendio/Red Seca	255	0	0	Diagonal crosshatch		
<b>Otras</b>						
Gas	255	255	0	Solid Fill		
Seguridad Electrónica	128	0	0	Solid Fill		
Control Centralizado	128	0	128	Solid Fill		
Diagrama de Flujos	0	128	0	Solid Fill		
Audio	0	0	128	Solid Fill		

*Fuente: Elaboración propia*

- Identificar adecuadamente los elementos (familias) que serán usadas en el proceso de construcción digital y deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - Controlar que los elementos cuenten con nomenclatura clara y que esta facilite su identificación para la modificación rápida y adaptación en el proyecto.
  - Controlar que los elementos cuenten con una adecuada simbología que facilite su rápida identificación en las plantas.
  - Controlar que los elementos cuenten con un LOD (nivel de detalle desarrollado) según corresponda al proyecto, de no contarlos usar las herramientas adecuadas para su modificación o reemplazo. Para el caso del proyecto se contempla un LOD 300 y 350 que abarca un desarrollo con medidas reales y se asemeja a la obra en representación gráfica, y se podría denominar un modelo netamente construible por las características que tiene.

## Figura 28

*Comparativa de la obra con el modelo BIM de un LOD 350*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

- Garantizar que los parámetros de los elementos sean los adecuados y correspondan a cada uno, para ello se deberá cumplir las siguientes condiciones:

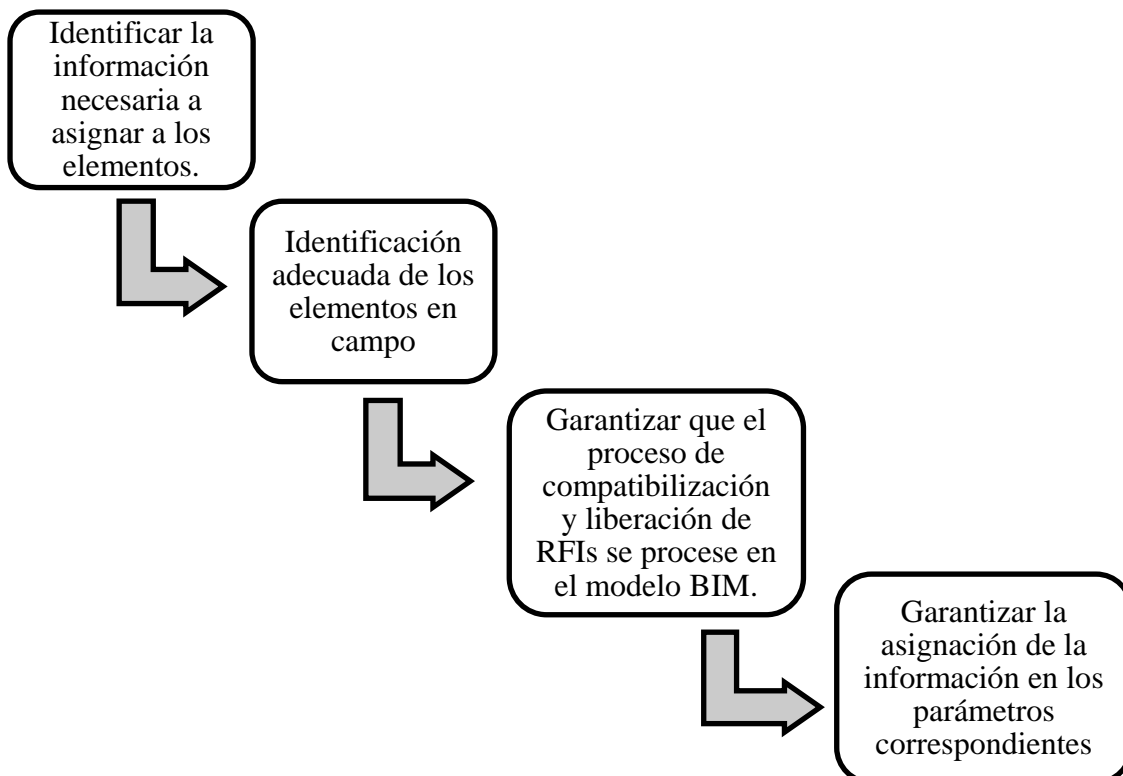
- Controlar que los elementos tengan solo parámetros necesarios según corresponda, y para ello se deberán eliminar parámetros desconocidos o de preferencia limpiar todos los parámetros de los elementos y volver a asignar los necesarios.
- Controlar que los parámetros de los elementos concuerden al tipo que corresponde, es decir, que si es un parámetro tipo texto este permita redactar libremente y si es tipo número este puede ser cuantificado al momento de elaborar las tablas de planificación del proyecto.

*Del segundo análisis determinado*

**Programa:** Revisar los procedimientos para reducir los tiempos de recolección y procesamiento de información en el modelo BIM.

**Figura 29**

*Flujograma del programa*



Fuente: elaboración propia 2023

## Implementación

- Identificar la información y datos necesarios que se deberán agregar a los elementos, para que éstos puedan ser gestionados de forma más fluida, para ello se deberá cumplir con las siguientes condiciones:
  - Se deberá solicitar a la gerencia de proyecto un listado preliminar de los elementos que se deseen gestionar en la etapa de operación y mantenimiento, de no contar con dicha información, se deberá organizar los elementos en formatos adecuados que permitan un mejor manejo de la información.
  - Se deberá coordinar con los especialistas que información pueden proporcionar ellos, cuál es necesaria solicitar al proveedor o cual se completará posteriormente, todo ellos con la verificación del punto anterior y con un listado check list de parámetros versus elementos, como en la siguiente imagen y también ver el formato completado en el Anexo N°04.

**Figura 30**

*Check list de Parametros VS elementos*

TIPO	PARAMETROS	CHECK LIST - ELEMENTOS CON INFORMACIÓN ACCESIBLE			
		GRUPO	Placa Simple de Corriente Estabilizada	Salida de Fuerza para Equipos	Salida para Cortina Eléctrica
		EQUIPO			
		PROVEEDOR			
		CONTACTO			
		TELEFONO			
		CORREO			
	Código de equipo				
	Código del plan				
	Código del sitio				
	Código local				
	Foto				
	ID				
	Software de gestión				
	Tipo de voltaje				
	Año de instalación				
	Fecha de fabricación				
	Fecha de inicio en operación				
	Fecha de instalación				
	Fecha de realización				
	Fecha de último censo				
	Potencia				
	Código de equipo detectado				
	Posición X				
	Posición Y				

*Fuente: Elaboración propia*

- Controlar que toda la información que se pueda completar se tenga registrada en los formatos proporcionados a los especialistas.
  
- Identificación adecuada de los elementos en campo para su adecuada referenciación en el modelo, para ello se deberá cumplir con las siguientes condiciones:
  - Realizar revisiones de los planos de seguimiento o planos redline para plasmarlo en el modelo, coordinándolo con las contratistas y especialistas.
  - Realizar recorridos en campo para el levantamiento de información y ubicaciones más precisas.

### **Figura 31**

*Levantamiento de información con medidas de campo.*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

- Garantizar que el proceso de compatibilización y liberación de RFIs se procese en el modelo BIM, para ello se deberá cumplir con la siguiente condición:
  - Controlar mediante recorridos que los cambios para liberación de interferencias estén plasmados en el modelo, estos cambios deben hacer referencia más a bayonetas de instalaciones o cambios de nivel en los recorridos, se deberá realizar con herramientas adecuadas que permitan la fluidez del trabajo, como el uso de ipad o tablet que permitan una agilidad y fluidez al momento de realizar recorridos en las distintas zonas del proyecto.

### Figura 32

*Recorridos en campo para verificación de instalaciones.*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

Según lo puntos tocados previamente, en este proceso se pudo obtener menores tiempos (días) de recolección y procesamiento de la información, debido a que hay puntos como el proporcionar formatos ya definidos a los especialistas dan la fluidez del caso y el uso de

herramientas digitales proporcional el trabajo en paralelo. Lo mencionado se representa en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Tiempos de trabajos para la recolección de información de campo, con un enfoque metodológico.*

<b>Items</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Trabajo en campo (días)</b>
1	Validación de información que puede ser llenada por las contratas	1
2	Llenado de la información de los elementos por los contratistas	1
3	Recorrido en campo para el levantamiento de información.	10
4	Procesamiento de las ubicaciones de los elementos	5
5	Procesamiento de los parámetros	1
<b>Total</b>		<b>18</b>

*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

De la tabla anterior es importante recalcar que ítems 1 e ítems 2 se dan en un menor tiempo debido a que los formatos proporcionados a los especialistas a diferencia de un proceso en donde únicamente se solicite información, otro punto importante a mencionar es que en el ítem 3, 4 y 5 al no usar planos impresos se da menores tiempos debido a que se usan herramientas digitales y esto permite el traslape de actividades. A continuación, se detalla los tiempos en un proceso no metodológico, el cual se vio reflejado en un proyecto similar, donde

aún no se tenía un enfoque claro y en base a estas deficiencias se pudo orientar a un mejor horizonte.

**Tabla 2**

*Tiempos de trabajos para la recolección de información de campo, sin un enfoque metodológico.*

<b>Items</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Trabajo en campo (días)</b>
1	Validación de información que puede ser llenada por las contratistas	2
2	Llenado de la información de los elementos por los contratistas	2
3	Recorrido en campo para el levantamiento de información.	15
4	Procesamiento de las ubicaciones de los elementos	8
5	Procesamiento de los parámetros	2
<b>Total</b>		<b>29</b>

*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

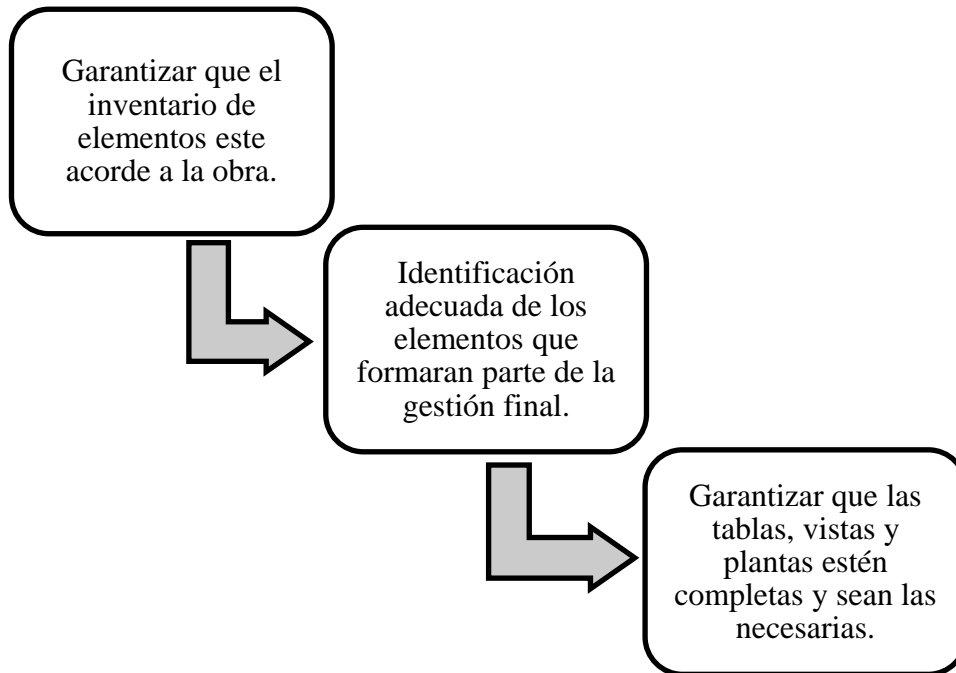


*Del tercer análisis determinado*

**Programa:** Revisar que el proceso del inventario y control de los elementos que requieran ser gestionados en la etapa de operación y mantenimiento sea de un carácter práctico y fluido.

**Figura 33**

*Flujograma del programa*



Fuente: elaboración propia 2023

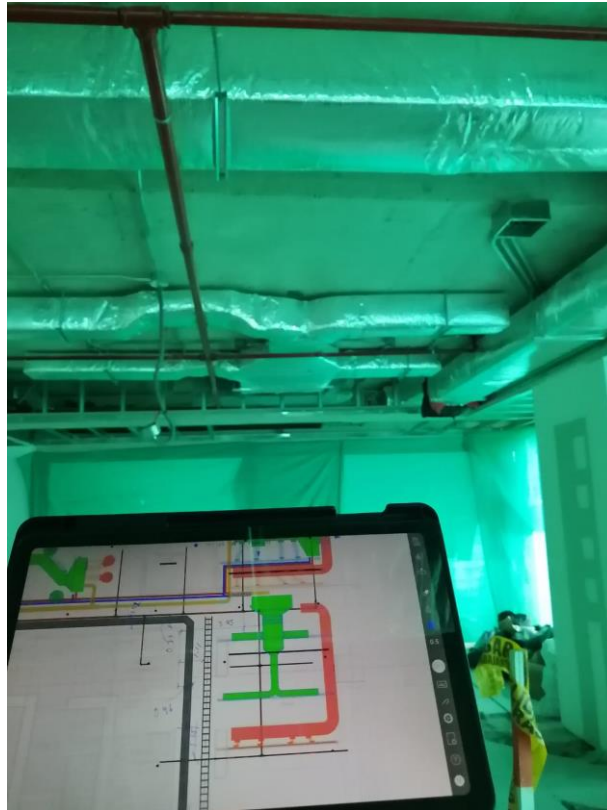
## **Implementación**

- Garantizar que los elementos que se encuentran en el modelo coincidan con lo instalado en la obra, para esto se deberá tener las siguientes consideraciones:
  - Controlar que los ambientes estén correctamente definidos y dividir el proyecto por sectores para poder realizar el recorrido y revisión en campo.
  - Se deberá realizar recorridos enfocados a dos principales zonas (instalaciones en el nivel de techo/ FCR e instalaciones en muro), para ellos se usará un modelo digital en un equipo (laptop o tablet de preferencia) que nos permita la visualización de la

construcción digitalmente (ver figura 34) y también realizar planos de coordinación como el del anexo N°06.

### Figura 34

*Verificación de lo construido VS el modelado.*



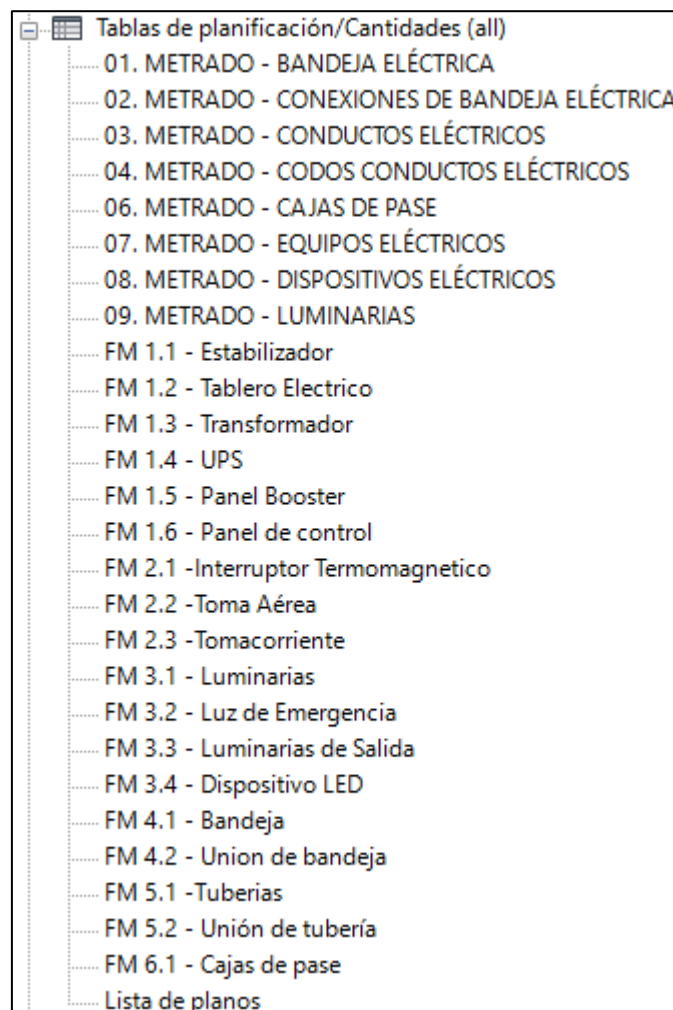
*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

- Identificación adecuada de los elementos que formaran parte de la gestión final, para ello se deberá cumplir la siguiente condición:
  - Se deberán discriminar elementos que no sea requerible una gestión tan necesaria, estos pueden ser como tuberías de instalaciones y sus accesorios. Esto nos ayudará a reducir el universo de elementos y sólo centrarnos en los más relevante o importante.
- Garantizar que las tablas, vistas y plantas estén completas y sean las necesarias, para ello se deberá cumplir la siguiente condición:

- Controlar que las vistas de trabajo extras donde se realizaron los procesos de modelamiento o de llenado de parámetros se supriman y solo queden las necesarias agrupadas adecuadamente para proporcionar la fluidez del trabajo.
- Controlar que las tablas de cuantificación de materiales, donde se realizará el control de los elementos solo sean los necesarios, aquellas tablas que ayudaron en el proceso de organización deberán ser suprimidas o de considerarlas relevantes, éstas deben tener una codificación adecuada que las identifique si son tablas de metrados o tablas para los parámetros de operación y mantenimiento (FM).

**Figura 35**

*Organización del navegador de proyecto para las tablas control de IIEE.*



*Fuente: Elaboración propia*

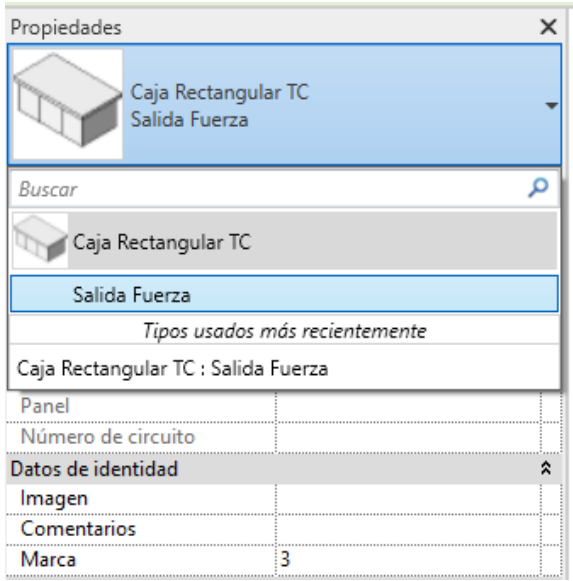
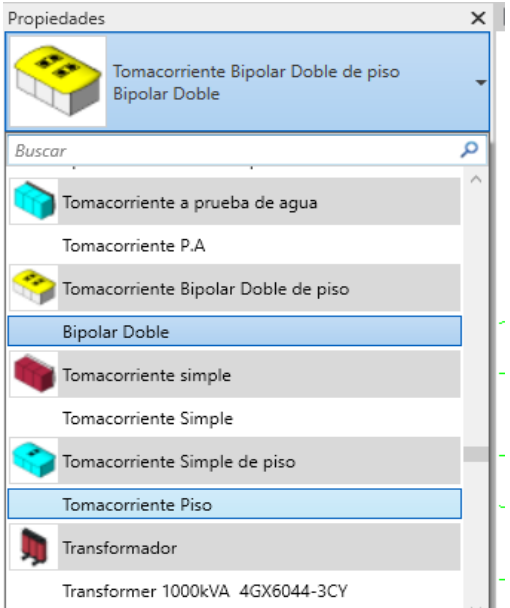
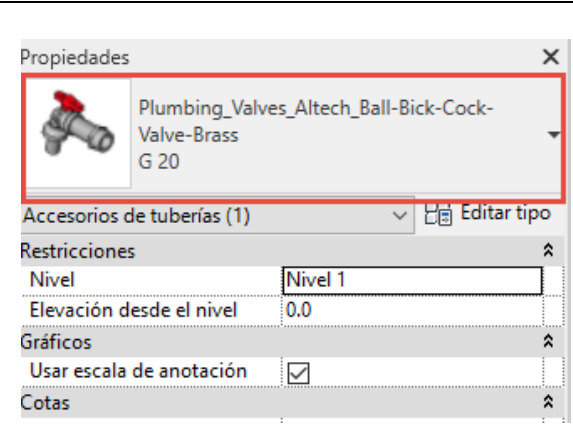
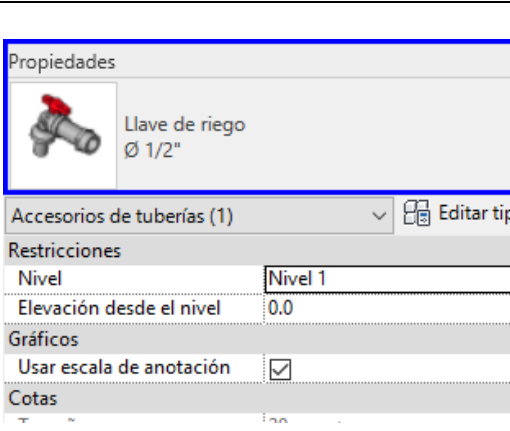
## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

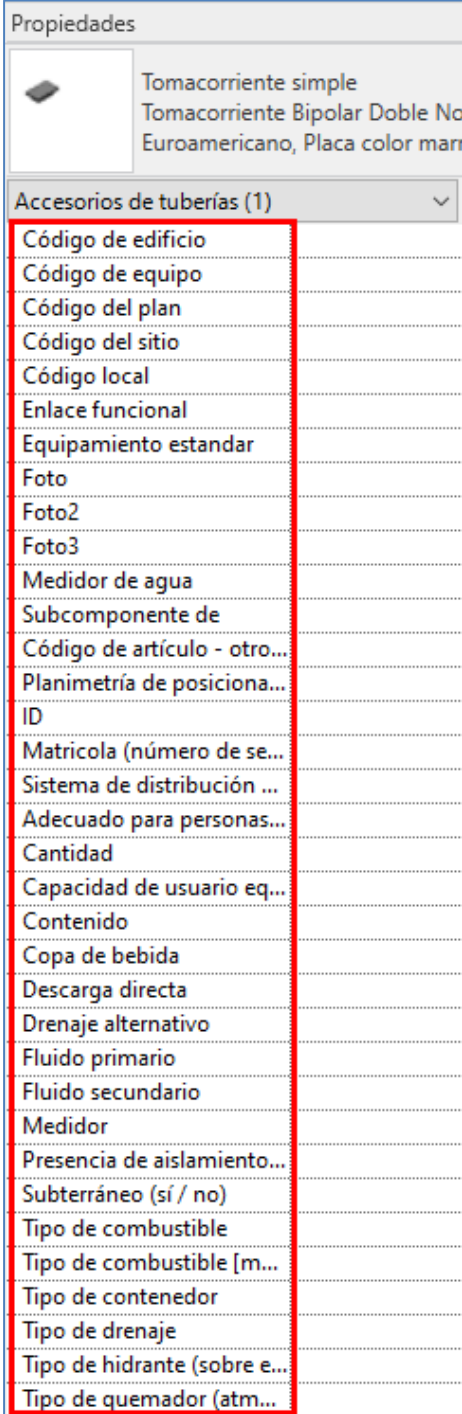
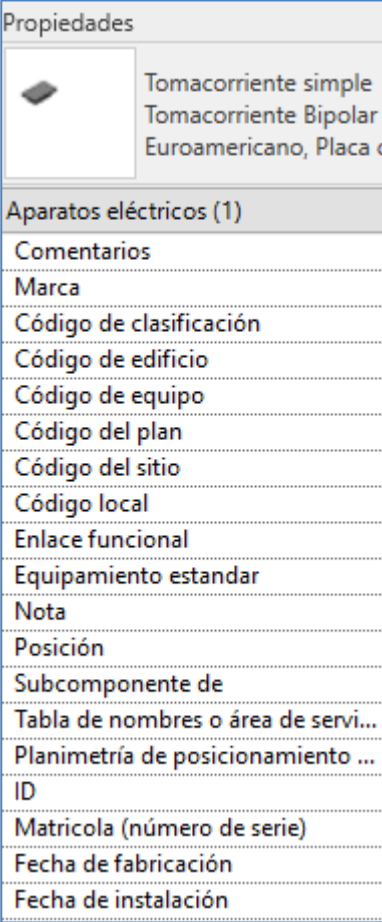
### Efecto del análisis del primer determinado

En la siguiente tabla se mostrarán las mejoras a la optimización de la calidad de los modelos BIM, para su etapa de operación y mantenimiento, bajo el enfoque de la metodología BIM.

**Figura 36**

*Comparación de la optimización de la calidad del modelo.*

Modelo sin un enfoque para su gestión	Modelo con una preparación previa
Plantilla del modelo revit sin elementos	Plantilla adecuadamente preparada
	
Elementos con nomenclatura inadecuada	Elementos planificados con una adecuada nomenclatura.
	

Elementos con parámetros sin corresponder	Elementos adecuadamente parametrizados
	

Fuente: Elaboración propia 2023

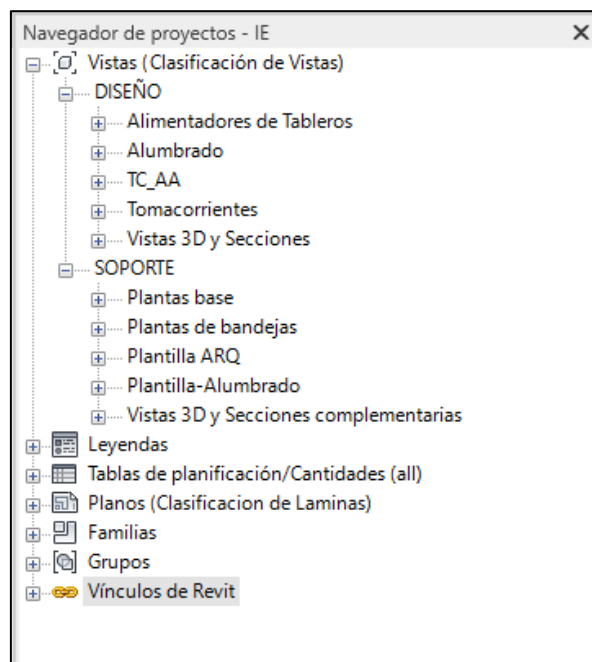
Teniendo en consideración el cuadro presentado, podemos identificar que hay una importante mejora de la calidad del modelo mediante un enfoque metodológico, según ello podemos resaltar los siguientes aspectos:

- El control de las plantillas nos permite y garantiza tener una adecuada selección de elementos para agregarlos al proyecto, así como también de un entorno adecuado para la especialidad a modelar. Para esta implementación se indican en el Anexo N° 01, 02 y 03 los elementos más comunes a considerar por las categorías de familias del programa Revit, que sirve como base para contemplar una adecuada plantilla por especialidad.
- El proceso de tener elementos con la forma y nomenclatura idónea nos garantiza el uso adecuado de los elementos y una correcta selección de estos, así como también que los elementos sean visualmente o de un LOD orientado a lo realista.
- Los elementos que contengan los parámetros necesarios nos ofrecen la ventaja de tener un mayor orden y una fluides en trabajo ya que el no tendrán tantas celdas y que a su vez estas son innecesarias de llenar.

Algo importante para tener en cuenta es la organización del navegador de proyecto en un esquema en general como se presenta a continuación:

**Figura 37**

*Estructura del navegador de proyecto para las especialidades.*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

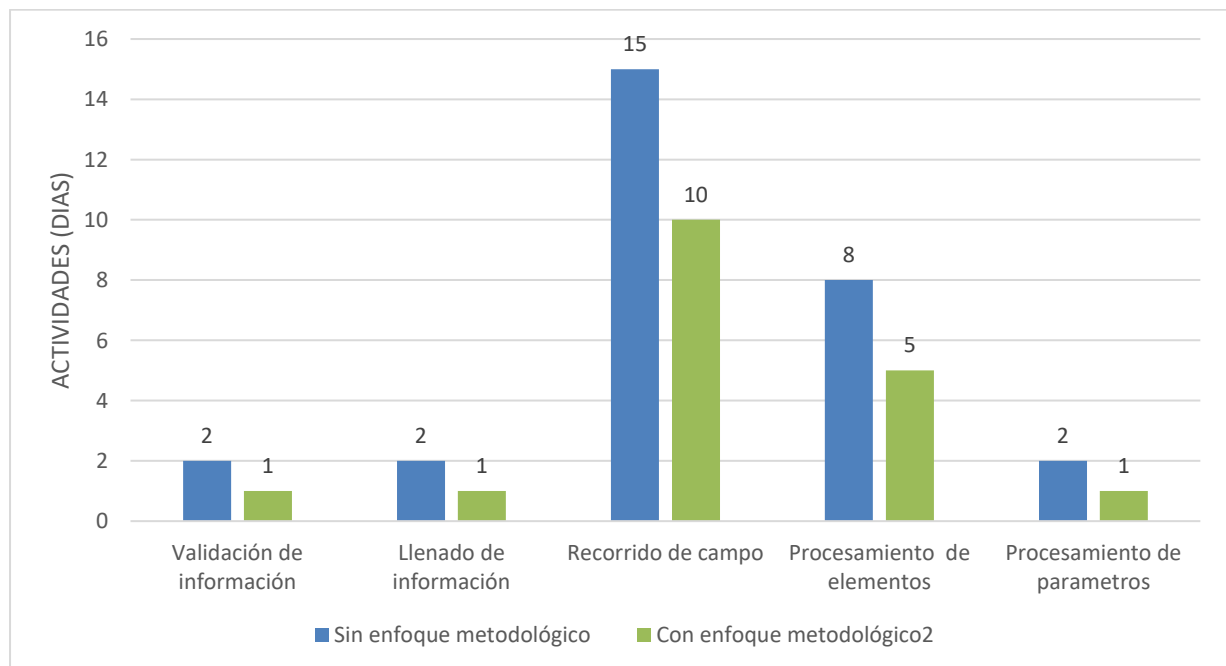
De la imagen anterior tenemos principalmente dos vistas principales la de Diseño y la de Soporte. Respecto a la vista de Diseño, nos sirvió principalmente para el desarrollo del modelo y de las planimetrías, donde se van a ir limpiando las vistas para poder obtener planos Asbuilt o de presentación. En el caso de las vistas de soporte, estas nos sirvieron principalmente para agrupar vistas complementarias, planos de coordinación, planos o plantillas para dar soporte a otras especialidades, vistas de seguimiento de obra o cualquier otro detalle que contribuyó al desarrollo del proyecto.

### Efecto del análisis del segundo determinado

En la siguiente figura se muestran los resultados de la comparativa entre el proceso de recolección de información de campo, aplicando un enfoque metodológico direccionado para una adecuada gestión en base a las tablas N°1 y otra sin el enfoque metodológico N°2.

**Figura 38**

*Comparación de tiempos de actividades*



*Fuente: Elaboración propia 2023*

**Tabla 3**

*Optimización de trabajos de recolección de campo*

Items	Procedimiento y partidas	Actividades (días)		Actividades reducidas	
		Sin enfoque (días)	Con enfoque (días)	Tiempo (días)	%
1	Validación de información que puede ser llenada por las contratas	2	1	1	50%
2	Llenado de la información de los elementos por los contratistas	2	1	1	50%
3	Recorrido en campo para el levantamiento de información.	15	10	5	33%
4	Procesamiento de las ubicaciones de los elementos	8	5	3	38%
5	Procesamiento de los parámetros	2	1	1	50%
<b>Total</b>		<b>29</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>38%</b>

*Fuente:* CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C

En la figura 38 y tabla 3 se pueden apreciar las diferencias entre aplicar un enfoque metodológico para optimizar los procesos de recolección de información, se puede apreciar que se tiene una reducción del 38% en los tiempos, es importante indicar que únicamente nos estamos basando a un solo proceso de recolección de información, ya que estos procesos se dan continuamente en obra a medida que se da el avance programado y la cantidad de días de optimización va a tender a aumentar. Otro punto importante para indicar es que el ítem 5 se



indica como un día el procesamiento de los parámetros, lo cual no es totalmente exacto ya que este procesamiento se da en menos de una hora al ya tener unos formatos previamente elaborados y procesarlos de manera automática al software, ver anexo N°05 con los parámetros completos de las tablas de planificación de FM.

### Efecto del análisis del tercer determinado

- El trabajo de verificación de los elementos mediante el uso de una metodología BIM nos proporciona la facilidad de la recolección de información, ya que nos permite el uso de herramientas y plataformas digitales para plasmar lo instalado en obra en el modelo.

### Figura 39

*Representación de la instalación de obra en el modelo BIM.*



*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

- La selección de elementos que solo son necesarios para su gestión nos ayuda a solo enfocarnos en ellos y no proporcionar o atribuir horas hombre innecesarias. Así mismo dar una fluidez en el trabajo a los agentes de gestión del modelo en la etapa de operación y mantenimiento.

- Un punto importante para tener en cuenta es que la organización de las vistas de trabajo y el proceso de cuantificación de los elementos bajo la metodología BIM es un proceso automático con lo cual al aumentar y disminuir los elementos estos se verán reflejadas de manera simultánea en las tablas de cuantificación de materiales o tablas en donde se tengan ya los elementos con la información necesaria para la siguiente etapa.

**Figura 40**

*Estructura de la tabla de metrados del Revit.*

<08. METRADO - DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS>			
A	B	C	D
Nivel del Elemento	Familia	Tipo	Cantidad (und)
Azotea	M_Duplex Receptacle	Toma Aérea Dos Polos de 2 Conductores	1
Azotea	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko + Dado	1
Azotea	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal Dado Tipo Schuko + Dado Estandar	3
Azotea	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal, Módulo Estandar Euroamericano, P	2
Mezzanine	M_Duplex Receptacle	Interruptor Termomagnetico de 2 polos - 2X16A Marca LEGRAND	4
Mezzanine	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	10
Mezzanine	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizado + Cargador para USB, Dados	12
Mezzanine	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal, Módulo Estandar Euroamericano, P	23
Piso 1	M_Duplex Receptacle	Interruptor Termomagnetico de 2 polos - 2X16A Marca LEGRAND	2
Piso 1	M_Duplex Receptacle	Toma Aérea Dos Polos de 2 Conductores	4
Piso 1	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko + Dado	5
Piso 1	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	11
Piso 1	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizado + Cargador para USB, Dados	20
Piso 1	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal Dado Tipo Schuko + Dado Estandar	2
Piso 1	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal, Módulo Estandar Euroamericano, P	24
Piso 5	M_Duplex Receptacle	Interruptor Termomagnetico de 2 polos - 2X16A Marca LEGRAND	24
Piso 5	M_Duplex Receptacle	Toma Aérea Dos Polos de 2 Conductores	10
Piso 5	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko + Dado	2
Piso 5	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	37
Piso 5	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizado + Cargador para USB, Dados	56
Piso 5	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal Dado Tipo Schuko + Dado Estandar	17
Piso 5	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal, Módulo Estandar Euroamericano, P	83
Piso 6	M_Duplex Receptacle	Interruptor Termomagnetico de 2 polos - 2X16A Marca LEGRAND	26
Piso 6	M_Duplex Receptacle	Toma Aérea Dos Polos de 2 Conductores	10
Piso 6	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko + Dado	3
Piso 6	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	26
Piso 6	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizado + Cargador para USB, Dados	68
Piso 6	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal Dado Tipo Schuko + Dado Estandar	21
Piso 6	M_Duplex Receptacle	Tomacorriente Bipolar Doble Normal, Módulo Estandar Euroamericano, P	92

*Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C*

Para basarnos en un enfoque más cuantitativo, presentamos la siguiente figura, la cual es un formato basado en las cartas balance, una herramienta muy importante de la filosófica Lean Construction. Es importante mencionar que los tiempos no contributivos se están asociando a procesos o actividades que ya no son necesarias emplear bajo un enfoque direccionado a los procesos de la metodología BIM

**Figura 41**

*Comparativa de tiempos de trabajo tradicional y en BIM*

	ACTIVIDADES	TRADICIONAL	BIM
Elementos de campo/ lo digital	Levantamiento de información		
	Elaboración de formatos para el recorrido	TP	TP
	Impresión de planos	TNC	
	Organización de planos	TNC	
	Recorrido en campo	TC	TC
	Procesamiento simultaneo del recorrido	TNC	TP
	Procesamiento de la información en gabinete.	TP	TP
Inventariado completo	Cuantificación de los elementos		
	Revisar que los elementos estén cuantificados	TP	TP
	Revisar el metrado a nivel de planos	TNC	
	Revisar los metrados valorizados, según las zonas.	TC	TC
	Uniformización de las cantidades de planos y las tablas de metrados.	TNC	
	Completar parámetros a los elementos no cuantificados.	TC	TC

	TRADICIONAL	BIM
TNC	5	0
TP	3	4
TC	3	3
	11	7

	TRADICIONAL	BIM
TNC	45%	0%
TP	27%	57%
TC	27%	43%
	100%	100%

**CLASIFICACIÓN DE TRABAJOS**  
TNC: Tiempo no contributivo  
TP: Tiempo productivo  
TC: Tiempo contributivo

*Fuente:* Elaboración propia 2023

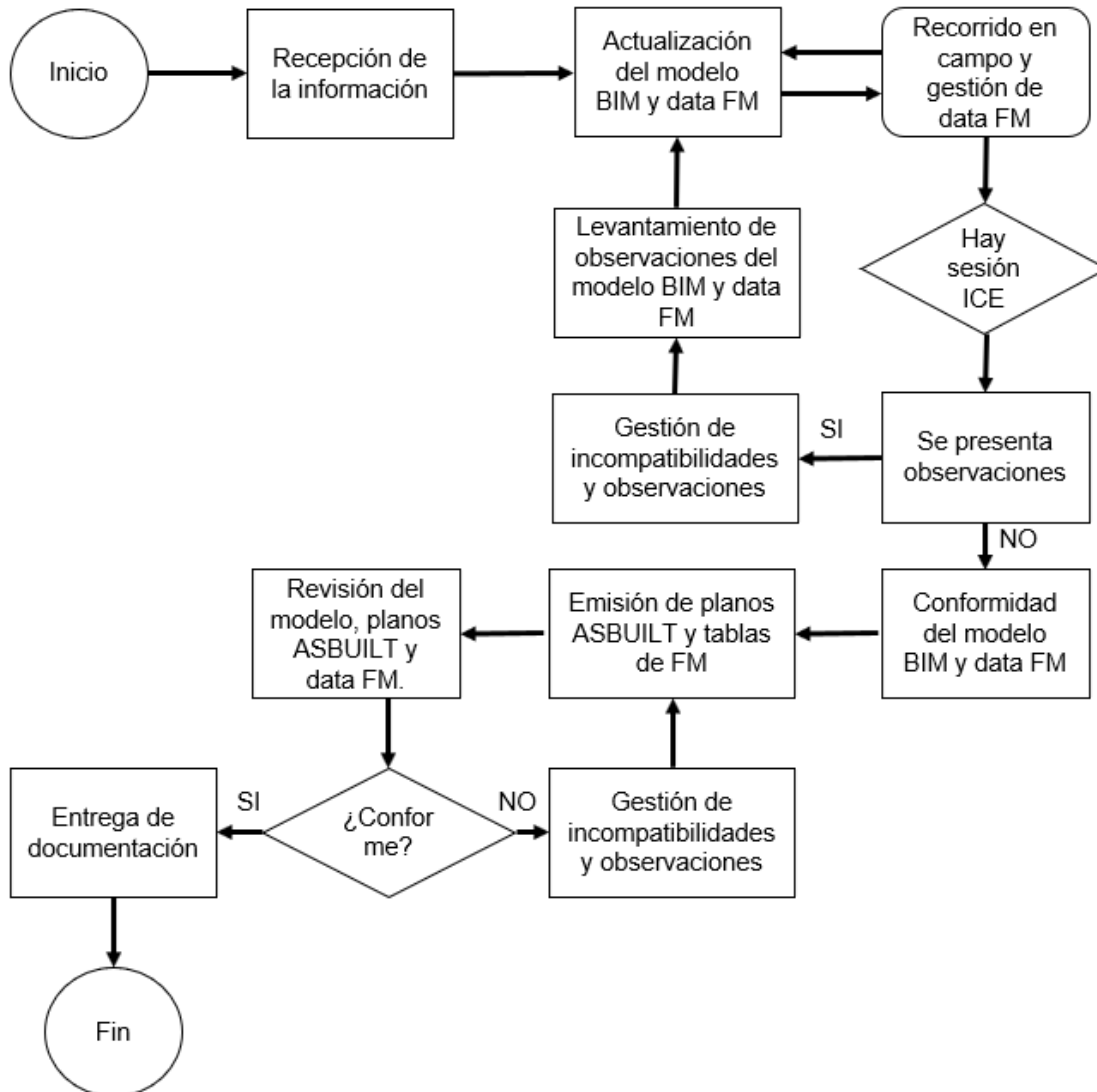
De la figura anterior podemos apreciar que los tiempo productivos y contributivos son menores en un proceso tradicional con un 27%, mientras que sus tiempos no contributivos representa el 45% de sus tiempos totales, a diferencia de la aplicación de la metodología BIM que nos permite una mejor fluides en el trabajo.

Teniendo en consideración estos procesos y bajo la metodología BIM podemos tener un proceso de preparación y documentación para la etapa de operación y mantenimiento más organizado con un flujo de trabajo eficiente con ahorros en tiempos de control y llegar a un producto, en este caso un modelo BIM que nos permita una adecuada gestión en su etapa requerida.

Se presenta el flujograma de trabajo que resume el proceso de preparación y documentación del proyecto para la entrega con la conformidad de los revisores.

**Figura 42**

*Flujograma de trabajo para la entrega de documentación BIM.*



*Fuente: Elaboración propia*

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

En base a los puntos analizados y desarrollados, podemos tener como conclusión que con la implementación de una metodología adecuada, en este caso el de la metodología BIM y con procedimientos adecuados en esta y el uso de herramientas tecnológicas, se logra mejorar la calidad de nuestra base de información en este caso el modelo BIM, así como la optimización en los tiempos de actividades como la recolección de información y su procesamiento para poder ser gestionado en la etapa de operación y mantenimiento.

En base a lo mencionado, la empresa CABACOR ingeniería y Arquitectura S.A.C se caracteriza por brindar un servicio de calidad, con procesos que se van actualizando a la vanguardia de la tecnología y que son aplicados a los proyectos para generar un valor agregado en sus distintos servicios.

#### *Conclusiones del primer análisis determinado*

Con la implementación del control de calidad y con un procedimiento adecuado en la preparación y teniendo de base los puntos que se deben evitar desde una parte inicial de preparación hasta la parte final de un modelo BIM para su gestión en la etapa de operación y mantenimiento se logra cumplir con una óptima calidad y los propósitos requeridos del proyecto.

#### *Conclusiones del segundo análisis determinado*

Con la implementación del uso de herramientas de la metodología BIM en el proceso de recolección de la información de los especialistas, el proceso de levantamiento y seguimiento de las instalaciones ya ejecutadas en obra acompañadas del uso de tecnologías y el procesamiento de la información en el modelo BIM del proyecto se pudo lograr reducir un

38% de los tiempos en realizar estas actividades, obteniendo beneficios en la productividad que garantizan el cumplimiento de los fines deseados.

### *Conclusiones del tercer análisis determinado*

Mediante la propuesta de implementar la metodología BIM en el proceso de inventariado y control de los elementos y en comparación de un método tradicional bajo los lineamientos asociados a la carta balance del Lean Construction, se logra obtener que los tiempos productivos y contributivos son los de un porcentaje predominante en referencia a los tiempos no contributivos de un método tradicional.

Un punto a tener en cuenta es que el uso de la metodología BIM y el de un modelo de información nos permite gestionar la etapa de operación y mantenimiento con una menor cantidad de personas, ya que al tener toda la data en un solo conjunto y dando uso de plataformas colaborativas ya no es necesario contratar un gran grupo y es quizás uno de los principales beneficios al igual que contener toda la información de forma digital, a su vez otra característica importante es que la gestión pueda ser revisada simultáneamente por distintos agentes en cualquier sitio que permita la conexión a la información.

### **Recomendaciones**

Entre las recomendaciones en base a mi experiencia aplicando la metodología BIM en el proceso de preparación y documentación de un proyecto de edificación para la etapa de operación podría brindar las siguientes:

- Siempre se debe tener en cuenta antes de iniciar los trabajos, cuál es alcance y requerimientos del cliente, y a partir de ello organizar una ruta de trabajo bajo metodologías adecuadas que se enfoquen a llevar a cabo las actividades que permitan una productividad y producción idónea.
- Se recomienda que, al aplicar nuevas metodologías, en este caso la metodología BIM, los involucrados del proyecto deben tener nociones de lo que se aplica para poder llevar una

ilación de los trabajos. Para ello es importante programar reuniones de coordinación para la capacitación de los involucrados y con ello se lleve un mejor lineamiento de trabajo en el proyecto.

- Es importante el poder implementar tecnologías que son más prácticas para realizar los trabajos, como la transición del papel a lo digital con uso de software o programas que faciliten los trabajos del seguimiento de obra y supervisión.
- Se recomienda que en los proyectos se de mayor enfoque a la etapa de operación y mantenimiento, ya que esta etapa es la de mayor coste durante su vida útil. En base a ello se debe proyectar estrategias que permitan una gestión adecuada y eficiente.

## REFERENCIAS

- Arevalo Pizarro, A. S., & Soto Arrieta, J. R. (2022). *Building Information Modeling (BIM) y su desarrollo en la industria de la construcción (Tesis para optar el Título, Universidad de Piura)*. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5635/ICI\\_2208.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5635/ICI_2208.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- BIM FORUM. (20 de Abril de 2020). *LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY*. Recuperado el 2023, de BIM FORUM: <https://bimforum.org/resource/level-of-development-specification/>
- Bluebeam, Inc. (12 de 09 de 2017). BIM vs VDC: ¿Hay alguna diferencia? Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Fcf3hF7bAkI>
- buildingsmart. (s.f.). *BuildingSMART Spain*. Recuperado el 08 de Abril de 2023, de [Buildingsmart.es](https://www.buildingsmart.es/): <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- Castro, A. S. (23). *Evaluación del flujo de trabajo en la fase de diseño, a través del uso de la metodología BIM-VDC aplicado en una edificación multifamiliar en Lima (Informe de construcción, Lima)*. Lima: Universidad Peruana Unión.
- Corrales Tamayo, J. L., & Saravia Torres-Llosa, R. E. (2020). *Implementación de la metodología Virtual Design & Construction - VDC en las etapas de Diseño y Construcción para reducir el plazo en proyectos de edificaciones en el Perú (Tesis de pregrado, UPC)*. Repositorio institucional, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/651670>
- Guerra, C. J. (10 de Enero de 2020). ¿BIM O VDC EN EL PERÚ? *COSTOS revista especializada para la construcción*, pág. 52.
- International Facility Management Association. (25 de 05 de 2023). *IFMA*. Obtenido de <https://www.ifma.org/about/what-is-fm/>
- Mendoza, J., & Mosquera, A. (2019). *Integración de la metodología BIM con la gestión de sistemas de información de activos (Facility Management), en un caso de estudio: Sistema de iluminación del edificio de Investigación y Laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universid.* Repositoria institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/47295>
- Ministerio de economía y finanzas. (2019, 28 de julio). *Plan Nacional de Competitividad y Productividad*. Diario Oficial El Peruano.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. (2023). *GUÍA NACIONAL BIM Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. Obtenido de <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/>
- Pérez, C. G. (2015). *Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas - Valencia (tesis de maestría, Universitat Politècnica de València)*. Repositorio Institucional, Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56357/TFM%202015%20CARLOS%20GONZALEZ.pdf?sequence=1>
- Tezel, A. (27 de Junio de 2021). *Leanconstructionblog*. Recuperado el 08 de Abril de 2023, de *Lean and BIM Synergy at the Construction Phase*: <https://leanconstructionblog.com/Lean-and-BIM-Synergy-at-the-Construction-Phase.html>



## ANEXOS

### ANEXO N° 1: Elementos a considerar por categoría en una plantilla Revit de IIEE.

ESPECIALIDAD		CATEGORIAS	FAMILIA
MEP	IIEE	Aparatos eléctricos	Placa Simple de Corriente Estabilizada
			Salida de Fuerza para Equipos
			Salida para Cortina Eléctrica
			Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada
			Tomacorriente Bipolar Doble
			Tomacorriente Bipolar
			Tomacorriente Simple Estabilizada
			Tomacorriente Simple
			Tomacorriente Tipo Industrial de 60A
		Bandejas de cable	Bandeja tipo escalera
			Canaleta en mueble
			Canaleta
		Equipos eléctricos	Estabilizador de Piso
			Tablero Eléctrico
			Transformador de Aislamiento
		Luminarias	Luminarias
			Artefacto de Emergencia
		Tubos	Tubo (EMT)
			Tubo (PVC)
			Tubo (F°G°)
			Tubo
			Tubo Simple
			Tubo Condulet
		Uniones de bandeja de cables	Codo Recto Horizontal
			Curva Horizontal
			Curva Horizontal
			Curva Vertical
			Tee PVC
			Tee F°G°
		Uniones de tubo	Caja de Pase Metálica F°G°
Caja Octogonal F°G°			
Caja Rectangular PVC			
Codo Eléctrico			
Condulet Tipo L F°G°			

Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C

**ANEXO N° 2: Elementos a considerar por categoría en una plantilla Revit de IISS.**

ESPECIALIDAD		CATEGORIAS	FAMILIA
MEP	Sanitarias	Accesorios de Tubería	Valvula de bola (FAMILIA)
		Aparatos Sanitarios	Registro Sanitario Roscado Sumidero Removible
		Equipos Mecánicos	Bomba de drenaje
		Tuberías	PVC Clase 10
			PVC-U DS-Clase Pesada
			PVC-U DS-Clase Pesada
			PVC-U Clase Pesada
			PVC Clase Liviana
		Unión de tuberías	Codo - Agua
			Reducción - Agua
			Tapón
			Tee - Agua
			Codo Sanitario
			Reducer - PVC - Sch 40 - DWV
			Tee c/ Reducción Sanitaria
			Tee Sanitaria
			Trampa P
			Codo Sanitario
			Codo - Ventilación
Reducción - Ventilación			
Tee - Ventilación			

ESPECIALIDAD		CATEGORIAS	FAMILIA
MEP	Sistema Contraincendios	Accesorios de Tubería	Valvula de purga de aire Válvula Mariposa
		Rociadores	Rociador-Pendent - Cobertura Estándar
			Rociador-Upright - Cobertura Estándar
			Rociador-Upright - Cobertura Estándar - Con Jaula para Proteccion
		Tuberías	CI - Sistema de Agua Contra Incendio
		Unión de tuberías	Acople Reductor - Sch 40
			Codo - Roscado - Sch 40
			Cruz - Roscado - Sch 40
			Cruz con Reducción - Roscado - Sch 40
			Tee - Roscado - Sch 40
		Tee con Reducción - Roscado - Sch 40	

Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C

### ANEXO N° 3: Elementos a considerar por categoría en una plantilla Revit de IIMM

ESPECIALIDAD		CATEGORIAS	FAMILIAS/TIPOS/SISTEMAS	
MEP	Instalaciones Mecánicas	Accesorios de Tubería (Válvulas)	Filtro Y	
			Válvula Balanceadora de Caudal	
			Válvula Balanceadora de Caudal	
			Válvula de Control de dos Vías	
			Válvula de Control de dos Vías	
			Válvula de Corte de Tipo Compuerta	
			Válvula de Corte de Tipo Compuerta	
		Aparatos Eléctricos	Termostato	
		Conductos	AA-Sistema de Inyección de Aire Fresco	
			AA-Sistema de Aire Acondicionado-Suministro	
			AA-Sistema de Aire Acondicionado-Retorno	
		Conductos flexibles	AA-Sistema de Aire Acondicionado	
		Equipos mecánicos	Equipo Paquete	
			Extractor Helicocentrífugo	
			Fan Coil	
			Inyector Centífugo	
			Unidad Condensadora	
			Unidad Evaporadora	
		Terminales de aire	Caja plenum	
			Difusor 2 vías	
			Difusor 3 vías	
			Difusor 4 vías	
			Difusor circular	
			Difusor lineal	
			Rejilla de descarga	
			Rejilla de retorno lineal	
			Retorno circular	
			Retorno rectangular	
			Tuberías	AA - Sistema de Agua de Condensación - Retorno
				AA - Sistema de Agua de Condensación - Suministro
				AA - Sistema de Agua Helada - Retorno
		AA - Sistema de Agua Helada - Suministro		
		Unión de conductos (Accesorios)	Bifurcación Doble	
			Codo Rectangular	
			Codo Recto	
			Collarín Circular	
			Collarín Rectangular	
			Collarín Doble	
			Reducción Circular	
			Reducción Rectangular Angular	
			Tapa Rectangular	
Transformación Concéntrica				
Zapato Chino				
Unión de tuberías (Accesorios)	Codo			
	Reducción			
	Tee			

Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C

### ANEXO N° 4: Check list de elementos que pueden ser completados por los especialistas

TIPO	PARAMETROS	CHECK LIST - ELEMENTOS CON INFORMACIÓN ACCESIBLE IIEE																
		GRUPO	Placa Simple de Corriente Estabilizada	Salida de Fuerza para Equipos	Salida para Cortina Eléctrica	Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	Tomacorriente Bipolar Doble, con Espiga a Tierra	Tomacorriente Bipolar Doble, con Espiga a Tierra. A prueba de Agua	Tomacorriente Simple, con Espiga a Tierra	Tomacorriente Simple, con Espiga a Tierra. A Prueba de Agua	Tomacorriente Tipo Industrial de 60A	Bandejas de cable	Tablero	Artefacto de Emergencia	Luminaria	Tubos	Uniones de bandeja de cables	Uniones de tubo
		EQUIPO												220V	CBT14-LS40			
	PROVEEDOR	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	CONTACTO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	TELEFONO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	CORREO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Tipo de servicio	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Comentarios	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Marca	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Código del Elemento	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Código de clasificación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Código de edificio	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Código de equipo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Código del plan	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Código del sitio	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Código local	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Foto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	ID	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Software de gestión	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Tipo de voltaje	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Año de instalación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Fecha de fabricación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Fecha de inicio en operación	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Fecha de instalación	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Fecha de realización	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Fecha de último censo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Potencia	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Código de equipo detectado	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	Posición X	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Posición Y	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

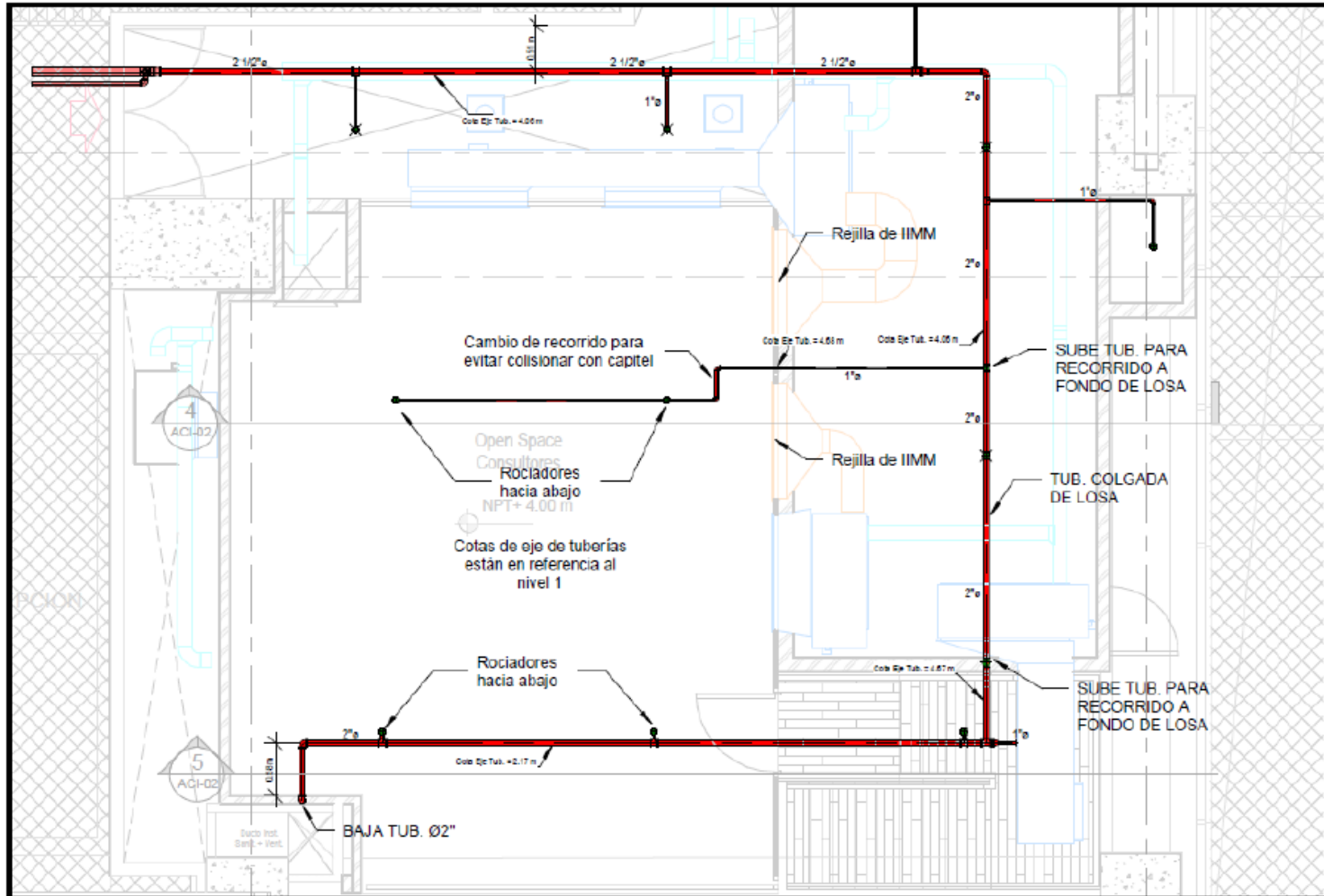
Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C

**ANEXO N° 5: Tabla de planificación con los parámetros completados para su gestión de IIEE-TC.**

<FM 2.3 -Tomacorriente>																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Elemento	Código del sitio	Código de edificio	Código del plan	Código local	Código de clasifica	Código de equipo	Equipamiento standar	Subcomponente de	Fecha de instala	Fecha de fabricaci	Enlace funcional	Marca	Modelo	Posición X-Y	D	URL
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500302	500302_01001	STD_500302	500302_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	F(2.03)-6(3.06)	1131660	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500302	500302_01002	STD_500302	500302_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	B(1.39)-6(0.71)	1132192	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500302	500302_01003	STD_500302	500302_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	B(1.39)-6(0.16)	1132231	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500302	500302_01004	STD_500302	500302_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	B(1.39)-6(0.39)	1132241	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500302	500302_01005	STD_500302	500302_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	B(1.39)-6(0.87)	1132255	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P05	PER00098	P05	OPERATIVO_001	500302	500302_05001	STD_500302	500302_P05	30.11.21	30.06.21	EQ_P05	BTICINO	MATX	D(0.68)-3(2.81)	1123446	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P05	PER00098	P05	OPERATIVO_001	500302	500302_05002	STD_500302	500302_P05	30.11.21	30.06.21	EQ_P05	BTICINO	MATX	I(1.39)-4(0.39)	2468839	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P06	PER00098	P06	OPERATIVO_001	500302	500302_06001	STD_500302	500302_P06	30.11.21	30.06.21	EQ_P06	BTICINO	MATX	D(0.68)-3(2.97)	1117235	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P06	PER00098	P06	OPERATIVO_001	500302	500302_06002	STD_500302	500302_P06	30.11.21	30.06.21	EQ_P06	BTICINO	MATX	I(2.69)-4(0.39)	1114477	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P06	PER00098	P06	OPERATIVO_001	500302	500302_06003	STD_500302	500302_P06	30.11.21	30.06.21	EQ_P06	BTICINO	MATX	I(1.44)-4(0.39)	1114474	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P07	PER00098	P07	OPERATIVO_001	500302	500302_07001	STD_500302	500302_P07	30.11.21	30.06.21	EQ_P07	BTICINO	MATX	D(0.68)-3(2.7)	1111279	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P07	PER00098	P07	OPERATIVO_001	500302	500302_07002	STD_500302	500302_P07	30.11.21	30.06.21	EQ_P07	BTICINO	MATX	I(2.67)-4(0.39)	2602266	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P07	PER00098	P07	OPERATIVO_001	500302	500302_07003	STD_500302	500302_P07	30.11.21	30.06.21	EQ_P07	BTICINO	MATX	I(1.42)-4(0.39)	1110958	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P08	PER00098	P08	OPERATIVO_001	500302	500302_08001	STD_500302	500302_P08	30.11.21	30.06.21	EQ_P08	BTICINO	MATX	D(0.68)-3(2.76)	1108948	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P08	PER00098	P08	OPERATIVO_001	500302	500302_08002	STD_500302	500302_P08	30.11.21	30.06.21	EQ_P08	BTICINO	MATX	I(2.75)-4(0.1)	1108015	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P08	PER00098	P08	OPERATIVO_001	500302	500302_08003	STD_500302	500302_P08	30.11.21	30.06.21	EQ_P08	BTICINO	MATX	I(1.45)-4(0.1)	1108012	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P09	PER00098	P09	OPERATIVO_001	500302	500302_09001	STD_500302	500302_P09	30.11.21	30.06.21	EQ_P09	BTICINO	MATX	D(0.68)-3(2.57)	1106979	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P09	PER00098	P09	OPERATIVO_001	500302	500302_09002	STD_500302	500302_P09	30.11.21	30.06.21	EQ_P09	BTICINO	MATX	I(1.41)-4(0.37)	1106273	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P10	PER00098	P10	OPERATIVO_001	500302	500302_10001	STD_500302	500302_P10	30.11.21	30.06.21	EQ_P10	BTICINO	MATX	D(0.68)-3(2.36)	1102593	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P10	PER00098	P10	OPERATIVO_001	500302	500302_10002	STD_500302	500302_P10	30.11.21	30.06.21	EQ_P10	BTICINO	MATX	I(2.71)-4(0.38)	1101345	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P10	PER00098	P10	OPERATIVO_001	500302	500302_10003	STD_500302	500302_P10	30.11.21	30.06.21	EQ_P10	BTICINO	MATX	I(1.43)-4(0.36)	1101342	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P11	PER00098	P11	OPERATIVO_001	500302	500302_11001	STD_500302	500302_P11	30.11.21	30.06.21	EQ_P11	BTICINO	MATX	D(0.68)-3(2.4)	1098892	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P11	PER00098	P11	OPERATIVO_001	500302	500302_11002	STD_500302	500302_P11	30.11.21	30.06.21	EQ_P11	BTICINO	MATX	I(2.62)-4(0.3)	1094013	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P11	PER00098	P11	OPERATIVO_001	500302	500302_11003	STD_500302	500302_P11	30.11.21	30.06.21	EQ_P11	BTICINO	MATX	I(1.41)-4(0.3)	1094003	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P12	PER00098	P12	OPERATIVO_001	500302	500302_12001	STD_500302	500302_P12	30.11.21	30.06.21	EQ_P12	BTICINO	MATX	I(1.33)-5(0.76)	1084407	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P12	PER00098	P12	OPERATIVO_001	500302	500302_12002	STD_500302	500302_P12	30.11.21	30.06.21	EQ_P12	BTICINO	MATX	I(2.93)-5(0.76)	1084423	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P12	PER00098	P12	OPERATIVO_001	500302	500302_12003	STD_500302	500302_P12	30.11.21	30.06.21	EQ_P12	BTICINO	MATX	D(0.41)-5(0.12)	1087086	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P12	PER00098	P12	OPERATIVO_001	500302	500302_12004	STD_500302	500302_P12	30.11.21	30.06.21	EQ_P12	BTICINO	MATX	C(0.56)-5(0.12)	1087076	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_P12	PER00098	P12	OPERATIVO_001	500302	500302_12005	STD_500302	500302_P12	30.11.21	30.06.21	EQ_P12	BTICINO	MATX	D(0.68)-3(2.41)	1087482	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble a Prueba de Agua Dado tipo schuko	SITE_PAZ	PER00098	PAZ	OPERATIVO_001	500302	500302_Az001	STD_500302	500302_PAZ	30.11.21	30.06.21	EQ_PAZ	BTICINO	MATX	E(0.83)-4(0.39)	2821149	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01001	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	F(2.15)-7(2.76)	1131777	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01002	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	D(0.46)-7(3.89)	2113618	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01003	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	C(1.13)-6(1.15)	1131821	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01004	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	B(3.1)-6(0.54)	1132153	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01005	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	B(3.1)-6(0.02)	1132139	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01006	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	B(3.1)-6(0.62)	1132070	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01007	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	B(3.42)-6(1.15)	1131918	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01008	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	G(0.68)-3(1.39)	3740957	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01009	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	G(0.11)-3(2.65)	3740886	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01010	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	G(3-0) 06)	3741086	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P01	PER00098	P01	OPERATIVO_001	500303	500303_01011	STD_500303	500303_P01	30.11.21	30.06.21	EQ_P01	BTICINO	MATX	H(0.13)-3(2.65)	3740868	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P05	PER00098	P05	OPERATIVO_001	500303	500303_05001	STD_500303	500303_P05	30.11.21	30.06.21	EQ_P05	BTICINO	MATX	I(2.04)-5(1.26)	2555189	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P05	PER00098	P05	OPERATIVO_001	500303	500303_05002	STD_500303	500303_P05	30.11.21	30.06.21	EQ_P05	BTICINO	MATX	I(1.95)-6(2.24)	2526000	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P05	PER00098	P05	OPERATIVO_001	500303	500303_05003	STD_500303	500303_P05	30.11.21	30.06.21	EQ_P05	BTICINO	MATX	I(1.95)-6(3.47)	2525997	https://enelcom.
Tomacorriente Bipolar Doble Estabilizada, con Espiga a Tierra	SITE_P05	PER00098	P05	OPERATIVO_001	500303	500303_05004	STD_500303	500303_P05	30.11.21	30.06.21	EQ_P05	BTICINO	MATX	I(1.86)-7(3.74)	2546683	https://enelcom.

Fuente: CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C

**ANEXO N° 6 Plano de coordinación de la especialidad de ACI con los cambios dados en obra.**



*Fuente:* CABACOR ingeniería y arquitectura S.A.C